

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ
NIT - Nanomédecine, Imagerie, Thérapeutique

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET
ORGANISMES :

Université de Franche-Comté - UFC

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2022-2023
VAGUE C

Rapport publié le 15/09/2023



Au nom du comité d'experts¹ :

Luc Zimmer, Président du comité

Pour le Hcéres² :

Thierry Coulhon, Président

En vertu du décret n° 2021-1536 du 29 novembre 2021 :

1 Les rapports d'évaluation « sont signés par le président du comité ». (Article 11, alinéa 2) ;

2 Le président du Hcéres « contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président. » (Article 8, alinéa 5).

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

Président :	M. Luc Zimmer, Université Claude Bernard Lyon 1
	M. Abdelhakim Artiba, Université polytechnique Hauts-de-France (représentant du CNU)
Expert(e)s :	M. François Varlet, Université Jean Monnet Saint-Étienne Mme Marlène Wiart, CNRS, Bron Mme Anne-Marie Schott, Université Claude Bernard Lyon 1

REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Cyrille Colin

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Nanomédecine, Imagerie et Thérapeutiques
- Acronyme : LNIT
- Label et numéro : EA 4662
- Nombre d'équipes : 3
- Composition de l'équipe de direction : M. Frédéric Auber

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

SVE Sciences du vivant et environnement

SVE7 Prévention, diagnostic et traitement des maladies humaines

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le Laboratoire Nanomédecine, Imagerie et Thérapeutiques (LNIT) regroupe des chercheurs hospitalo-universitaires et universitaires dans les domaines pluridisciplinaires et multi-thématiques des technologies et méthodes pour la Santé. Ses principales thématiques de recherche couvrent le théranostique, l'imagerie et la chirurgie, la bio-reconstruction et l'organisation des systèmes de santé. Ces travaux sont essentiellement centrés sur des thématiques de recherche de CHU.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le LNIT a été créé initialement en 2012 avec l'objectif de regrouper des chercheurs de différents horizons hospitalo-universitaires afin d'innover dans le domaine des nanotechnologies dirigées vers la Santé. L'approche pluridisciplinaire menée alors au sein du laboratoire était principalement tournée vers le traitement du cancer du foie. Ces problématiques ont rapproché des cliniciens de différentes disciplines, proposant les enjeux médicaux à relever, et des enseignants-chercheurs, proposant les concepts fondamentaux et les méthodes, en partant de la simulation à l'échelle de l'atome du système, jusqu'à sa réalisation pratique en chimie, physique et biologie. Cette thématique a été élargie en 2016 avec des mouvements de personnels, aboutissant à la constitution de trois équipes distinctes : (1) équipe «Théranostique», (2) équipe «Bio-reconstruction et modélisation», (3) équipe «Organisation des systèmes de santé». À partir de 2018, le laboratoire LNIT a changé de gouvernance (reprise de direction par Frédéric Auber) et a consolidé sa structuration dans sa forme actuelle comportant trois équipes : 1/ imagerie, et modélisation 2D/3D/4D, 2/ nanovectorisation et thérapies innovantes, 3/ organisation des systèmes de santé.

Les locaux de LNIT sont quasi exclusivement localisés à l'UFR Sciences et Techniques de l'Université de Franche-Comté (bâtiment E de Métrologie) et cela depuis 2018. À cela se rajoutent deux bureaux situés à l'UFR Santé et mutualisés avec l'EA 4267 depuis 2012, et avec l'UMR 6249, depuis le début de l'année 2022. Aucun local de recherche dédié au LNIT n'est actuellement localisé sur l'UFR Santé de l'Université de Franche-Comté.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Le laboratoire LNIT a des interactions privilégiées avec le CHU de Besançon, du fait du grand nombre de chercheurs hospitalo-universitaires et de cliniciens parmi ses membres. Ceci passe par des liens et des collaborations avec la Plateforme Impression 3D du CHU, avec la Direction de la Recherche Clinique et de l'Innovation, avec le Centre d'Investigation Clinique, avec l'Unité de Méthodologie et avec les services cliniques des personnels hospitalo-universitaires du laboratoire.

Des collaborations avec d'autres CHU français sont également citées, selon les protocoles de recherche multicentriques ou la participation aux registres de santé.

