

## RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

LIMICS – Laboratoire d'informatique médicale  
et d'ingénierie des connaissances pour le e-  
santé

### SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Sorbonne Université

Université Sorbonne Paris Nord – Université  
Paris 13

Institut national de la santé et de la recherche  
médicale – Inserm

---

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2023-2024**  
VAGUE D

Rapport publié le 29/04/2024



Au nom du comité d'experts :

Olivier Teste, président du comité

Pour le Hcéres :

Stéphane Le Bouler, président par intérim

En application des articles R. 114-15 et R. 114-10 du code de la recherche, les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts sont signés par les présidents de ces comités et contresignés par le président du Hcéres.

Pour faciliter la lecture du document, les noms employés dans ce rapport pour désigner des fonctions, des métiers ou des responsabilités (expert, chercheur, enseignant-chercheur, professeur, maître de conférences, ingénieur, technicien, directeur, doctorant, etc.) le sont au sens générique et ont une valeur neutre.

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous. Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

## MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

<b>Président :</b>	M. Olivier Teste Université Toulouse 2 - Jean Jaurès – UT2J (représentant du CNU)
	M. Jean-Baptiste Beuscart, Université de Lille
	M. Laurent Chauveau, Université Toulouse 3 - Paul Sabatier – UPS
<b>Experts :</b>	Mme Sophie Dabo, Université de Lille, Villeneuve-d'Ascq (représentante des CSS Inserm)
	Mme Anne Laurent, Université de Montpellier
	M. Didier Schwab, Communauté Université Grenoble Alpes

## REPRÉSENTANTE DU HCÉRES

Mme Catherine Berrut

## REPRÉSENTANTS DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES TUTELLES DE L'UNITÉ DE RECHERCHE

M. Philippe Agard, Sorbonne Université  
Mme Nathalie Charnaux, Université Sorbonne Paris Nord  
Mme Camille Chaudonneret, Inserm  
Mme Marie-Josèphe Leroy Zamia, Inserm  
M. Pascale Molinier, Université Sorbonne Paris Nord  
M. Stéphane Régnier, Sorbonne Université

## CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Laboratoire d'informatique médicale et d'ingénierie des connaissances pour la e-santé
- Acronyme : LIMICS
- Label et numéro : UMRS 1142
- Composition de l'équipe de direction : Mme Marie-Christine Jaulent (directrice)

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies

ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication – STIC

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le LIMICS est une unité mono-équipe développant des activités de recherche en traitement de l'information de santé. Les travaux de recherche sont interdisciplinaires et couvrent essentiellement deux domaines :

- informatique (CNU 27) : intelligence artificielle, notamment représentation et ingénierie des connaissances, systèmes d'aide à la décision et apprentissage automatique ;
- informatique biomédicale et bio-statistique, (CNU 46.04), en particulier informatisation du système de santé et son évaluation en pratique, applications à la e-santé, entrepôts de données de santé et informatique en recherche clinique.

L'unité se présente en structure mono-équipe, avec quatre thématiques :

- RIIS (Recherche en informatique et en informatique pour la santé) ;
- EDRIC (Entrepôts de données et informatique de la recherche clinique) ;
- ADeS (Aides décisionnelles pour le soin, le pilotage, la santé publique et la recherche en santé) ;
- M3P (Médicament : représentation des connaissances pharmaceutiques, prescription et pharmacovigilance).

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le LIMICS est une unité de recherche interdisciplinaire créée au 1<sup>er</sup> janvier 2014, et renouvelée en janvier 2019. Il a pour tutelle Sorbonne université (SU) et l'Inserm. Il est né de la fusion de deux équipes franciliennes :

- le laboratoire d'ingénierie des connaissances en santé, équipe 20 du Centre de Recherche des Cordeliers – UMRS872 ;
- le laboratoire d'informatique médicale et bio-informatique de l'université Paris 13 – EA 3969.

En 2017, plusieurs membres de l'université de Rouen et du CHU de Rouen ont rejoint le LIMICS pour développer leurs recherches en informatique et informatique médicale. Ce rapprochement a été matérialisé en 2019 par une convention entre les tutelles du LIMICS et l'université de Rouen.

Après un premier mandat, la directrice Marie-Christine Jaulent, a renforcé la direction avec un directeur adjoint en 2019, Stéfan Darmoni, PUPH de Rouen. Durant le second mandat, une réflexion a été engagée et une nouvelle équipe de direction interdisciplinaire est proposée, constituée de Xavier Tannier (PR SU) et Ferdinand Dhombres (MCUPH SU).

Les membres du LIMICS sont pour l'essentiel répartis sur trois sites : le campus des Cordeliers – Odéon (75006 Paris) ; le campus de l'université Sorbonne Paris Nord à l'UFR santé, Médecine et Biologie Humaine (93000 Bobigny) ; le département d'informatique et d'information médicales au CHU de Rouen (76000 Rouen).

D'autres membres du laboratoire, hospitalo-universitaires et praticiens hospitaliers sont localisés dans les hôpitaux de l'AP-HP (hôpital Avicenne, hôpital Rothschild, hôpital Tenon, et hôpital Trousseau) et au CHU de Saint-Étienne.

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'environnement du LIMICS est essentiellement constitué de l'Inserm, des deux universités franciliennes Sorbonne Université (SU) et université Sorbonne Paris Nord (USPN) et plusieurs centres hospitaliers (AP-HP, CHU de Rouen, CHU de Saint-Étienne). Cet environnement riche et interdisciplinaire offre aux membres du LIMICS diverses opportunités.

La santé numérique est une thématique prioritaire pour laquelle l'Inserm investit d'importants moyens et équipements (programme et équipement prioritaire de recherche santé numérique). Le LIMICS est au cœur de ces thématiques. Plusieurs membres sont rattachés à la CSS (Commission Scientifique Spécialisée) 7 et à la CSS 6 de l'Inserm.

Le LIMICS bénéficie de diverses structures mises en place au niveau de SU (CAPSULE – solutions numériques et plateformes pour soutenir la production d'enseignements –, SACADO – service d'aide au calcul et à l'analyse de données –, SUMMIT – service de valorisation de la recherche –). Le SCAI (Sorbonne center for artificial intelligence), mis en place par SU avec l'implication du LIMICS, offre un espace dédié à l'intelligence artificielle, favorisant la recherche interdisciplinaire et contribuant à la formation sur cette thématique. Des interactions régulières sont également établies avec différents laboratoires rattachés de SU (notamment le LIP6-UMR 7606, mais également le Laboratoire d'Imagerie Biomédicale, LIB-UMRS 1146 et UMR 7371, l'Institut des systèmes intelligents et de robotique, ISIR-UMR 7222, et l'Institut du cerveau et de la moelle épinière, fondation ICM), et notamment le LIP6 (Laboratoire de recherche en informatique, UMR 7606), mais aussi le LIB (laboratoire d'imagerie biomédicale, UMRS1146, UMR 7371), l'ISIR (Institut des systèmes intelligents et de robotique, UMR 7222) et l'ICM (Institut du cerveau et de la moelle épinière).

La maison des sciences du numérique (LaMSN) mise en place à USPN favorise le développement des sciences du numérique. Des interactions régulières ont lieu avec l'EREN (Équipe de recherche en épidémiologie nutritionnelle, UMRS1153), le LEPS (Laboratoire éducations et pratiques de santé, UR3412), le LIPN (Laboratoire d'informatique de Paris Nord, UMR7030), et le SIHMEL (Laboratoire adaptateurs de signalisation en hématologie, UMRS978).

Les membres du LIMICS bénéficient de longue date, d'un éco-système plus large, constitué de diverses associations (AFIA – Association française d'intelligence artificielle, AIM – Association française d'informatique médicale, EFMI – European federation of medical informatics, IMIA – International medical informatics association) et agences (ANS – Agence du numérique en santé, HAS – Haute autorité de santé, ANSM – Agence nationale de sécurité du médicament, ARS – Agences régionales de santé, notamment ARS Val de Loire, HDH – Health Data Hub...).

## EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	10
Maîtres de conférences et assimilés	9
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche	14
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>37</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	5
Post-doctorants	1
Doctorants	18
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>26</b>
<b>Total personnels</b>	<b>63</b>

## RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2022. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
Université Sorbonne Paris Nord	9	0	2
Sorbonne Université	5	0	0
Inserm	0	4	1
Autres	5	0	8
<b>Total personnels</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>11</b>

## AVIS GLOBAL

Le LIMICS est une unité interdisciplinaire couvrant les champs thématiques des sections CNU 27 (informatique) et CNU 46.4 (informatique bio-médicale et bio-statistique). L'interdisciplinarité de l'unité est portée par une bonne complémentarité des compétences de chercheurs, d'enseignants-chercheurs, et d'hospitalo-universitaires. L'unité a des liens forts avec son écosystème (Agence Numérique en santé, Agence Nationale de la Sécurité du Médicament, Health Data Hub, ministère de la Santé).

La direction de l'unité veille à assurer les meilleures conditions à chacun des membres de l'unité. Le LIMICS présente ainsi une forte cohésion malgré les nombreux sites d'implantation (SU, USPN et les CHU de l'AP-HP, de Rouen et de Saint-Étienne).

Le comité salue l'anticipation de la mise en place, pour la prochaine période, d'une nouvelle direction interdisciplinaire constituée d'un professeur d'informatique et d'un médecin hospitalo-universitaire, et d'une instance de direction élargie comportant une représentation de chaque site géographique de l'unité. L'unité poursuit son travail de structuration et de formalisation des procédures internes.

Au cours de la période, l'unité a poursuivi son développement en intégrant de nouveaux membres. La politique de recrutement des enseignants-chercheurs est claire. L'intégration de deux professeurs en informatique au cours de la période contribue à un bon rééquilibrage entre les disciplines informatique et informatique médicale.

Le personnel d'appui à la recherche est bien intégré, mais il est en nombre trop limité au regard de la taille du LIMICS et de son développement, faisant courir un risque majeur à son bon fonctionnement.

L'unité est très visible à l'échelle nationale et européenne dans ses domaines d'excellence de l'ingénierie des connaissances et de l'aide à la décision en santé. Des efforts consentis pour répondre aux appels à projets académiques compétitifs à l'échelle européenne et nationale, a résulté une augmentation des ressources propres de l'unité. Le rayonnement national et international est établi. Il repose en particulier sur les succès rencontrés aux AAP (huit projets européens dont un coordonné par le LIMICS, et dix projets soutenus par l'ANR dont sept coordonnés par le LIMICS) et sur les nombreuses publications (465 publications internationales en revues, conférences et chapitres d'ouvrages). Le comité souligne la très forte implication de l'unité dans les structures nationales de pilotage de la santé telles que l'ANSM (Agence nationale de sécurité du médicament) ou encore l'ARS (Agences régionales de santé).

La production scientifique de l'unité est très bonne, voire excellente dans ses contributions méthodologiques relevant de l'interdisciplinarité informatique et informatique médicale. Elle est hétérogène entre les permanents de l'unité. Le comité souligne l'augmentation du nombre de publications dans des revues internationales de rang mondial dans les champs thématiques de l'unité. Les publications en conférences internationales de l'unité à forte audience dans le domaine de l'informatique doivent être privilégiées.