LNIT a également des interactions régulières avec certaines unités de recherche de l'Université de Franche-Comté (FEMTO-ST, Chrono-environnement...) ainsi qu'avec d'autres laboratoires, selon les projets collaboratifs (Dijon, Montpellier, Bordeaux, Mulhouse) et des Centres de Référence de Maladies Rares (CRACMO, MARVU, MAREP, MAVEM, DEV-GEN, CDH).

EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2021

Personnels permanents en activité		
Professeurs et assimilés		16
Maîtres de conférences et assimilés		19

Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	1 (0,5 ETP)
Sous-total personnels permanents en activité	36
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	1 (0,8ETP)
Post-doctorants	2
Doctorants	20
Sous-total personnels non permanents en activité	24
Total personnels	60

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2021. LES EMPLOYEURS NON TUTELLES SONT REGROUPES SOUS L'INTITULE « AUTRES ».

Employeur	EC	C	PAR
CHRU Besançon	23	0	1
Université Bourgogne - Franche-Comté	7	0	0
Université de technologie de Belfort-Montbéliard	4	0	0
Université Jean Monnet Saint-Étienne	1	0	0
Total	35	0	1

BUDGET DE L'UNITÉ

Budget récurrent hors masse salariale alloué par les établissements de rattachement (tutelles) (total sur 6 ans)	311
Ressources propres obtenues sur appels à projets régionaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP idex, i-site, CPER, collectivités territoriales, etc.)	137
Ressources propres obtenues sur appels à projets nationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP ONR, PIA, ANR, FRM, INCa, etc.)	252
Ressources propres obtenues sur appels à projets internationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues)	0
Ressources issues de la valorisation, du transfert et de la collaboration industrielle (total sur 6 ans des sommes obtenues grâce à des contrats, des brevets, des activités de service, des prestations, etc.)	0
Total en euros (k€)	700

AVIS GLOBAL

Le Laboratoire de Nanomédecine, Imagerie, Thérapeutique (LNIT), regroupe 34 personnes appartenant essentiellement à l'Université de Franche-Comté à Besançon. Le LNIT développe des méthodes innovantes en imagerie et modélisation (2D, 3D,4D), en nanovectorisation et thérapies innovantes, et en organisation des systèmes de santé. Le laboratoire conduit ainsi une recherche translationnelle de CHU, répartie entre trois équipes et avec de nombreux partenariats industriels. Parmi les multiples domaines d'application médicale de LNIT, certaines thématiques transversales donnent lieu à des collaborations entre les trois équipes, telles que l'imagerie et l'impression 3D médicale et chirurgicale, les dispositifs médicaux (pansements intelligents, et connectés, télésurveillance des grossesses à risque et/ou du rythme cardiaque fœtal, ou encore organisation territoriale des urgences).

Le LNIT dispose de compétences hospitalo-universitaires et universitaires multidisciplinaires et particulièrement larges (radiologie, gynécologie-obstétrique, chirurgies, physique, chimie, électronique...). Ainsi, 11 CNU des disciplines de Santé y sont présentes ainsi que 5 CNU des disciplines Sciences.

Cette grande pluridisciplinarité, associée à la multiplicité des thématiques médicales abordées, n'est, à priori, pas favorable à une visibilité scientifique. Ainsi le LNIT est une structure de recherche que l'on peine à rattacher à quelques domaines d'expertises délimitées et dans un domaine scientifique ou médical circonscrit. Par contre, le choix assumé de LNIT d'être ouvert à tout axe de recherche hospitalo-universitaire, pour peu qu'il soit valorisable, est pragmatique et efficace en termes de production scientifique. Le positionnement de LNIT est davantage celui d'une structure d'accueil de projets de recherche biomédicaux que celui d'un laboratoire « classique » définissant des axes de développement prioritaires. Ainsi, tout chercheur hospitalo-universitaire trouvera dans le LNIT un appui méthodologique à sa recherche ainsi que l'accès privilégié à des universitaires experts dans les disciplines fondamentales et technologiques sous-tendant l'indication médicale.