La thématique Recherche en informatique et en informatique pour la santé (RIIS) a une très bonne visibilité internationale en ingénierie des connaissances pour la santé, voire excellente sur le plan national. Elle est reconnue nationalement en traitement automatique du langage. La production scientifique en revues internationales, plus applicatives que théoriques, est très bonne, mais perfectible dans les congrès internationaux en informatique. Son activité est excellente en termes de projets académiques compétitifs nationaux et européens.

La thématique Entrepôts de données et informatique de la recherche clinique (EDIRC) présente une activité interdisciplinaire dont la visibilité essentiellement nationale se concentre sur la gestion et l'exploitation des entrepôts de données de santé. La production scientifique est globalement de bon niveau, avec un nombre important de publications dans les revues internationales. La proportion de publications dans les meilleures revues internationales reste modeste. Son activité est très bonne en termes de conduite de projets. Le bilan fait apparaître plusieurs participations à des projets sur l'innovation par les données de santé et plusieurs projets structurants à l'échelle nationale. Les relations avec le monde socio-économique sont en retrait, limitées aux établissements de santé.

La thématique Aides décisionnelles pour le soin, le pilotage, la santé publique et la recherche en santé (ADeS) rayonne à l'échelle internationale en matière de normalisation et d'interopérabilité de bases de données pour les médicaments, ainsi que de développement de nouvelles solutions dans la prescription et la pharmacovigilance. Ce rayonnement repose sur les activités de quelques permanents de la thématique. La production scientifique est d'excellente qualité dans les principales revues et congrès internationaux reconnus de l'informatique médicale. Elle est hétérogène entre les permanents de la thématique. Son activité est excellente en termes de réussite aux AAP compétitifs nationaux et européens.

La thématique Médicament : représentation des connaissances pharmaceutiques, prescription et pharmacovigilance (M3P) est internationalement reconnue notamment sur les aspects du risque médicamenteux, mais son rayonnement repose sur un effectif limité au regard des autres thématiques de l'unité. La production scientifique est excellente dans les meilleures revues et congrès internationaux de l'informatique médicale. Son activité est très bonne en termes de réussite aux AAP compétitifs nationaux et européens.

S'agissant de valorisation et de transfert, l'unité présente une bonne activité essentiellement orientée vers son écosystème (CHU et agences nationales en santé). Les relations de l'unité avec le monde socio-économique existent, mais ne sont pas à la mesure des compétences du LIMICS. L'activité de médiation scientifique vers le grand public est excellente, avec de nombreuses actions variées, et souvent à grande audience.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

## A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le LIMICS a pris en compte une partie importante des recommandations du précédent rapport. Les efforts entrepris pour répondre à certaines d'entre elles sont à poursuivre.

Ces recommandations étaient les suivantes.

### A – Recommandations concernant les produits et activités de la recherche

- « La politique de publications de l'unité doit encourager les publications internationales de forte visibilité dans le domaine informatique sans coloration médicale » : cette recommandation a été partiellement suivie. Des résultats ont été obtenus en revues internationales (leur nombre et la qualité sont en augmentation), mais les efforts pour publier dans les meilleures conférences internationales en informatique sont à poursuivre. Les recrutements de professeurs en informatique ont insufflé une dynamique qui pourra se traduire par une amélioration de la production dans les domaines plus théoriques de l'informatique relevant de l'unité dans la prochaine période. Les demandes de recrutement en cours d'un poste de professeur d'université en IA symbolique et d'un poste de maître de conférences en IA statistique sur SU devraient accentuer cette évolution favorable s'ils sont arbitrés en faveur du LIMICS.
- « La participation des membres de l'unité à l'encadrement scientifique doit être développée et diversifiée, en prenant en compte les orientations de l'unité relatives à l'interdisciplinarité et l'interaction entre ses divers sites, par exemple en développant les co-encadrements entre sites distants, au niveau master ou doctoral. » : cette recommandation a été suivie. Un nombre important de thèses sont co-dirigées entre les membres de l'unité (19/37) et six thèses soutenues couvrent deux des quatre thématiques du LIMICS, dont quatre entre les thématiques RIIS (informatique) et ADeS (informatique médicale), favorisant l'interaction au sein de l'unité.

### B – Recommandations concernant l'organisation et la vie de l'unité

- « L'unité doit se doter de structures de gouvernance adaptées à sa nouvelle taille et à sa répartition géographique de manière à assurer sa pérennité, en s'assurant qu'il n'y a pas de dépendance organisationnelle à un petit nombre de permanents. » : cette recommandation a été suivie, et mérite d'être poursuivie. L'unité a consenti d'importants efforts pour se structurer en prenant en compte sa répartition géographique. Elle s'est munie d'instances de gouvernance : « un conseil de direction (depuis 2019) et un conseil de laboratoire. Le conseil de direction est constitué de membres issus des différents sites. Le conseil de laboratoire est constitué de membres élus, il est ouvert à l'ensemble des membres du LIMICS qui peuvent y assister. Ses modalités de fonctionnement sont transparentes. Le renouvellement de la direction de l'unité a été anticipé. Une nouvelle équipe de direction interdisciplinaire (informatique et santé) est mise en place pour la prochaine période. Enfin, un conseil de pilotage scientifique constitué de médecins de différentes spécialités a été mis en place pour compléter la comitologie du LIMICS. Des modalités d'élections assurant la confidentialité des votes désignant en particulier les membres du conseil de laboratoire doivent être mises en place. De nouvelles réflexions sont entamées pour consolider la gouvernance de l'unité, notamment en la dotant d'un conseil scientifique (Scientific Advisory Board).
- « La lisibilité des orientations scientifiques de l'unité doit être améliorée pour clarifier et unifier les positionnements stratégiques des différents sites autour de l'informatique et de l'information Médicale. » : cette recommandation est partiellement atteinte. Le positionnement scientifique à l'échelle de l'unité, mais aussi à celle des différents sites, est clair à l'interface entre l'informatique (CNU 27) et l'informatique médicale et la biostatistique (CNU 46.04). Les sous-thèmes développés dans les quatre thématiques de l'unité peuvent apparaître dans différentes thématiques, par exemple les travaux en TALN apparaissent dans les deux thématiques RIIS et EDIRC.
- « L'unité doit développer la participation des différents sites au séminaire hebdomadaire en visioconférence. Une infrastructure multi-site doit être mise en place avec toute la technicité utile pour faciliter les échanges entre sites. » : cette recommandation a été suivie. Les différents séminaires et réunions peuvent être suivis par les membres des différents sites de l'unité, ainsi que ses membres à l'extérieur (comme les doctorants à l'étranger). Des moyens de visioconférences sont systématiquement mis en place, et les membres du LIMICS disposent de salles de réunions dans les sites constituant l'unité.
- « Les décisions opérationnelles (telles que le choix des réponses aux appels à projets ou des thèses Cifre) doivent être guidées par les orientations stratégiques de l'unité. » : cette recommandation a été suivie. D'une part l'unité s'est dotée de conseils, et d'autre part des réflexions stratégiques articulées autour



des quatre thématiques de l'unité ont été menées. L'unité a ciblé différents appels à projets européens sur lesquels elle est très visible. Elle y rencontre le succès : huit de ses projets sont soutenus à l'échelle de l'Europe, dont un projet pour lequel l'unité en est le porteur (projet EIT-HEALTH SUOG).

#### C – Recommandations concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

- « L'unité doit continuer à développer son attractivité vis-à-vis de chercheurs à l'interface des sciences des données et du numérique, au service de sa vision des "Learning Health Systems". » : cette recommandation a été suivie. L'unité a défini des priorités scientifiques visant un rééquilibrage en faveur des sciences des données et du numérique. Notamment deux recrutements de professeurs en informatique ont pu être réalisés durant la période à Sorbonne université et à l'université Sorbonne Paris Nord. De plus, des demandes de recrutement ont été proposées (un poste de professeur d'université en IA symbolique et un poste de maître de conférences en IA statistique à Sorbonne Université) pour les campagnes de recrutement en cours et à venir. Enfin, le comité souligne le recrutement d'un CR Inserm en 2022, venant renforcer l'excellente dynamique interdisciplinaire de l'unité.
- « L'unité doit se positionner en porteur et coordinateur de projets nationaux ou internationaux (type ANR ou H2020), ou de réseaux européens de recherche et de formation de type ETN Marie Curie, COST ou EIT-Health. » : cette recommandation a été suivie. Les membres du LIMICS montrent un fort dynamisme (20 réponses aux AAP et 35 aux AAP de l'ANR et de l'ANSMI) avec un très bon taux de succès. Ainsi, l'unité coordonne le projet EIT-HEALTH SUOG parmi les huit projets européens auxquels le LIMICS participe, et l'unité est responsable scientifique et technique de sept projets soutenus par l'ANR parmi les dix auxquelles le LIMICS participe durant cette période.
- « L'unité doit accentuer ses partenariats avec d'autres laboratoires d'informatique, spécialisés dans les aspects fondamentaux des approches qu'elle met en œuvre dans son projet scientifique (ontologies, données massives, apprentissage profond, etc.). » : cette recommandation reste pleinement d'actualité. L'unité porte plusieurs projets en partenariat avec différents laboratoires (PHARES avec le LIMSI – devenu LISN, SUOG et SMELT avec le LIP6). Plusieurs détachements de permanents ont également été réalisés au LIMSI (devenu LISN) et au LAMSADE pendant cette période.
- « L'unité doit veiller à garder un équilibre entre la valence informatique et la valence clinique de ses travaux, ainsi qu'entre les sollicitations d'enseignements et les orientations des recherches qu'elle développe. » : cette recommandation est partiellement suivie, des efforts doivent être poursuivis. La politique de recrutement vise clairement l'équilibre entre l'informatique et l'informatique médicale. Les effectifs de l'unité reposent sur une grande variété de statuts constituant un bon équilibre entre informaticiens et hospitalo-universitaires. La production scientifique de l'unité en matière d'informatique médicale et de numérique en santé est toutefois plus abondante que celle en informatique fondamentale. Le nombre de publications dans les meilleures conférences de l'informatique est à consolider.

## B – DOMAINES D'ÉVALUATION

### DOMAINE 1 : PROFIL, RESSOURCES ET ORGANISATION DE L'UNITÉ

#### Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

Le LIMICS est une unité mono-équipe interdisciplinaires (informatique et informatique médicale) structurée en quatre thématiques scientifiques aux enjeux sociétaux sous-jacents majeurs. Ces objectifs scientifiques sont pertinents et mettent en jeu l'interdisciplinarité de l'unité. Ils s'inscrivent parfaitement dans les orientations de l'Inserm et des politiques d'interdisciplinarité des tutelles universitaires. Le grand nombre de sites d'implantation, parfois distants, et la grande diversité des statuts des personnels, constituent une richesse mais aussi une complexité.

Le bilan scientifique de l'unité est de très bon niveau. Le bilan fait apparaître un nombre important de publications à l'international. Les recherches du LIMICS se positionnent à un très bon niveau par rapport à la compétition internationale dans les domaines de l'ingénierie des connaissances en santé et de l'aide à la décision en santé, tout particulièrement axées sur des enjeux liés aux médicaments et à la pharmacovigilance.

### Appréciation sur les ressources de l'unité

Les effectifs de permanents, de doctorants et de personnels d'appui à la recherche sont globalement stables. Les doctorants sont issus de différentes formations, majoritairement extérieures à la région parisienne, et à l'international. Le nombre de doctorants formés est en deçà du potentiel de l'unité. Le personnel d'appui à la recherche est parfaitement bien intégré au collectif du laboratoire.

Le LIMICS dispose d'un excellent niveau de ressources propres, de sources variées au niveau national et européen. Le pilotage par projet caractérise la gestion de l'unité, sans mutualisation des ressources, mais un certain niveau de soutien est proposé aux différents membres.

### Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

L'unité est répartie sur plusieurs sites distants. Elle fonctionne très bien, plutôt de manière collégiale et transparente, ce qui répond aux attentes de ses personnels. Elle s'est structurée autour d'instances de direction et de pilotage qui ont été mises en place en accompagnement du développement de l'unité. Le pilotage de l'unité (règles et circuits de décision, répartition des moyens) s'est renforcé durant cette période.

Le pilotage du LIMICS apparaît bienveillant, ce qui impacte très positivement la vie du laboratoire. Durant cette période, un règlement interne a pu être défini.

Les règles de sécurité, de protection des données et logiciels produits par le laboratoire restent faibles, reposant pour l'essentiel sur les moyens des différents sites et partenaires. En matière de science ouverte et de science responsable, la politique du laboratoire reste légère.

## *1/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques pertinents.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

#### Unité

Le LIMICS s'est parfaitement approprié l'approche interdisciplinaire qui repose sur des collaborations entre informaticiens et hospitalo-universitaires. L'unité a une très bonne expertise dans les domaines de l'ingénierie des connaissances en santé et de l'aide à la décision en santé, concrétisée par de nombreuses réalisations et projets collaboratifs nationaux et européens. Elle a acquis une expertise reconnue tout particulièrement en formalisation des connaissances médicales pour proposer des algorithmes facilitant le partage, la réutilisation et l'interprétabilité. Elle développe des systèmes d'aide à la décision en santé dirigé par les données et les connaissances.

L'unité a d'excellentes contributions méthodologiques reposant sur des fondements théoriques solides. En particulier le LIMICS a d'importantes contributions en pharmacovigilance au travers de plateformes comme Vigi4Med ou PHARES (plateforme utilisée par l'ANSM), et du développement d'ontologies en santé telle que OpenPVSignal. L'expertise scientifique du LIMICS en ingénierie des connaissances lui confère un rayonnement mondial au travers de la large diffusion du logiciel OWLReady (600 000 téléchargements). Aussi l'amélioration des représentations de connaissances adossée au raisonnement par analogie (publication à IJCAI 2020) se concrétise par l'amélioration de la prise en charge des patientes atteintes de cancer du sein (coordination du projet SMeLT soutenu par l'ANR).

L'unité a des liens forts avec son écosystème (Agence numérique en santé, Agence nationale de la sécurité du médicament, Health Data Hub, ministère de la Santé, les CHU de l'AP-HP et de Rouen). L'interdisciplinarité est une force du LIMICS qui permet aux membres de l'unité de développer de nombreux projets collaboratifs nationaux et européens tels que le projet européen SUOG (Smart Ultrasound in Obstetrics and Gynecology) porté par le LIMICS.

L'unité a une excellente visibilité à l'échelle européenne comme l'attestent les nombreux partenariats dans les projets européens (huit projets durant la période, dont un projet coordonné par le LIMICS) et son rôle moteur dans l'International Medical Informatics Association (IMIA). Le LIMICS bénéficie d'une excellente intégration dans les communautés scientifiques (nationales comme AFIA, AIM, et internationales comme EFMI, IAHSI). Le

LIMICS a également une forte visibilité au niveau de l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM).

Le LIMICS a mené une réflexion de qualité avec l'ensemble des membres de l'unité pour assurer la pérennité de son pilotage.

En complément de l'équipe de direction, le laboratoire est muni d'instances de gouvernance, un conseil de direction (depuis 2019) et un conseil de laboratoire. Le conseil de direction est constitué de membres des différents sites. L'ensemble des membres du LIMICS participent au conseil de laboratoire.

### **Thème RIIS**

Le thème de recherche RIIS se concentre particulièrement sur les ontologies et les terminologies en santé. Les recherches explorent des aspects tels que l'accès, le raisonnement et la visualisation (IA symbolique) favorisant par exemple l'explicabilité. Il bénéficie de ressources terminologiques et ontologiques en partie ouvertes (par exemple HeTOP) ainsi que du logiciel en source ouvert Owl Ready. La solide expertise dans le domaine des ontologies, englobant l'accès, le raisonnement et la visualisation, constitue un pilier majeur de son positionnement. Un nouvel axe, qui n'était pas présent lors de l'évaluation précédente, concerne le traitement automatique des langues (IA statistique), reflétant son engagement croissant dans les avancées de l'intelligence artificielle et du langage naturel. Ces deux orientations permettent au LIMICS d'envisager le développement et l'étude de systèmes d'IA hybrides, combinant l'IA symbolique et l'IA statistique. Cette combinaison d'éléments positionne le LIMICS comme un acteur de premier plan national dans la recherche interdisciplinaire, avec une influence significative dans les domaines des ontologies et du traitement automatique des langues.

### **Thème EDIRC**

Le thème EDIRC représente un modèle de travail scientifique interdisciplinaire, pour répondre aux enjeux stratégiques et opérationnels des entrepôts de données de santé et de la recherche clinique. Ainsi, EDIRC bénéficie de l'environnement propice créé par l'unité et exploite ses liens avec les établissements de santé et les autres thématiques de l'unité, notamment RIIS.

Ce positionnement se traduit par la participation à des réseaux européens tels que EHDEN et à la plateforme du projet européen EHR2EDC, ainsi que la participation au projet ELKER soutenu par l'ANR. L'activité de coordination de projets résultant d'AAP est en retrait.

### **Thème ADES**

La visibilité et la renommée des huit membres permanents sont de portée internationale. Les recherches menées contribuent à l'unification des guides de bonnes pratiques pour la gestion de la multimorbidité, offrant la possibilité d'améliorer la personnalisation des soins et les bénéfices pour le patient (projet européen C3-cloud). Une méthodologie originale d'analyse de la littérature médicale permet d'explorer et de cibler des sujets d'intérêt à travers une interface interactive destinée aux professionnels de la santé non spécialistes en informatique (Ahne et al., 2022, JMIR).

### **Thème M3P**

Le thème M3P a une expertise reconnue dans l'étude des risques médicamenteux. Ce thème est abordé en lien avec des instances nationales majeures (ANSM, ANS et HAS). Il donne lieu au transfert de produits de la recherche vers la pratique au quotidien (par exemple la plateforme PHARES permet de détecter les effets indésirables médicamenteux par analyse automatisée des réseaux sociaux, couplée à une représentation graphique innovante par glyphe à fleurs).

## Points faibles et risques liés au contexte

### **Unité**

Le positionnement thématique l'unité est en retrait sur les tout derniers développements méthodologiques porteurs en informatique au profit de l'informatique médicale (on peut évoquer par exemple les Large Language Model – LLM – en santé reposant sur des fondements théoriques de l'IA statistique).

Le LIMICS se projette sur un grand nombre de sites ce qui lui donne accès à des compétences variées en soutien de l'interdisciplinarité entre l'informatique et l'informatique médicale. Néanmoins la multiplication des sites géographiques, parfois distants (Paris, Rouen et Saint-Étienne), constitue une complexité.

La grande diversité des statuts (chercheurs, enseignants-chercheurs, personnels hospitalo-universitaires, personnels hospitaliers) est une richesse mais peut également constituer un autre élément de complexité. Les contraintes pesant sur les membres de l'unité sont souvent indexées par ces statuts.

Le pilotage du LIMICS, organisé en une unité mono-équipe, reste horizontal. La mise en place de structures de pilotages (conseil de direction et conseil de laboratoire) repose sur des modalités et des procédures qui restent peu formalisées.

Le processus de structuration du LIMICS n'est pas encore abouti ; un comité de pilotage scientifique (SAB) n'est pas en place. Sa constitution est prévue dans la trajectoire du LIMICS pour la prochaine période, mais le périmètre et les modalités restent à clairement définir.

Une politique d'accueil des personnels, notamment non permanents est mise en place. La politique d'accompagnement des permanents recrutés est basée uniquement sur les moyens mis à disposition par les tutelles (décharges d'enseignement et primes Inserm).

## *2/ L'unité dispose de ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche et les mobilise.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

Les permanents participent à différentes thématiques, affichant une activité principale et secondaire, favorisant une interdisciplinarité effective reposant sur de fortes collaborations entre informaticiens et hospitalo-universitaires.

Les effectifs permanents du LIMICS sont stables, avec une légère augmentation (36 permanents en 2019, 38 permanents en fin 2022). L'unité bénéficie d'un bon équilibre entre permanents spécialistes de l'informatique et permanents spécialistes de l'informatique Médicale.

Durant la période en évaluation (1<sup>er</sup> janvier 2017 au 31 décembre 2022) l'unité a accueilli huit post-doctorants, et 37 doctorants (dont 4 abandons). L'unité est attractive vis-à-vis des doctorants : plus de 50 % (17 /33) de doctorants sont issus d'établissement hors île de France. La durée moyenne des thèses est conforme (38 mois en moyenne par thèse soutenue durant la période). Le nombre de stagiaires accueillis est régulier à hauteur de 1,5 par ETP par an.

Les ressources financières de l'unité sont globalement en hausse au cours de la période (716 k€ en 2017, 805 k€ en 2022). Les ressources propres sont importantes, 662 k€ par an en moyenne (47 k€ par an par ETP). L'unité a une solide activité en matière de réponse aux AAP compétitifs : 47.5 % résultant d'AAP européens (1 886 k€) et 46 % (1 839 k€) résultant d'AAP nationaux. L'intensité de cette activité reste constante depuis la précédente période. L'implication à l'échelle européenne reste très bonne (8 contrats européens durant la période dont un a pour coordinateur principal un membre du LIMICS).

La répartition des ressources récurrentes est effectuée entre les chercheurs et enseignants-chercheurs de l'unité de manière transparente, suivant une politique peu formalisée.

Les locaux sont géographiquement répartis sur les différents sites. Des bureaux sont attribués avec des salles de réunion sur chaque site. Les infrastructures utilisées par les membres du LIMICS sont essentiellement celles des sites d'hébergement.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le personnel d'appui à la recherche est bien intégré, mais il est en nombre très limité (3 personnes, dont des temps partiels) au regard de la taille du LIMICS et de son développement, faisant courir un risque majeur à son bon fonctionnement ; chaque fonction (par exemple la gestion administrative et financière du laboratoire) repose entièrement sur une seule personne, à temps partiel ce qui constitue un point de fragilité.

L'assistance technique et la maintenance du parc informatique sont des tâches rendues complexes par la répartition sur plusieurs sites distants. La gestion des infrastructures apparaît fragilisée et instable sur quelques sites par manque de personnel. Le nombre insuffisant de personnels en support technique rend le maintien des plateformes fragile ; l'unité s'en remet essentiellement à l'implication des personnels permanents et des doctorants. Ce point est d'autant plus dommageable que l'unité a des résultats remarquables en ce domaine (par exemple le logiciel OWLReady a obtenu 600 000 téléchargements témoignant de sa très large visibilité à l'échelle internationale, et de son succès mondial).

Durant la période, le nombre de thèses est stable par rapport à la précédente période. Ce chiffre reste néanmoins modeste au regard du potentiel du LIMICS (nombre de thèses soutenues par HDR de 1,4) et des thématiques développées. Le comité a constaté une répartition hétérogène des thèses entre les quatre thématiques.