Le LNIT est donc une structure de recherche qui valorise avec excellence la recherche du CHU de Besançon et la recherche appliquée à la Santé de l'Université de Bourgogne Franche-Comté et de l'Université Technologique de Belfort-Montbéliard.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Dispersion scientifique

La structure initiale et le fonctionnement cloisonné des trois équipes du LNIT ont fait craindre un clivage et un déséquilibre entre les équipes aux thématiques bien distinctes.

Un effort a été fait pour structurer le laboratoire autour de la démarche « Procédé-Produit-Organisation » afin de rendre plus lisible la stratégie scientifique et refléter l'articulation des compétences inter-disciplinaires au sein du LNIT. Cette démarche a été engagée en convergence avec les axes prioritaires de recherche en Santé définis par le CHU de Besançon, le projet de l'établissement de l'Université de Franche-Comté et les plans régionaux et nationaux de Santé (PRS et PNS).

Cette cohérence de démarche entre les trois équipes est présentée comme facilitatrice dans l'accueil de chercheurs, essentiellement hospitaliers, souhaitant intégrer un laboratoire pluridisciplinaire dont les thématiques principales sont réellement tournées vers la santé avec des acteurs de terrain de l'hôpital.

Valorisation des forces du LNIT autour de la nano-vectorisation de médicaments et du développement de dispositifs médicaux

La nouvelle équipe dirigeante a stimulé l'approche pluridisciplinaire pour le développement de nouveaux procédés de vectorisation d'agents actifs, de dispositifs médicaux fonctionnalisés ou intelligents et d'organisation des systèmes de santé au sens large. De surcroît, des collaborations avec d'autres unités de recherche de l'Université de Franche-Comté ont été engagées afin de favoriser des études pluri- et transdisciplinaires dans le domaine de l'innovation en Santé.

Développement de la synergie des activités du LNIT

La nouvelle équipe dirigeante a mis en place une gouvernance formalisée et transparente avec des assemblées générales répétées, et la mise en place de séminaires annuels du laboratoire. L'objectif est d'accroître les échanges entre cliniciens et chercheurs afin de favoriser le développement de travaux de recherche collaboratifs au sein du laboratoire.

Positionnement local et visibilité du LNIT

La nouvelle équipe dirigeante a engagé des échanges vers les autres unités de recherche en Santé et en sciences afin de mieux faire connaître les sujets de recherche clinique et les compétences du LNIT. Plusieurs membres du laboratoire ont rejoint les structures de gouvernance de l'université (école doctorale, ...). Un site web (<https://www.lnit.fr>) a été créé avec des ressources humaines et des moyens internes.

Visibilité nationale et internationale de LNIT

Les différents membres du LNIT privilégient la communication de leurs travaux au niveau national et international, mais avec une approche jusqu'à maintenant très individuelle. La nouvelle équipe dirigeante a engagé une politique de communication plus formalisée mettant en avant les spécificités et les compétences du LNIT. Le site web du laboratoire mentionné précédemment a également été créé pour mettre à jour les activités du laboratoire et les rendre visibles.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

Appréciation sur les ressources de l'unité

Le LNIT est un laboratoire pluridisciplinaire regroupant des chercheurs et enseignants-chercheurs (EC) des communautés STIC-SPI-PC-Santé et des cliniciens de plusieurs spécialités. Le laboratoire fédère les recherches menées au sein de ses trois équipes autour d'une problématique de recherche commune centrée sur la démarche dite « Produit-Procédé-Organisation ». Des collaborations et interactions entre les équipes sont effectives et concrétisées par la réalisation de projets communs, la cosignature de publications et le co-encadrement de thèses.

Par ailleurs, le LNIT a développé de multiples partenariats avec des entreprises issues des secteurs industriels de la santé. La valorisation des résultats obtenus dans le cadre de ces collaborations se traduit par le développement de solutions informatiques, par des transferts technologiques et, fait notable, via le développement de start-up.

Le LNIT fonctionne de manière collégiale, réunit régulièrement ses différentes structures de direction. Il pratique une mutualisation concertée de ses moyens financiers et de ses ressources de manière à en optimiser l'utilisation, malgré une allocation de moyens financiers universitaires considérés comme insuffisants.

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

L'originalité des recherches pluridisciplinaires du LNIT autour des systèmes de santé a conduit à une production scientifique conséquente, diversifiée et d'excellente qualité. Ces recherches s'inscrivent dans le cadre d'une activité contractuelle collaborative d'un excellent niveau globalement et remarquable sur des sujets originaux. Le LNIT bénéficie d'un réseau collaboratif national et international. Les interactions du LNIT avec l'environnement socio-économique sont excellentes et même remarquables sur certaines thématiques.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

La direction du laboratoire a mis en place des actions favorisant les convergences des différentes équipes (séminaires internes, groupes de travail transversaux par thématiques, réunions associant les partenaires et opérateurs institutionnels tels que la direction de la recherche clinique et de l'innovation du CHU).

1/ L'unité possède des ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité mène une recherche pluridisciplinaire d'excellence orientée vers l'ingénierie de la santé.

Ceci passe par des liens très forts avec le CHU de Besançon et accès à ses plateaux techniques dans le cadre des protocoles de recherche impliquant la personne humaine (blocs opératoires, service de radiologie, service de médecine nucléaire, pharmacie à usage intérieur du CHU, département gérant les données de santé ...).

Il y a de nombreuses collaborations avec les unités de recherche de l'Université Bourgogne Franche-Comté et de l'Université Technologique de Belfort-Montbéliard favorisant le développement de projets innovants centrés sur l'ingénierie de la santé.

Le bilan des publications du précédent quadriennal était très bon ; il a encore progressé de manière significative, tant en volume qu'en qualité. Les développements expérimentaux sont de haut niveau et sont clairement affichés comme une priorité de la politique scientifique du laboratoire.

La recherche partenariale avec le secteur économique est très développée, en progression par rapport au précédent quinquennal. De nombreux partenariats sont solides et durables.

La qualité générale du recrutement en thèse (presque exclusivement externe) est très bonne, dénotant une bonne attractivité.

La situation financière est positive et comporte une bonne part de ressources propres.

Points faibles et risques liés au contexte

Le dynamisme et le rayonnement du laboratoire reposent pour une part assez large sur quelques enseignants-chercheurs seniors, souvent hors classe, ayant l'habilitation à diriger des recherches (HDR). Les perspectives de promotion locale semblent assez limitées et les départs à la retraite de personnels de rang A ne sont pas remplacés, entraînant une perte progressive d'expertises internes, voire une érosion du dynamisme de la recherche.

Le nombre de personnels Biats est très insuffisant (1 ingénieure + 0,5 ETP technicien de gestion administrative) au regard du total de l'effectif du laboratoire (34 personnels) et des projets ambitieux menés actuellement et envisagés dans le futur.

Il y a un déséquilibre entre les enseignants-chercheurs hospitaliers, dont le recrutement au sein du laboratoire est dynamique et les enseignants-chercheurs couvrant les disciplines scientifiques, au renouvellement à l'arrêt. Ainsi, il y a eu le départ de 3 enseignants-chercheurs des sections CNU 30 et 65 depuis 2013. Paradoxalement, le rapprochement annoncé avec l'EA 3920, majoritairement composée de cliniciens bi-appartenants va renforcer ce déséquilibre.

Actuellement, le LNIT ne bénéficie pas d'un master spécifique aux thématiques de recherche développées permettant un adossement direct au laboratoire. Un nouveau master « ingénierie de la santé » est en cours de création pour septembre 2024.

2/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques, y compris dans la dimension prospective de sa politique.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le positionnement du LNIT est totalement guidé par des problématiques de santé émanant du CHU. Ceci est lié à l'historique de sa structuration, par sa gouvernance (son directeur est PU-PH), mais également par sa masse critique de chercheurs, en majorité de culture hospitalo-universitaire. La pertinence des objectifs scientifiques de LNIT est d'appuyer ces recherches biomédicales à des expertises scientifiques et technologiques d'enseignants-chercheurs de disciplines scientifiques. Cette démarche transdisciplinaire est globalement centrée sur le dispositif médical intelligent, couvrant les champs de l'imagerie et la modélisation 2D, 3D et 4D, la nanovectorisation et les thérapies innovantes et la logistique des thérapies. Si les champs d'applications semblent très larges, ils n'en demeurent pas moins riches et efficaces en termes de production scientifique et de valorisation.