Le nombre d'HDR soutenues est limité à deux au cours de cette période de six ans (sur un potentiel de 12 CR/MCF).

La politique scientifique de l'unité repose sur une recherche par projet, ce qui constitue la part la plus importante de son financement. Il n'y a pas de politique claire en matière de mutualisation d'une part mobilisable des ressources propres. La politique de soutien financier des membres du LIMICS repose sur des procédures peu formalisées et identifiables.

L'unité se présente comme une unité monoéquipe, ce qui rend les activités scientifiques et le positionnement des membres du LIMICS dans ses activités parfois difficiles à lire. Les activités transverses multi-thématiques sont certes le signe d'une excellente interdisciplinarité, mais le positionnement de domaines scientifiques et leur articulation manque parfois de lisibilité (par exemple, le comité observe que le domaine scientifique du traitement automatique de la langue recouvre les deux thématiques RIIS et EDIRC).

*3/ Les pratiques de l'unité sont conformes aux règles et aux directives définies par ses tutelles en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement, de protocoles éthiques et de protection des données ainsi que du patrimoine scientifique.*

#### Points forts et possibilités liées au contexte

La répartition sur plusieurs sites géographiques et une forte diversité des statuts parmi les membres de l'unité, est à la fois une richesse pour l'unité mais complexifient son fonctionnement. Le comité a noté la vigilance de la direction de l'unité sur ce point, afin d'assurer une cohésion globale du LIMICS. Par exemple, il a été mis en place systématiquement des visioconférences pour permettre à l'ensemble des membres du LIMICS de participer aux réunions et aux manifestations organisées.

Le renouvellement de l'équipe de direction a été anticipé, et a fait l'objet de discussions ouvertes qui ont permis d'aboutir à une configuration qui tient compte notamment de la pluridisciplinarité et de la répartition géographique du laboratoire.

Les membres du LIMICS, permanents et non permanents disposent d'excellentes conditions matérielles. Des postes de travail modernes et adaptés sont systématiquement mis à disposition des personnels. L'accès aux ressources (jeux de données, logiciels...) utiles aux travaux menés est également facilité.

La politique de sécurisation et de prévention des risques psycho-sociaux repose sur des actions de sensibilisation et de recommandations. Des sites Web externes sont accessibles aux membres de l'unité.

#### Points faibles et risques liés au contexte

Même si le mode de gouvernance fonctionne actuellement à la satisfaction des membres de l'unité, ce mode de gouvernance reste peu hiérarchique et peu formalisé.

Sur le plan de la parité, le laboratoire a un déséquilibre observable (35 % de femmes dans les permanents). La parité n'est pas atteinte dans les recrutements de permanents et de doctorants. Le laboratoire a identifié clairement ce point, et sensibilise les membres du LIMICS.

Les règles et les procédures administratives ne sont pas harmonisées entre tutelles. Notamment l'unité rencontre des difficultés dans la gestion et la reconnaissance des fonds propres entre les tutelles universitaires.

La politique de préservation de l'environnement et du développement durable de l'unité est basée sur la tenue de séminaires de sensibilisation. Deux membres du LIMICS ont participé aux réunions organisées par les tutelles universitaires. Le comité note une réflexion du laboratoire qui apparaît à ce stade comme minimale sur l'impact environnemental de ses recherches, au-delà de quelques actions de sensibilisation. Un plan d'action « Science Responsable » dans la trajectoire de l'unité est indiqué. Un bilan carbone (GES) du laboratoire est en cours d'établissement, mais seules des recommandations sont envisagées, sans objectif de réduction à atteindre.

## DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

### Appréciation sur l'attractivité de l'unité

L'unité est rendue très visible par son positionnement thématique et son double ancrage académique et hospitalier. Très dynamique dans la participation à des projets nationaux et européens et dans leur coordination, l'unité compte également des membres invités dans des conférences majeures du domaine de l'informatique médicale. Ces activités reposent cependant majoritairement sur quelques membres de l'unité et ne sont pas réparties de manière homogène dans les quatre thèmes.

- 1/ *L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et s'insère dans l'espace européen de la recherche.*
- 2/ *L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accompagnement des personnels.*
- 3/ *L'unité est attractive par la reconnaissance de ses succès à des appels à projets compétitifs.*
- 4/ *L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences techniques.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les quatre références ci-dessus

#### Unité

L'unité a une très bonne visibilité traduite par des invitations dans des congrès internationaux, notamment pour les thèmes ADeS et RIIS. Au total, il y a eu plus de 100 invitations dans des colloques, dont quatorze au niveau international. Certaines de ces invitations sont significatives, c'est le cas par exemple de l'invitation à donner une keynote lors du MIE 2018 à Göteborg.

Cinq membres de l'unité ont effectué des séjours longs à l'international, de six mois à un an.

L'implication dans des organisations très visibles est également un marqueur fort de l'unité, avec une très bonne activité, voire excellente pour le thème ADeS.

Deux membres de l'unité ont été « vice-président IMIA for services » et « président-elect IMIA ». L'unité est également fortement visible pour sa participation à la « European Federation of Medical Informatics (EFMI) », un membre de l'unité participant au conseil et étant représentant pour la France.

De plus, un membre participe au comité scientifique de l'ANSM, instance nationale majeure et acteur national essentiel sur la sécurité du médicament.

La très bonne visibilité de l'unité découle également de son activité d'organisation de congrès internationaux. Ainsi, les chercheurs du thème ADeS ont participé à l'organisation de trois congrès majeurs d'envergure internationale (Co-chair – MIE [Medical Informatic Europe] Annual congress 2022 ; Co-chair – AMIA [American Medical Informatic Association] Annual congress 2022 & 2023) ainsi que de plusieurs événements d'importance nationale (par exemple MEDINFO 2019, IA&santé 2018 & 2019), tandis que sept congrès et ateliers ont été organisés par des membres du thème RIIS (par exemple TOTH, Terminologie & ontologie : théories et applications).

Le thème EDIRC a co-organisé en octobre 2017 la 5<sup>e</sup> édition du meeting européen de la communauté « informatics for integrating biology and the bedside » (i2b2)

L'unité fait preuve d'un réel engagement dans le domaine éditorial, avec des réalisations d'excellent niveau pour ADeS (par exemple, direction éditoriale du Yearbook of Medical Informatics jusqu'en 2019) et de très bon niveau pour M3P.



L'unité se distingue par sa contribution aux instances de pilotage et d'expertises scientifiques, notamment les sociétés savantes, les agences de financement. Cette participation est d'excellent niveau sur les aspects médicaments pour le thème M3P et prend la forme de contributions pour des acteurs majeurs tels que la HAS pour EDIRC.

Les membres de l'unité ont obtenu huit prix « best paper » et cinq prix de « best student paper » dans des conférences internationales, dont un « best paper » à la conférence internationale MedInfo, majeure dans le domaine.

L'unité a attiré 37 doctorants, dont deux doctorants étrangers bénéficiant de bourses de leur gouvernement (Turquie et Chine) ; la moitié des étudiants ont validé leur master en dehors de l'Île-de-France (et huit à l'étranger), soulignant l'attractivité de l'unité.

Le comité note également la capacité remarquable de l'unité à faire soutenir des thèses de praticiens hospitaliers, notamment EDIRC : trois thèses de médecins en exercice sur les cinq doctorants de la période.

Très peu de recrutements d'enseignants-chercheurs ont été effectués sur la période, mais les deux recrutements effectués sont extérieurs tout en restant en totale cohérence avec les orientations scientifiques. Le comité note également la très grande capacité de l'unité à attirer des profils du milieu hospitalier.

L'accueil des personnels fait appel à des outils de qualité, les équipements nécessaires étant systématiquement fournis. Une attention particulière est portée sur l'accès aux ressources nécessaires, notamment les données et les outils, malgré les contraintes afférentes au domaine de la santé.

L'activité de réponse aux AAP compétitifs est globalement excellente. Le bilan fait apparaître huit projets européens (dont 3 du programme H2020 et un projet porté par l'unité – SUOG), dix projets soutenus par l'ANR, dont sept comme porteur, et trois soutenus par le PIA. L'unité sait également répondre aux AAP d'agences liées à la santé, telles que l'ANSM (deux projets soutenus). Ce sont ainsi 59 projets répertoriés au total durant la période, avec une large répartition sur 21 membres du LIMICS, et une grande variété de financeurs nationaux et européens. Le LIMICS est aussi présent auprès des acteurs locaux (collectivités locales, notamment de la région Île-de-France, et du Carnot Interfaces), ou encore d'acteurs comme SOS Médecin.

La gestion et l'exploitation de certaines données, de manière générale ou dans le cadre des projets, nécessitent la mise à disposition d'environnements spécifiques. L'unité dispose d'infrastructures dédiées sur ses différents sites. Ces infrastructures sont pour l'essentiel celles des établissements hospitaliers avec lesquels l'unité travaille (notamment une salle sur le site de l'Odéon et à Bobigny, des équipements sur le site de l'Hôpital Trousseau et le CHU de Rouen). Le LIMICS bénéficie ainsi d'un accès facilité aux données de santé.

### **Thème RIIS**

Le thème est très visible grâce à l'implication des chercheurs dans l'organisation de sept congrès et ateliers nationaux (par exemple TOTh, Terminologie & ontologie : théories et applications). Les chercheurs de l'équipe ont reçu une quinzaine d'invitations réparties entre six membres (par exemple, invitation au 3<sup>e</sup> International Workshop de l'EMMC – European Materials Modelling Council).

La participation des membres du thème à des instances de pilotage de la recherche et à des instances d'expertises scientifiques est très bonne. Plus de vingt expertises de projets ont été réalisées sur commande tant au niveau national (ANR, ANRT) qu'international (Belgique, Pologne, Mexique).

La thématique est soutenue par un nombre important et varié de financements, comprenant trois projets européens, un projet du PIA, cinq projets soutenus par l'ANR, dont deux menés en commun avec d'autres thèmes de l'unité. L'unité bénéficie également de financements locaux s'élevant de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de milliers d'euros pour le laboratoire.

### **Thème EDIRC**

Le thème EDIRC a acquis de la visibilité grâce à l'activité d'organisation de congrès (co-organisation en 2017 de la 5<sup>e</sup> édition du meeting européen de la communauté «informatics for integrating biology and the bedside», I2B), et à celle d'éditeur (par exemple, « Clinical Research Informatics »).

Le thème répond également aux demandes d'expertises et un membre est co-auteur du « rapport de la HAS sur l'état des lieux des EDS en France » (2022).

Par ailleurs, le thème a su attirer treize nouvelles personnes, et notamment des professionnels de santé en poste au CHU de Rouen et à l'AP-HP. C'est un marqueur très positif de son positionnement interdisciplinaire, de sa capacité à équilibrer les apports scientifiques et de son ancrage dans les établissements de santé.

Sur les cinq doctorants du thème, quatre ont obtenu leur master en dehors de l'Île-de-France et trois sont des médecins en exercice, ce qui souligne l'attractivité du thème et sa capacité à attirer en thèse des professionnels de santé.

Des membres du thème participent au projet européen IDEA4RC (Intelligent Ecosystem to improve the governance, the sharing and the re-use of health Data for Rare Cancers 2022-2026) et au projet européen EUCAIM (EUropean federation for CAncer IMage) débuté en 2022. Ce thème rencontre également le succès aux AAP nationaux : implication dans le projet ReMIAMes (231 k€) soutenu par l'ANR et contribution au projet P4DP (Platform for Data in Primary care) soutenu par BPI France, le CHU de Rouen étant un partenaire du projet. De plus, des projets sont menés avec le concours du Health Data Hub qui fait référence au plan national, celui de l'AP-HP notamment. Des projets sont soutenus localement, comme le projet de cohorte Evrest financé par exemple par la CARSAT Normandie (24 k€).

### **Thème ADeS**

Les chercheurs de ce thème ont joué un rôle très actif au sein d'organisations internationales telles que l'IMIA, l'IAHSI et l'EFMI. Plus de quarante invitations ont été adressées à un groupe restreint de chercheurs, mettant ainsi en évidence leur forte implication dans le domaine. Ce thème a été impliqué dans l'organisation de trois congrès majeurs d'envergure internationale (MIE 2022 ; AMIA 2022 & 2023) ainsi que dans celle de plusieurs événements d'importance nationale comme MEDINFO 2019, IA&santé 2018 & 2019. De plus, le thème a démontré un fort engagement dans le domaine éditorial, avec des réalisations notables (direction éditoriale du Yearbook of Medical Informatics jusqu'en 2019, éditrice associée du journal Applied Clinical Informatics, présidence de la Commission des Best Papers de l'IMIA, participation au comité éditorial du Journal of Biomedical Informatics).

Les membres du thème ont reçu plus d'une dizaine de prix ou distinctions scientifiques, avec une concentration sur quelques chercheurs (dont cinq récompenses pour les meilleurs articles de conférence, ainsi que trois titres de « Fellow » décernés par l'International Academy of Health Science Informatics en 2017 et 2019, et l'American College of Medical Informatics en 2019).

Le thème s'est avéré particulièrement attractif, comptant un total de quatorze doctorants (dont la moitié provient de l'extérieur de Paris), ainsi que cinq post-doctorants (en collaboration avec d'autres domaines thématiques).

Le thème a procédé au recrutement d'un chercheur HDR qui participe partiellement au thème. Ce chercheur a ensuite été embauché en tant que chargé de recherche en 2022, et un nouveau professeur a été recruté.

La thématique a une excellente activité contractuelle avec quatre projets européens (dont la coordination du projet EIT-HEALTH en collaboration avec les thématiques RIIS et EDRIC), deux projets soutenus par l'ANR, et trois projets du PIA (PsyCARE, ECSN, et SANURN). Par ailleurs, l'unité a été associée à deux financés par l'ANSM, ainsi qu'à d'autres tel que le SIRIC Curamus. Il est à noter que l'unité a bénéficié de financements de collectivités locales, notamment de la région Île-de-France et du Carnot Interfaces.

### **Thème M3P**

Le rayonnement scientifique de l'axe M3P est notable. Il en découle une participation au comité scientifique de l'ANSM, instance nationale majeure sur la sécurité du médicament, des invitations à des congrès nationaux et internationaux reconnus, dont une invitation à donner une keynote au congrès MIE 2018 (congrès reconnu, et de premier rang en informatique médicale), une demande d'expertise pour la Commission européenne (Europe IHI), et un best paper Medinfo 2019.

La thématique M3P a accueilli deux doctorants.

Compte tenu des RH impliquées dans ce thème, le succès aux AAP est très bon. Le thème a par exemple rencontré le succès pour un projet auprès de l'ANR (PSYHAMM). Le projet européen OPEN PVSIGNAL s'est fini durant la période.



## Points faibles et risques liés au contexte pour les quatre références ci-dessus

### Unité

Malgré le rayonnement de l'unité, les nombreuses invitations sont concentrées sur cinq membres. De plus, toutes les invitations ne sont pas liées aux conférences les plus visibles, et les thèmes RIIS et EDIRC sont en retrait pour l'organisation de congrès, M3P bénéficiant de son côté du dynamisme d'ADeS sur cet aspect.

L'excellence de l'unité pour la participation à certaines instances de pilotage repose sur peu de personnes.

Les chercheurs invités accueillis sont peu nombreux durant la période, avec des durées limitées et une faible diversité géographique.

Par ailleurs, l'unité ne dispose pas des moyens permettant de maintenir dans la durée les plateformes et les développements, alors même que certains de ces développements sont de nature à assoir mondialement la visibilité de l'unité. Le manque de ressources fait courir un risque important pour les chercheurs de perdre une grande partie du potentiel de valorisation de leurs travaux.

### Thème RIIS

En ce qui concerne les conférences, la thématique ne tire pas pleinement avantage de la spécialisation médicale de l'unité, et sa contribution à la communauté de recherche informatique n'est pas suffisamment active.

Les invitations à des événements internationaux sont limitées à seulement quatre, ce qui est un bilan améliorable. Les congrès organisés se limitent actuellement à des événements de portée nationale. Aucune responsabilité éditoriale n'a été assumée, et la participation à des sociétés savantes reste très limitée. Il est nécessaire de mettre en place une politique de chercheurs invités, seuls quatre chercheurs pour une période de moins d'un mois ont été accueillis, ce qui est insuffisant même en tenant compte de la période de pandémie.

### Thème EDIRC

Le thème EDIRC est globalement peu actif sur le plan de la participation à des conférences et à des projets résultant d'AAP.

Les invitations dans les congrès internationaux du thème EDIRC reposent sur deux membres dont la participation au thème est faible (10 à 20 %).

Le thème EDIRC organise très peu de congrès internationaux majeurs et ne participe que très faiblement aux divers comités ; le bilan ne fait apparaître qu'une co-organisation de colloque. Par ailleurs, aucun prix n'a été obtenu sur la période, et le thème n'est impliqué dans aucun projet du PIA.

Le thème EDIRC ne porte pas d'actions ou de projets avec le monde socio-économique malgré la pertinence des questions scientifiques abordées et des domaines applicatifs étudiés.

### Thème ADeS

Le rayonnement international est garanti par des chercheurs éminents dans leurs domaines respectifs. Cependant, ce rayonnement scientifique résulte d'un nombre restreint (4 sur 17) de personnes.

Bien que l'équipe jouisse d'une très bonne réputation et d'une visibilité internationale, le nombre d'invitations lancées à des chercheurs internationaux de renom est limité. De plus, on observe une absence de diversité parmi les chercheurs invités.

### Thème M3P

Le rayonnement est surtout porté par une personne. Aucun congrès n'a été organisé. Aucun projet découlant d'AAP européens ou lié au PIA ne figure au bilan du thème. Le faible nombre d'ETP affecté au thème M3P en est, sans doute, pour partie, la cause.

## DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

### Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique du laboratoire est de très bonne qualité dans les domaines relevant de l'interdisciplinarité entre informatique et santé, au cœur de la démarche du LIMICS. L'unité a d'excellentes contributions méthodologiques reposant sur des fondements théoriques solides. L'unité est très visible à l'échelle nationale et européenne dans ses domaines d'excellence (ingénierie des connaissances et aide à la décision en santé). Le nombre de publications relevant de l'informatique est élevé dans les revues internationales reconnues et il est mesuré dans les conférences internationales.

- 1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.*
- 2/ La production scientifique de l'unité est proportionnée à son potentiel de recherche et correctement répartie entre ses personnels.*
- 3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte. Elle est conforme aux directives applicables dans ce domaine.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

#### Unité

La production scientifique de l'unité est globalement excellente (revues, conférences et chapitres d'Ouvrages) avec un taux de publications de 5,4 par an par ETP (sur la base de 14,23 ETP durant la période entre 2017 et 2022). Elle porte sur des contributions méthodologiques reposant sur des fondements théoriques solides, et bénéficie grandement de l'interdisciplinarité entre informatique et informatique médicale. L'unité a notamment d'excellentes contributions en pharmacovigilance, en développement d'ontologies en santé, et en représentation de connaissances et raisonnements visant à améliorer la prise en charge des patientes atteintes de cancer du sein. Cette production scientifique est essentiellement orientée sur les revues internationales ciblant les principaux journaux et congrès reconnus de l'informatique médicale tels que IMIA Yearbook of Medical Informatics et Medical Informatics Europe Conference (MIE), ou encore International Journal of Medical Informatics, Artificial Intelligence in Medicine, Drug Safety. Plus spécifiquement, s'agissant des thématiques de l'informatique médicale, le taux de publication de 5,2 par an par ETP de la thématique M3P et de 4,4 des thématiques ADeS et EDIRC est excellent ; il est un peu en retrait s'agissant du domaine de l'informatique (2,3 par an par ETP pour la thématique RIIS).

La qualité des publications en revues internationales dans les thématiques relevant de l'informatique médicale est très bonne (50 % des publications relevant des thématiques ADeS et M3P sont réalisées dans les meilleures revues internationales). De très bonnes publications en revues internationales concernent également l'informatique (42 % des articles relevant du thème RIIS sont publiés dans les meilleures revues internationales).

Les co-publications avec des partenaires internationaux sont très majoritaires (93 % de la production scientifique en informatique médicale et ses applications, EDIRC, ADES et M3P).

La production scientifique de l'unité respecte en grande majorité les principes de la science ouverte (près de 60 % des publications en revues et conférences sont en Open Access). Le LIMICS, reconnu de longue date pour son expertise en ingénierie des connaissances pour la santé, diffuse largement ses contributions dans les ontologies médicales et les logiciels produits (par exemple le logiciel OWL Ready a été téléchargé 600 000 fois, ce qui constitue une contribution exceptionnelle témoignant du succès mondial de ce développement).

#### Thème RIIS

L'équipe se concentre sur deux axes principaux : le traitement automatique du langage (TAL) et la recherche sur les ontologies (accès, raisonnement, visualisation), pour des applications dans le domaine médical. Les liens entre ces axes et d'autres domaines de l'unité sont étroits ; par exemple, on peut souligner la relation avec les

entrepôts de données en santé et la confidentialité des données grâce à la recherche des entités nommées dans les textes.

En ce qui concerne la diffusion de ses travaux, la thématique a présenté 117 publications dans différentes conférences et revues. La production se caractérise par une orientation plus applicative que théorique, comme en témoigne le choix des conférences ciblées. RIIS a un très bon niveau d'activité en matière de participation à des conférences comme en témoigne sa participation à des événements de renommée nationale tels que TALN, DEFT, Toth, ainsi qu'à des conférences internationales reconnues comme AIME, IJCAI, Word Wide Web conference et International Conference on Information and Knowledge Management. Le niveau de publications en revue est excellent (plus de 40 % des revues internationales ciblées relèvent des meilleures revues du domaine).

L'unité bénéficie d'une visibilité notable auprès des partenaires internationaux de haut niveau. Elle résulte notamment de la participation à des conférences telles que l'International Conference Information Visualisation avec des partenaires du Sénégal, et AIME avec des partenaires de Suède et d'Autriche. De plus, des collaborations fructueuses ont été établies à l'international, comme en témoigne la publication dans la revue « Artificial Intelligence in Medicine » en collaboration avec des chercheurs du Royaume-Uni.

La thématique respecte les principes de la science ouverte. Elle a mis en place une bibliothèque en source ouverte orientée ontologies et une large majorité d'articles est librement accessible.

### **Thème EDIRC**

La production scientifique du thème EDIRC est en lien fort avec celle du thème RIIS. Les études portant sur la gestion et l'exploitation des entrepôts de données de santé constituent un élément original de l'équipe dans la communauté des laboratoires d'informatique. Les travaux du thème reposent sur des domaines traités également au sein du thème RIIS : interopérabilité sémantique, intégration de données, sécurité et confidentialité des données, extraction d'information, qualité des données, apprentissage, visualisation.