Points faibles et risques liés au contexte

Le triptyque scientifique du LNIT (imagerie et modélisation, nanovectorisation et thérapies innovantes, organisation des systèmes de santé) couvre de nombreux champs disciplinaires et relève de plusieurs communautés scientifiques. À ce titre, ce sont davantage les chercheurs à titre individuel qui sont reconnus et visibles que la structure en elle-même. Si le concept « Procédé/Produit/Organisation » est présenté comme le lien fédérateur, il n'est pas d'un abord évident et ne contribue pas à une meilleure identification de la stratégie du laboratoire.

Le triptyque scientifique mentionné souffre d'un manque de personnel enseignant-chercheur mono-appartenant. Plusieurs domaines biomédicaux abordés par le LNIT ne peuvent donc pas s'appuyer sur les disciplines scientifiques connexes, faute de moyens humains. D'autre part, au niveau davantage opérationnel, le laboratoire n'a pratiquement pas de personnels d'appui à la recherche.

3/ Le fonctionnement de l'unité est conforme aux réglementations en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement et de protection du patrimoine scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le fonctionnement satisfaisant de l'unité dans ce contexte n'appelle pas à des commentaires spécifiques. Lors de la mise en place de la nouvelle équipe dirigeante en novembre 2018, un règlement intérieur a été officialisé et une charte du laboratoire a été élaborée. Ainsi, toute nouvelle arrivée au sein du laboratoire (stagiaire, doctorant, post doctorant ou transfert de labo) se voit informée du fonctionnement du LNIT et de sa charte de bonne conduite.

Points faibles et risques liés au contexte

La gouvernance du LNIT est sensible au suivi des carrières de ses agents. Les faits sont cependant peu favorables en termes d'évolution des carrières. Ainsi le LNIT n'a pas vu de renouvellement ou de création de nouveaux postes, ni de promotion de ses enseignants-chercheurs. Seuls les personnels bi-appartenants ont eu des soutiens du CHU et des promotions au sein de leurs CNU Santé respectifs.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité

Un nombre significatif de membres du laboratoire a été récompensé par des prix ou distinctions scientifiques entre 2016 et 2021 (6 membres sur un total de 36), a des responsabilités dans des sociétés savantes (6 membres) ou a organisé des colloques/congrès internationaux (9 membres).

Des membres du laboratoire font partie de comités d'expert ou ont des activités éditoriales de journaux scientifiques (5 membres).

Tous les personnels hospitalo-universitaires, et la majorité des praticiens hospitaliers, sont membres de la société savante de leur discipline. Enfin, deux membres appartiennent à des bureaux de CNU : 55-03 (chirurgie maxillo-faciale et stomatologie) et 54-02 (chirurgie infantile).

1/ L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et contribue à la construction de l'espace européen de la recherche.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le laboratoire démontre une politique active et volontaire dans l'intégration à des projets de recherche transnationaux. Quelques exemples de succès existent déjà avec, notamment, la collaboration transfrontalière avec le Centre Hospitalier Universitaire Vaudois visant à améliorer, grâce à l'intelligence artificielle, la détection des urgences vitales lors des appels sur plateforme téléphonique.

Au niveau universitaire et dans le cadre de la formation par la recherche, le LNIT développe un projet de Master nommé « BIOSYS » qui aura trois parcours (Nanotech et biomatériaux ; intervention guidée par l'imagerie ; IA et numérique en Santé). Le schéma directeur du Master est à présent terminé et les intervenants ciblés, avec un parcours général et un parcours destiné notamment aux étudiants de médecine souhaitant acquérir un double cursus de niveau master 2. La portée internationale est également envisagée avec des partenaires contactés (Suisse, Maroc) et l'ambition d'ouvrir le recrutement à des étudiants étrangers. Un tel Master sera favorable au rayonnement de LNIT.

Points faibles et risques liés au contexte

Aucun.

2/ L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accueil des personnels.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le LNIT a accueilli durant ce quinquennat 26 doctorants : ils étaient salariés (médecins) ou financés par une bourse ministérielle (concours de l'école doctorale), ou par la région (1 seul), mais, en majorité, sur des contrats privés ou des bourses ou des co-tutelles internationales financées.