Le comité note 72 publications en revue, ce qui correspond à un très bon niveau de publication par rapport au potentiel RH de la thématique (2,8 publications en revue par an et par ETP). Les revues dans lesquelles sont publiés les travaux sont de très bon niveau (Artificial Intelligence in Medicine, European Journal of Cancer, International Journal of Cancer, PLoS ONE, Journal of Biomedical Informatics, Human Vaccines & Immunotherapeutics). Certaines publications en revue du thème EDIRC le sont avec des co-auteurs internationaux (environ 20 %), notamment de Ghent University, University of Warwick, de Boston, de Columbia University ou encore de Queen Mary University of London. Ces co-publications internationales apparaissent globalement dans des revues de niveau moyen et, pour certaines, de bon à très bon niveau (ex. « Medical Informatics »).

Sur les vingt personnes du thème, seules deux personnes n'ont pas de publication de revue dans le thème mais elles publient dans d'autres thèmes, et la répartition est homogène pour les autres membres.

Dix-neuf des 72 publications sont copubliées avec des doctorants, pour cinq doctorants présents dans l'équipe. Le comité note que deux doctorants sur cinq ont de très bonnes publications dans les revues du thème alors que trois autres n'ont pas de publication dans ce thème mais dans d'autres thèmes.

55 des 72 publications en revue sont disponibles en accès ouvert, soulignant l'attention portée par l'équipe à la science ouverte.

### **Thème ADeS**

La production au sein du thème est d'une excellente qualité, comme en attestent les publications dans des revues et des conférences de renom. Environ 47 % des articles sont publiés dans des revues de premier plan telles que « Artificial Intelligence in Medicine » et « Journal of Biomedical Informatics ». Environ 20 % des publications sont présentées lors de conférences de premier plan dans le domaine. Ces publications participent de la reconnaissance dont bénéficie l'équipe et qui lui a valu d'être lauréate de cinq prix du meilleur article.

La diversité des collaborations internationales, en particulier dans le cadre de projets résultant d'AAP, joue un rôle essentiel dans l'intensité de l'activité de co-publications avec des chercheurs internationaux ; plus de 93 % de la production scientifique en informatique médicale et ses applications (EDIRC, ADES, M3P) intègre au moins un contributeur extérieur, et environ 20 % de ces collaborations s'établissent avec des chercheurs internationaux (Royaume-Uni, Autriche, Sénégal entre autres).

La production du thème dans des revues ou conférences de premier plan est concentrée sur la moitié des chercheurs. La production scientifique en matière de recherche en informatique médicale et ses applications (EDIRC, ADES, M3P) est équilibrée : un tiers de la production peut être attribué à chaque thème de recherche.

Les doctorants jouent un rôle actif dans la production scientifique de l'unité (31 % de la production), que ce soit à travers la publication de leurs thèses, le développement de logiciels, la rédaction d'articles, ou leur participation à des conférences.

Environ la moitié des productions, y compris les articles et les conférences, sont accessibles en libre accès (open access). De plus, la grande majorité des logiciels développés, des méthodes, et des algorithmes sont disponibles sur des plateformes de dépôt telles que GitHub et GitLab. De même, les ontologies sont mises à disposition sur des serveurs internationaux avec une licence Creative Commons, et elles seront ultérieurement intégrées dans la plateforme sémantique LIMICS.

### **Thème M3P**

La production scientifique du thème M3P est originale. En effet, elle rend possible le transfert des productions réalisées en lien avec les autres thèmes (ADeS) vers la pratique courante, notamment en pharmaco-vigilance. Par exemple, une plateforme de synthèse des ADR lors des essais cliniques référencés et une plateforme VIGI4MED ont été développées et diffusées vers l'ANSM. Les résultats de la recherche de l'équipe ont donc un réel impact national. Les publications sont basées sur des fondements théoriques et méthodologiques solides. Les co-publications avec des partenaires internationaux sont peu fréquentes (3 publications sur 30) et sont liées au projet européen OPEN PVSignal.

La production scientifique est excellente, avec 30 articles originaux, dont 12 (40 %) dans des revues de grande qualité (Journal of Medical Internet Research, International Journal of Medical Informatics, Drug Safety), soit 3,4 articles/ETP/an au total, et 1,4 article/ETP/an dans une très bonne revue. Les présentations en congrès sont nombreuses et de très bonne qualité, avec quatorze présentations orales avec proceedings au congrès MIE (1,5 MIE/an/ETP), et plus de 60 % de présentation dans des congrès de premier rang international. La production scientifique est bien répartie entre les membres du thème, tous les membres participant à la publication de plusieurs articles au cours de la période. Les doctorants participent activement à la production scientifique (Frontiers in Pharmacology, MIE).

Sur les 30 articles originaux, 22 ont leur contenu en accès libre (green ou gold Open Access). Les plateformes sont ouvertes. Les principes FAIR sont appliqués, notamment en ce qui concerne le projet européen phare du thème M3P, OPEN PVSignal.

### **Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus**

#### **Unité**

La production scientifique de l'unité en informatique (ontologies, TALN, apprentissage) apparaît cantonnée aux aspects méthodologiques, et leur dimension fondamentale reste peu exploitée dans les meilleures revues et conférences internationales des domaines informatiques couverts.

La production scientifique de l'unité est en grande majorité tournée vers des revues internationales. Cependant, le nombre et la proportion de publications en conférences internationales très sélectives apparaissent comme perfectibles.

La production scientifique de l'unité présente une certaine hétérogénéité entre ses thématiques. La production est très bonne dans les thématiques EDIRC, ADeS et M3P (avec un taux de publication supérieur 4 par ETP par an) et moins importante sur la thématique RIIS (avec un taux de 2,3 par ETP par an).

Les doctorants et post-doctorants contribuent pour une part relativement limitée à la production scientifique du LIMICS (25 % des publications en conférences et revues internationales).

La diffusion en science ouverte de la production scientifique de l'unité repose sur l'initiative de ses personnels. Il n'y a pas de mise en place d'une politique et d'une stratégie de partage systématique (publications, ontologies et corpus, logiciels).

Il n'y a pas de plateforme de diffusion et de partage en accès libre à l'échelle de l'unité, pour pérenniser la disponibilité des codes informatiques et des ressources.

#### **Thème RIIS**

La politique de publications lors des grandes conférences en TALN est perfectible. De manière générale, la répartition des publications par chercheur permanent est inégale. Par ailleurs, la participation des doctorants et des post-doctorants dans la production est faible avec une contribution à moins d'un quart de la production scientifique.

### Thème EDIRC

La qualité des supports ciblés est perfectible. Aucune publication n'est proposée dans des revues méthodologiques pour le thème EDIRC s, alors que cette recommandation avait été formulée lors de la dernière évaluation. Par ailleurs, une proportion assez faible de publications est produite dans les revues de tout premier plan : le nombre de publications en revues est de très bon niveau, mais un peu moins de 20 % paraissent dans des revues de très bon niveau.

### Thème ADeS

La majeure partie de la production est concentrée sur la moitié des membres, seuls deux chercheurs sont affiliés à 100 % au thème.

### Thème M3P

Le nombre d'ETP affectés au thème M3P est faible, avec onze membres mais seulement deux membres à 50 % ou plus. La proportion de publications du thème M3P est donc plus faible que celle des autres thèmes (14 % des publications de l'unité sont liées au thème M3P).

Le bilan ne dénombre que trois publications avec des partenaires européens renommés ; elles s'inscrivent dans le cadre du projet européen OPEN PVSIGNAL, qui est désormais terminé. Certaines publications sont potentiellement à portée internationale mais semblent limitées à la valorisation du LIMICS (ex : publication de la plateforme résumant les ADR des RCT internationaux par des glyphes en fleur : un seul auteur en informatique, et pas de lien apparent avec la pharmacovigilance).

## DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

### Appréciation sur l'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société

L'inscription des activités de recherche dans la société est de très bonne qualité, principalement portée par la valorisation des applications en santé numérique. La valorisation concerne des plateformes et des recommandations utilisées par des instances nationales majeures, ainsi que des dépôts d'invention. La communication vers le grand public est variée, riche, et souvent à grande audience. Les liens avec les acteurs industriels restent en retrait, avec notamment peu de dispositifs Cifre mis en place.

- 1/ L'unité se distingue par la qualité et la quantité de ses interactions avec le monde non-académique.*
- 2/ L'unité développe des produits à destination du monde culturel, économique et social.*
- 3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

### Unité

L'effort consenti pour mettre en place un lien avec les CHU s'agissant des thématiques d'intérêt du LIMICS doit être souligné. Le LIMICS a un lien naturel avec les CHU (APHP et Rouen) en raison des nombreux membres HU de l'unité. La stratégie d'intégration des membres du CHU de Rouen, proposée lors de précédente évaluation, apparaît aujourd'hui comme une stratégie efficiente.

Le LIMICS a un fort impact dans le domaine du numérique en santé. Il dispose de plateformes reconnues au niveau national (PHARES pour l'ANSM) et international (HeTOP). De nouvelles collaborations institutionnelles se développent pour inscrire le LIMICS dans les stratégies de formation (PIA4 Compétences d'avenir) dans le

numérique en santé. Le LIMICS parvient à se positionner comme un interlocuteur et un acteur reconnu sur des thématiques à fort enjeu sociétal, notamment le numérique en santé et les données de santé.

Les relations non-académiques sont surtout portées par les relations avec l'ANSM, la HAS et l'ANS, qui sont de très bonne qualité. La collaboration avec l'ANSM est ancienne, solidement ancrée par un partenariat de longue durée.

L'activité de valorisation est soutenue. Le LIMICS a déposé neuf dépôts d'invention, dont six par les membres du LIMICS du site de Rouen. De nombreuses ressources sont en accès ouvert (Source Ouverte). L'unité affiche une volonté de valorisation économique qui se matérialise par un brevet et six logiciels sous licence d'exploitation.

L'équipe participe à la rédaction de normes, de procédures, et de référentiels reconnus (par exemple, normes pour les EDS respectant les règles émanant de la CNIL) qui ont une portée nationale et internationale, relevant des thématiques des entrepôts de données de santé (EDIRC) et du risque médicamenteux (M3P).

Les actions de communication et de médiation vers la société sont de très bonne qualité. Elles font appel à des canaux et des supports variés : participations à des émissions radio à audience nationale (France Inter, France Culture), rédactions d'articles de presse dans des journaux à audience nationale (Le Monde, Le Point), rédactions de pages Wikipédia, diffusions de podcasts, mises en place d'une médiathèque, organisations d'événements (bar des sciences, par exemple). Les thématiques abordées sont très variées (IA, climat, travail et cancer, santé numérique). L'unité mène également de nombreuses actions de médiation à partir de supports variés, vers différents publics : séminaires, conférences, magazine de l'Inserm, film pour le Canal Detox de l'Inserm.

### **Thème RIIS**

La qualité des actions de médiation (journaux, radios, café des sciences. : plus de quinze actions différentes) est très bonne.

### **Thème EDIRC**

Le positionnement du thème EDIRC conduit à des relations très serrées avec le Health Data Hub et les établissements de santé, notamment le CHU de Rouen et l'AP-HP. C'est un point de positionnement très fort.