La création du site internet du laboratoire (sur fonds propres et sans appui institutionnel) a contribué à rendre visibles les campagnes de recrutement des doctorants.

Par ailleurs, dans le cadre de leurs contrats de recherche, les personnels du LNIT ont pu recruter 2 post doctorants. Ces personnels temporaires accèdent à un environnement de qualité, avec mise à disposition d'un bureau, d'un ordinateur fixe ou d'un ordinateur portable permettant d'aménager une organisation en télétravail partiel. Chaque doctorant a pu bénéficier de l'expérience d'encadrement des personnels HDR seniors, donnant lieu à des soutenances de thèse dans les délais impartis.

En termes de chercheurs permanents, depuis 2019, l'arrivée de nouveaux chercheurs témoigne de l'attractivité du LNIT : un maître de conférences et un PU-PH ont rejoint le laboratoire, un MCU-PH a été nommé et un praticien hospitalier a rattaché son temps de recherche au laboratoire. Enfin, un enseignant-chercheur de l'Université de Saint-Étienne a été rattaché au laboratoire, ainsi qu'un chercheur d'une structure privée.

Le LNIT a également accueilli des chercheurs durant des périodes plus brèves. Ainsi quatre professeurs ont séjourné au LNIT avec le statut de chercheur invité pour une durée cumulée de près d'un an. Une convention internationale, liant l'université du Maroc (Mohammed V) et l'Université de Franche-Comté, a été signée pour pérenniser les travaux collaboratifs avec l'un de ces professeurs marocains. D'autres conventions de ce type sont en cours de finalisation.

Points faibles et risques liés au contexte

Aucun.

3/ L'unité est attractive par la reconnaissance que lui confèrent ses succès à des appels à projets compétitifs.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le LNIT, malgré sa taille modeste, a obtenu 3 financements ANR en tant que partenaire. L'un s'est terminé courant 2016 et 2 autres sont encore en cours jusqu'à fin 2022 et fin 2023. La contribution du LNIT repose essentiellement sur la mise à disposition d'outils de modélisation numérique, via des calculs hautes performances, aidant à guider ou à interpréter les protocoles expérimentaux des partenaires.

Le LNIT est impliqué depuis 3 ans dans un projet d'excellence au côté de l'UMR INSERM 866 de l'Université de Bourgogne. Ce projet a pour objectif de mettre en place un outil d'exaltation de champs magnétiques au plus proche de la cellule cancéreuse dans le cadre d'une bithérapie.

Dans d'autres domaines, par sa position stratégique frontalière avec la Suisse et l'Allemagne, le LNIT a obtenu depuis 2016 plusieurs projets INTERREG portant à la fois sur la reconstruction d'images 3D d'organes aidée par l'IA (SAIAD et SAIAD 2) et l'organisation de la régulation des urgences (SIA-REMU).

Points faibles et risques liés au contexte

Malgré une expertise du LNIT dorénavant mature dans le domaine de la nanovectorisation, et des premiers résultats prometteurs (transport du ligand TRAIL ou de la protéine de PROTAMINE sur des nanotubes de carbone), les multiples dépôts de projets en vue de créer un consortium international (Nanomedicine) n'ont pas été retenus.

D'autres tentatives répétées auprès de l'INCA ont été tentées, mais en vain.

L'une des explications tient probablement au statut du LNIT (équipe d'accueil universitaire), en compétition avec des équipes de centres de recherche et laboratoires labellisés avec le CNRS et l'Inserm et aux moyens humains et technologiques supérieurs.

À un niveau régional, le LNIT répond aux appels à projet Région-Recherche et Contrat Doctoral. Depuis 10 ans d'existence, un seul projet a été financé (associant un contrat doctoral), grâce à un soutien spécifique de la Région.

4/ L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences technologiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le laboratoire dispose d'un parc d'équipements significatif en physique et chimie : pompes à vide, plateau de chromatographie HPLC, nanoindenteur, boîte à gants sous atmosphère d'argon, ultracentrifugeuses, microscope électrochimique à balayage,

D'autre part, son positionnement hospitalier lui permet d'accéder à des plateaux technologiques médicaux (bloc chirurgical, service d'imagerie médicale, ...)