Le thème EDIRC a contribué à la mise en place des normes pour les EDS en lien avec la CNIL, en conditions réelles (AP-HP et CHU), ce qui constitue des marqueurs du grand savoir-faire de l'équipe. Le comité note qu'un membre du thème a contribué au rapport de la HAS « Entrepôts de données de santé hospitaliers en France » en 2022.

En matière de recherche clinique, le thème collabore avec des cohortes (par exemple Evrest) et a obtenu des financements, par exemple de la BPI (projet BPI P4DP).

Cinq doctorats ont été soutenus ou débutés durant la période. Trois d'entre eux sont des doctorats de médecins en exercice, ce qui est remarquable, et le Centre régional de dépistage du cancer colo-rectal d'Île-de-France a financé un contrat doctoral débutant au cours de la période.

Le thème EDIRC montre une réelle implication dans les activités de médiation scientifique (21 Interviews ont été réalisées).

### **Thème ADeS**

Des collaborations avec des acteurs industriels portant sur thème ADeS sont en cours. Elles donnent lieu à des contrats partenariaux avec Carnot Interfaces et Alicante, à un projet de maturation porté par la SATT Lutech, ainsi que des prestations de service, notamment avec OWLREADY.

Trois doctorants ont bénéficié du dispositif Cifre, conclu avec VISIOMED, ERDYN et TERANGA.

Sept brevets et licences sont dans le portefeuille de l'unité, démontrant l'engagement du thème en matière de transfert de technologie.

Le thème s'efforce de communiquer ses travaux au grand public avec des articles dans des magazines (comme le magazine de l'INSERM) ou des vidéos disponibles pour le grand public (www.su.org.org et vimeo.com).



## Thème M3P

L'activité contractuelle partenariale du thème M3P relève essentiellement d'organisations de santé : ANSM, OMS, HAS, ANS. L'impact sur la lutte contre l'iatrogénie est significatif. Des plateformes développées et utilisées en lien avec l'ANSM, mais aussi l'OMS viennent soutenir ce réel impact national.

La contribution à la rédaction de normes, procédures, référentiels reconnus est significative. L'équipe a travaillé sur la formalisation des effets indésirables liés aux médicaments avec l'INAB de Grèce et l'OMS (Genève), notamment dans le cadre du projet européen OPEN PVSignal. L'enrichissement des termes MedDRA est également de portée internationale.

Des actions de médiation scientifique vers le grand public sont menées par le thème. De qualité, elles prennent appui sur des outils variés (magazine à audience nationale, média INSERM, soirées ou séminaires grand public).

Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

### Unité

Les partenariats (autres que ceux développés avec l'ANSM, la HAS et l'ANS) sont peu nombreux au regard du positionnement de l'unité qui vise les retombées applicatives et du domaine d'activité propice. Le bilan ne signale qu'un seul projet de maturation et de transfert industriel bénéficiant d'ailleurs d'un support financier significatif (OPPIO - SATT Lutech, 210 k€).

Le dispositif Cifre (5 ont été mis en place durant la période, soit moins d'un par an) n'est pas suffisamment mobilisé, surtout si l'on prend en compte l'écosystème très favorable de l'unité. Seuls les thèmes RIIS (2) et ADeS (3) y ont eu recours.

L'unité participe à la rédaction de normes, de procédures, et de référentiels reconnus relevant uniquement des thématiques sur les entrepôts de données de santé (EDIRC) et le risque médicamenteux (M3P).

Les actions de valorisation basées sur les déclarations d'invention et la valorisation économique ont été essentiellement réalisées au début de la période considérée (2017-18) ; elles sont pour beaucoup portées par les membres LIMICS de Rouen.

L'activité de médiation repose sur une grande variété de supports et de thématiques. Ainsi un risque de dispersion des messages est encouru. Cette grande diversité suggère également que ces actions de communications sont liées à des opportunités et non à une stratégie propre du LIMICS. Les outils de communication des universités tutelles pourraient être mieux mobilisés.

### Thème RIIS

L'accueil de doctorants dont la recherche est financée par des partenaires non-académiques, notamment par les conventions Cifre, est perfectible pour ce thème qui peut bénéficier d'un tissu industriel favorable.

### Thème EDIRC

Le thème EDIRC se distingue par l'absence de relations partenariales contractuelles en dehors des liens académiques ou des institutions de santé. Cependant, la thématique suppose un accès à un entrepôt de données donc à un établissement de santé, ce qui focalise les partenariats du thème sur ce type d'institution.

L'implication du thème EDIRC dans les actions de partage des connaissances et de médiation est perfectible, alors même que les travaux menés ont un impact fort sur la société, propice à une communication engagée vers tous les publics.

### Thème ADeS

Le faible nombre de dispositifs Cifre (3) mis en place suggère que la collaboration avec le monde de l'entreprise est relativement limitée et qu'elle ne vient pas en soutien fort de la formation par la recherche. De plus, aucune start-up n'a été créée, malgré le potentiel identifié dans le thème.

### Thème M3P

La diffusion des produits vers le monde du soin ou de la prévention de l'iatrogénie médicamenteuse est inégale. Les actions de partage avec le grand public sont surtout portées par une personne.

Les liens avec les industriels sont peu présents, voire absents, alors que des industriels produisant des logiciels pour les professionnels de santé souhaitent s'impliquer dans la lutte contre la iatrogénie, ou dans l'aide à la bonne prescription.



# ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

## Unité

Le LIMICS est un laboratoire monoéquipe interdisciplinaire dont l'ambition est de créer une référence dans un domaine de recherche encore émergent, situé à l'intersection de l'informatique et de l'informatique médicale. Au cours des dix dernières années, les travaux du LIMICS ont été axés sur la représentation, la formalisation et la visualisation des connaissances en santé, dans le but de les exploiter dans des systèmes d'aide à la décision et d'analyse décisionnelle concernant des données biomédicales.

L'unité a une intégration forte dans l'écosystème institutionnel et décisionnel en matière de santé (ANS, ANSM, Health Data Hub, ministère de la Santé, les CHU de l'AP-HP et de Rouen). Le laboratoire est clairement identifié et reconnu par les industriels du secteur de la e-santé. Cette reconnaissance témoigne de l'importance de ses travaux de recherche dans le domaine de la santé numérique et de l'informatique médicale pour l'industrie.

La production scientifique de l'unité est en constante augmentation, avec près de 600 publications dans des revues et des conférences au cours de la période. Une augmentation significative du nombre de publications dans des revues de premier rang mondial dans le domaine, telles que AIM, JMIR, JBI, IJMI et JAMIA, est à noter.

Le laboratoire se spécialise dans certaines thématiques où il maintient sa compétitivité tant sur le plan national qu'international. Plusieurs projets sont actuellement en cours ou débiteront en 2023, notamment les projets EUCAIM (européen), Curamus (SIRIC), SMeLT (ANR), ACCES AP-HP (France 2030), trois AMI CMA santé Numérique. Cette dynamique prometteuse offre la perspective d'aborder la nouvelle période avec confiance.

En 2022, les quatre thèmes du laboratoire ont été définis, constituant ainsi une partie intégrante de la projection scientifique du laboratoire. La forte synergie entre les membres de l'unité au sein des différents thèmes de recherche joue un rôle essentiel dans le renforcement de la cohésion de l'unité.

Dans la nouvelle période, le laboratoire demeure profondément engagé dans la question cruciale de l'explicabilité des modèles d'IA, une préoccupation sensible dans le domaine de la santé où la prise de décision humaine joue un rôle primordial. Bien que le LIMICS ne se spécialise pas dans les aspects les plus fondamentaux de la recherche en explicabilité, sa force réside dans son engagement à intégrer cette contrainte dans l'ensemble de ses travaux. Une réflexion pourrait être toutefois engagée pour contribuer, au-delà des aspects méthodologiques, aux avancées scientifiques fondamentales en IA explicable.

Le LIMICS ambitionne de maintenir son expertise en ingénierie des connaissances pour la santé avec plusieurs enjeux ciblés tels que l'amélioration de la méthodologie de révision d'ontologie (en combinant une approche syntaxique et en relâchant la contrainte du changement minimal des connaissances révisées), la formalisation et la représentation des connaissances sur le domaine pharmaceutique et médicamenteux. La représentation des connaissances et son application dans le développement d'outils et de systèmes d'aide à la décision médicale seront également poursuivies (notamment, une procédure de marquage CE est prévue en 2023, ainsi que des essais cliniques pour la validation d'un dispositif médical – SUOG assistant –). Les questions relatives à l'interopérabilité et l'ingénierie terminologique continueront de constituer des axes majeurs de recherche au sein de l'unité. Le LIMICS devrait également envisager un élargissement de ces travaux au domaine actuel de l'IA générative et le développement de grands modèles de langue spécialisés pour la santé.

Le LIMICS prévoit la création de différentes applications sur plusieurs volets : le diagnostic du cancer du sein, le diagnostic de la maladie d'Alzheimer, pour décrire le parcours de soins d'un patient adaptatif à de nouveaux événements survenant pendant son hospitalisation, ainsi que l'aide au recrutement de patients pour des essais cliniques. Ces perspectives sont en cohérence avec l'expertise acquise depuis plusieurs années par le LIMICS, et s'inscrivent en continuité des derniers projets obtenus par l'unité.

## Thème RIIS

La thématique se concentre principalement sur l'ingénierie des connaissances médicales, en mettant en avant l'intelligence artificielle symbolique et une activité particulièrement intense dans le domaine des ontologies spécialisées. Une composante émergente aborde l'intelligence artificielle statistique appliquée à la santé, avec une emphase particulière sur le Traitement Automatique des Langues (TAL). Le recrutement de deux nouveaux professeurs a considérablement renforcé cette première thématique ainsi que l'axe de recherche en TAL.

Le thème projette d'explorer une approche spécifique impliquant l'utilisation de grands modèles de langue génératifs pour reformuler et restructurer des ressources textuelles encore peu exploitées. L'objectif est, par exemple, d'extraire des informations pertinentes sur les propriétés des médicaments afin d'améliorer la compréhension et l'explicabilité des résultats générés. Cette approche pourrait servir à accroître la visibilité de la thématique. Ce type d'approche bénéficie d'un soutien significatif de la société surtout dans le domaine de

la santé, si bien que le laboratoire pourrait faire face à des difficultés pour répondre aux demandes actuelles. Il s'agirait alors de renforcer la composante du traitement automatique des langues, notamment en recrutant des chercheurs ou des enseignants-chercheurs.

### **Thème EDIRC**

Le thème EDIRC, en proposant une focalisation dans les entrepôts de données de santé et la recherche clinique, est ancré dans des thématiques actuellement très actives en France mais aussi en Europe. Les perspectives sont nombreuses et prometteuses, que ce soit pour produire des résultats scientifiques valorisables dans des conférences et revues de premier plan, mais aussi pour peser dans la construction d'espaces de données les plus exploitables possibles.

La composition de l'unité et les liens entretenus avec les établissements de santé sont de nature à fournir un environnement particulièrement propice pour mener ces activités. Il sera opportun de poursuivre les actions pour se positionner de manière forte dans des consortiums, voire en porteur de projets d'envergure sur ces sujets, tout en maintenant une cohérence forte et en évitant la dispersion, en définissant des objectifs clairs et en concentrant les moyens pour les atteindre.

Même si l'unité souhaite s'inscrire dans une trajectoire de continuité, il s'agira, pour le thème EDIRC, de cultiver ce positionnement et ses objectifs. Il s'agit de renforcer son ancrage et de mettre en avant de manière claire des thématiques de recherche, allant au-delà de mises en œuvre certes complexes mais ne portant pas toujours de questions scientifiques identifiées, propres au thème, et complémentaires aux autres thèmes, en particulier le thème RIIS (notamment s'il s'agit de se focaliser sur des thèmes transverses tels que l'explicabilité).

### **Thème ADeS**

Le thème dispose d'une base solide en matière de recherche de qualité, de collaborations diversifiées, et d'efforts de communication. Cependant, certains défis subsistent, notamment en ce qui concerne la concentration de la production, le transfert technologique et la formation de doctorants. Le thème pourrait envisager de renforcer sa collaboration avec l'industrie, de diversifier davantage sa formation doctorale, et de continuer à promouvoir ses travaux auprès du grand public pour optimiser son impact sur la société.

### **Thème M3P**

Le thème dispose d'une base solide en matière de recherche, de collaboration, et de relations avec les institutions-clés. Cependant, le thème (M3P) est sous-représenté en termes d'effectif par rapport aux autres thèmes. Il est présenté comme transversal, mais il semble plus proche du thème ADeS. Les liens étroits avec l'ANSM sont une force évidente du thème, qui est le fait de personnes très visibles et qui peut faire courir un risque au thème si ces personnes quittent l'unité.

## RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

### *Recommandations concernant le domaine 1 : Profil, ressources et organisation de l'unité*

En termes de recrutement, le comité encourage le LIMICS à prioriser des postes de personnels d'appui à la recherche afin de sécuriser le support technique, ainsi que la gestion administrative et financière de l'unité. La fragilité des postes ITA constitue un risque majeur de ralentissement de l'activité de recherche de l'unité et un risque important d'abandon du maintien des produits de la recherche, notamment des plateformes, à la fin des projets.

Le comité encourage le LIMICS à poursuivre ses efforts de structuration et de formalisation des procédures internes.

Le laboratoire doit engager une réflexion sur son impact environnemental, et est encouragé à mettre en place des actions pour soutenir des objectifs de réduction de son empreinte carbone.

### *Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité*

Le comité encourage la mise en place d'un programme d'invitations pour des chercheurs de premier plan sur les deux disciplines informatique et informatique médicale.

Le comité encourage les membres du LIMICS à davantage s'impliquer dans les comités éditoriaux et les sociétés savantes relevant de l'informatique afin d'accroître sa visibilité en informatique fondamentale.

Le comité encourage le LIMICS à développer les mobilités sortantes de ses doctorants durant leur thèse (visites auprès de chercheurs spécialisés dans leur thème de recherche). Des dispositifs de soutien financier pourraient accompagner cette stratégie.

Le thème « Médicament : représentation des connaissances pharmaceutiques, prescription et pharmacovigilance » (M3P) est encouragé à s'appuyer sur un plus grand nombre de membres permanents et doctorants pour en assurer la pérennité et l'attractivité.

### *Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique*

Le comité recommande d'augmenter la production scientifique dans les meilleures conférences internationales relevant de l'informatique, en particulier celles concernant les spécialités du LIMICS (par exemple Ingénierie des connaissances, Traitement automatique du langage naturel, Intelligence artificielle).

Le comité recommande de proposer un accompagnement pour les collègues faiblement actifs en matière d'activité de publications.

Le comité recommande à l'unité d'encourager les doctorants à publier de manière plus importante, en particulier aux conférences liées à l'informatique.

Le LIMICS est encouragé à développer une structure ou une solution pérenne pour les productions logicielles et leur suivi.

Le comité encourage le thème « recherche en informatique et en informatique pour la santé » (RIIS) à renforcer le domaine de l'intelligence artificielle statistique.

Le thème « Entrepôts de données et informatique de la recherche clinique » (EDIRC) devrait clarifier le périmètre de ses recherches relevant des questions scientifiques fondamentales adressées, au-delà du champ d'application, au regard des autres thèmes de l'unité.

### *Recommandations concernant le domaine 4 : Inscription des activités de recherche dans la société*

Le comité recommande au LIMICS de développer ses partenariats industriels, notamment les éditeurs de logiciels pour une intégration des produits applicatifs.

Le comité recommande au LIMICS d'augmenter le nombre de dispositifs Cifre.

Le comité recommande au LIMICS d'éviter de disperser ses forces scientifiques et de gestion sur des contrats de recherche de petits montants.

## DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

### DATES

**Début :** 21 novembre 2023 à 9h30

**Fin :** 22 novembre 2023 à 18h00

**Entretiens réalisés : en distanciel**

### PROGRAMME DES ENTRETIENS

#### Mardi 21 novembre 2023

9h-12h	Réunion à huis clos du comité
12h	Pause
12h55	Connexion
13h	Introduction de la visite par le Conseiller Scientifique (CS) du Hcéres Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS du Hcéres, tout ou partie de l'unité
13h10	Présentation du bilan et de la trajectoire de l'unité par le directeur de l'unité (20 minutes de présentation, 20 minutes de questions) Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS du Hcéres et/ou tout ou partie de l'unité
13h50	Connexion
13h55	Rencontre informelle entre l'unité et le comité
14h25	Pause
15h05	Réunion à huis clos du comité
16h05	Connexion
16h10	Thème recherche en informatique (10 minutes de présentation, 10 minutes de questions) Présence : membres du comité, CS du Hcéres, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
16h30	Connexion
16h35	Thème Entrepôts de données et cohorte / Réutilisation des données de santé (10 minutes de présentation, 10 minutes de questions) Présence : membres du comité, CS du Hcéres, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
16h55	Connexion
17h	Rencontres informelles avec les 2 thèmes
17h15	Réunion à huis clos du comité

#### Mercredi 22 novembre 2023

8h	Connexion
8h05	Thème Outils décisionnels pour la prévention, le diagnostic, la thérapeutique, le suivi (10 minutes de présentation, 10 minutes de questions) Présence : membres du comité, CS du Hcéres, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
8h25	Connexion
8h30	Thème Médicament et pharmacovigilance (10 minutes de présentation, 10 minutes de questions) Présence : membres du comité, CS du Hcéres, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
8h50	Connexion
8h55	Rencontres informelles avec les deux thèmes
9h10	Connexion

9h15	Rencontre avec les représentants du personnel : doctorants et postdoctorants Présence : membres du comité, CS du Hcéres, sans la direction de l'unité et sans les responsables d'équipe
9h45	pause
10h15	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du comité et CS du Hcéres
11h15	Connexion
11h20	Rencontre avec les représentants du personnel : EC Présence : membres du comité, CS du Hcéres, sans la direction de l'unité et sans les responsables d'équipe
11h50	Connexion
11h55	Rencontre avec les représentants du personnel : personnels administratifs et techniques Présence : membres du comité, CS du Hcéres, sans la direction de l'unité et sans les responsables d'équipe
12h25	Pause
13h10	Connexion
13h15	Créneau SCIENCE (1re partie) : focus scientifique en regard du portfolio, visites des plateaux techniques ou tout autre contenu (sur proposition de l'unité) Présence : membres du comité, CS du Hcéres, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
14h20	Pause
14h35	Créneau SCIENCE (2e partie) : focus scientifique en regard du portfolio, visites des plateaux techniques ou tout autre contenu (sur proposition de l'unité) Présence : membres du comité, CS du Hcéres, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
15h30	Pause
15h45	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du comité et CS du Hcéres
16h45	Connexion
16h50	Réunion du comité avec la direction de l'unité Présence : membres du comité et CS du Hcéres
17h10	Connexion
17h15	Réunion du comité avec les représentants des tutelles Présence : membres du comité et CS du Hcéres
17h45	Connexion
17h50	Clôture de la visite Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS du Hcéres et/ou tout ou partie de l'unité

## POINTS PARTICULIERS À MENTIONNER

Le comité ne mentionne pas de points particuliers.

## OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

Marie-Aude Vitrani  
Vice-Présidente Vie institutionnelle et démarche  
participative  
Sorbonne Université

à

Monsieur Eric Saint-Aman  
Directeur du Département d'évaluation de la recherche  
HCERES – Haut conseil de l'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur  
2 rue Albert Einstein  
75013 Paris

Paris, le 15 mars 2024

Objet : Rapport d'évaluation – LIMICS - Laboratoire d'informatique médicale et d'ingénierie des connaissances pour la e-santé

Cher Collègue,

Sorbonne Université vous remercie ainsi que tous les membres du comité HCERES pour le travail d'expertise réalisé sur l'unité de recherche « LIMICS ».

Sorbonne Université n'a aucune observation de portée générale à formuler sur le rapport d'évaluation transmis.

Je vous prie d'agréer, Cher Collègue, l'expression de mes cordiales salutations

**Marie-Aude Vitrani**  
Vice-Présidente Vie institutionnelle  
et démarche participative





Monsieur Eric Saint-Aman  
Directeur du département d'évaluation de la  
recherche  
Hcéres  
2, rue Albert Einstein  
75013 PARIS

Villetaneuse, le 4 mars 2024

*Objet : Rapport d'évaluation DER-PUR250024423 - LIMICS - Laboratoire d'informatique médicale et d'ingénierie des connaissances pour la e-santé*

Cher Monsieur,

Nous faisons suite à votre courriel du 26 février 2024 par lequel vous nous avez transmis le rapport d'évaluation du laboratoire d'informatique médicale et d'ingénierie des connaissances pour la e-santé

L'université Paris XIII – Sorbonne Paris Nord souhaite remercier au nom de l'ensemble des personnels de l'unité de recherche Monsieur Olivier Teste, Président du Comité, ainsi que les membres du Comité pour la qualité des échanges lors de la visite d'évaluation, ainsi que pour la qualité du rapport provisoire d'évaluation de l'Unité.

Le LIMICS est un laboratoire mono-équipe interdisciplinaire qui, en dépit de sa taille modeste, est aussi multi-tutelle. Ceci permet de mutualiser les forces en matière d'informatique médicale, ce qui demeure une chance pour notre établissement et offre des possibilités de recherche en commun avec des unités biomédicales. Nous avons soutenu très fortement la démarche inclusive de la direction pour la période de référence - qui s'est toujours impliquée au niveau de nos instances (école doctorale, conseil des directions d'unité, entre autres) - et soutiendrons la direction qui va porter le projet avec laquelle les relations sont excellentes.

La difficulté de l'unité est bien sûr liée à son caractère multi-sites. Le départ à la retraite en 2023 d'une professeure qui était très active devra être compensé par un recrutement de qualité afin de garder une bonne dynamique, voire de l'améliorer, afin notamment d'augmenter le nombre des enseignants-chercheurs publiants.

Je vous prie de croire, Monsieur le Directeur, en mes sincères salutations.

Le Président de l'Université Sorbonne Paris Nord

  
Christophe Fouquere



UNIVERSITÉ SORBONNE PARIS NORD MEMBRE :

**CAMPUS**  **A=SPC**  
**CONDORCET** Alliance Sorbonne  
PARIS-AUBERVILLIERS Paris Cité

@univ\_spn / Université Sorbonne Paris Nord



Les rapports d'évaluation du Hcéres  
sont consultables en ligne : [www.hceres.fr](http://www.hceres.fr)

Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



2 rue Albert Einstein  
75013 Paris, France  
T.33 (0)1 55 55 60 10

[hceres.fr](http://hceres.fr)

[@Hceres\\_](https://twitter.com/Hceres_)

[Hcéres](https://www.youtube.com/Hceres)