Points faibles et risques liés au contexte

Le LNIT ne bénéficie que de 0,5 ETP en technicien de gestion administrative et ne dispose d'aucun personnel technique affilié à son CR. Un partenariat avec l'institut FEMTO-ST, dans le cadre d'un projet ISITE, a permis d'avoir en délégation une de leurs techniciennes en électronique en 2020 (0,8 ETP) pour un an, renouvelé depuis.

Le parc d'équipements cité précédemment nécessiterait un ingénieur pluridisciplinaire capable de gérer la maintenance, le fonctionnement, la sécurité et la formation sur les appareils de chimie ou de physique. Les demandes en ce sens auprès de l'université sont restées sans succès.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

Le LNIT affiche un bilan scientifique très positif, 463 articles ont été publiés dont 10 % dans d'excellentes revues. Tout d'abord, le LNIT ne comporte en son sein que des publiants. D'autre part, chaque chercheur des trois équipes affiche un nombre moyen annuel de publications qui va de 2 à 3 et au-delà (10) lorsqu'il est pris en compte le temps effectif consacré à la recherche, notamment pour les chercheurs hospitalo-universitaires.

1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.

Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique de l'unité est originale. Malgré des champs de recherche très différents, les équipes ont réussi à mettre à profit les compétences complémentaires afin de développer des innovations interdisciplinaires dans le domaine de la Santé. Chaque équipe est constituée de chercheurs qui possèdent des compétences théoriques et méthodologiques indéniables dans leurs thématiques respectives.

Cette approche permet d'aboutir à des travaux de recherche innovants.

Points faibles et risques liés au contexte

Le site internet du LNIT communique sur la participation de ses chercheurs comme éditeurs invités pour des journaux de l'éditeur MDPI (*Nanomaterial, Ehealth, Telemedicine and AI in Clinical Medicine*). La politique de publication inflationniste de cet éditeur (multiplication des articles et sollicitations pour de très nombreux «numéros spéciaux» aux processus de reviewing allégés) doit inciter à la prudence. En effet, le risque de déréférencement de Web of Science par Clarivate pour certains de ces journaux est réel et certains conseils scientifiques d'universités françaises et étrangères préconisent dorénavant d'éviter de publier dans les journaux de cet éditeur.

2/ La production scientifique est proportionnée au potentiel de recherche de l'unité et répartie entre ses personnels.

Points forts et possibilités liées au contexte

Evaluation qualitative de la production scientifique et de l'attractivité

La production scientifique globale de l'unité est excellente, en quantité - et prenant en compte l'effectif de chercheurs- (524 publications sur la période évaluée, dont 463 dans des revues référencées avec comité de lecture), et en qualité (plus de 50 publications dans d'excellentes revues, 91 publications dans des revues de forte et 87 de bonne notoriété internationale). Le laboratoire produit des articles scientifiques qui se répartissent entre des travaux à l'échelle cellulaire et nanovectorisation, des travaux portant sur l'intelligence artificielle et des travaux de recherche clinique.

Conformément aux recommandations du précédent contrat, le LNIT a publié sur des sujets collaboratifs entre les différentes équipes, notamment entre équipe 1 et équipe 2, dans des revues de haut niveau. Dans leur discipline, nombre d'articles sont publiés dans les journaux de référence aussi bien dans les domaines de Physique, Chimie et Médecine (*ACS Macro Letters, American Journal of Gastroenterology, Angewandte Chemie-International Edition, Annals of the Rheumatic Diseases, Blood, Ceramics International, Clinical Infectious Diseases, Computers in Biology and Medicine, European Urology, International Journal of Production Economics, Journal of Hepatology, Journal of Clinical Oncology, Pediatrics, Radiology, Science of the Total Environment, Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review...*).

Les doctorants du laboratoire ont un très bon niveau de publications, souvent en premier auteur.

Il faut noter le dépôt de 3 brevets, la création de 2 start-ups, 3 contrats de recherche et développement avec l'industrie au cours de la période.

Les chercheurs de l'unité ont obtenu plus de 40 contrats de recherche, dont 35 en tant que porteur de projet, ce qui démontre leur dynamisme et la qualité de leurs travaux. L'ensemble de ces projets représente un montant financier de près de 8.6 M€, mais la part exacte revenant à l'unité n'a pas été spécifiquement calculée. Cette capacité à collecter des fonds en provenance d'un panel très large d'appels à projets est une des forces du LNIT.

Points faibles et risques liés au contexte

Au niveau international, le laboratoire a peu de collaborations. Une convention avec l'université du Maroc a été signée, et le LNIT a organisé plusieurs réunions scientifiques sur les nanomatériaux au Maroc. L'unité fait des efforts pour accroître ces collaborations en ayant par exemple répondu pendant 3 années à l'appel à projet international «Nanomedicine», mais ces projets n'ont pas abouti malgré un consortium de haute qualité. Enfin, le LNIT a obtenu depuis 2016 plusieurs projets INTERREG portant à la fois sur la reconstruction d'images 3D d'organes aidée par l'IA (SAIAD et SAIAD 2), l'organisation de la régulation des urgences (SIA-REMU). Le projet d'obstétrique DB-Global Health, en collaboration avec le Royaume-Uni, témoigne également des efforts du laboratoire d'engager des partenariats internationaux.

3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte.

Points forts et possibilités liées au contexte

Une charte du laboratoire a été établie à destination des membres comportant une exigence en matière d'intégrité scientifique. Le directeur du laboratoire est impliqué dans le Copil «Intégrité scientifique» de l'UFC. Les publications dans les revues payantes sont évitées. Les informations sur les dates de formations organisées par le GIRCI-Est concernant les règles de bonne pratique en recherche cliniques sont systématiquement relayées vers les membres, y compris les doctorants.

En termes de recherche chez l'homme, les recherches cliniques se conforment à la réglementation nationale (recherches dans le cadre de la loi JARDE ou hors loi JARDE, avec sollicitation de l'avis d'un CPP si nécessaire dans ce cadre).

Ces études respectent la RGPD, soit à travers une déclaration auprès de la CNIL, soit en se conformant à une méthodologie de référence selon la directive MR003 concernant les recherches dans le domaine de la santé sans recueil du consentement (pour les études impliquant le CHU, signataire de l'engagement de conformité MR003 auprès de la CNIL). Pour la recherche clinique, les membres de l'équipe s'appuient sur les ressources de l'UMETH du CHU et de la DRCl. Par ailleurs, le laboratoire ne pratique aucune expérimentation animale.

Points faibles et risques liés au contexte

Aucun.

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'unité développe des projets scientifiques en lien direct avec des besoins médicaux. De fait, cette recherche s'inscrit pleinement dans la société, ce qui se traduit par des interactions nombreuses et fructueuses avec les industriels et par la conduite d'essais cliniques. Les membres de l'unité ont communiqué leurs résultats au grand public dès qu'ils en avaient la possibilité. Des efforts pourraient être poursuivis dans ce domaine, en mobilisant l'ensemble du personnel.

1/ L'unité se distingue par la qualité de ses interactions non-académiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité est très dynamique dans ses interactions avec les industriels dans le but de développer de nouveaux dispositifs médicaux, de nouvelles applications ou des innovations en santé. Celles-ci sont nombreuses (20 partenariats au cours de la période d'évaluation) et prennent différentes formes : prestations, contrats de recherche, bourses Cifre, collaborations. Une ingénieure de l'entreprise ENNOIA est accueillie au sein de la plateforme d'impression 3D pour développer des projets collaboratifs.

Points faibles et risques liés au contexte

Les contributions des prestations et contrats industriels à l'auto-financement de l'unité ne sont pas clairement définies dans leurs périmètres. Les nombreuses interactions affichées avec les industriels représentent un levier de financement qui pourraient être davantage exploité, notamment par la réponse conjointe à des appels d'offres collaboratifs (ANR PRCE, RHU, EIC PathFinder...).

2/ L'unité développe des produits à destination du monde socio-économique.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'activité de l'unité est translationnelle et une grande partie de ses développements technologiques, en particulier dans le domaine des dispositifs médicaux, est par définition à destination du monde socio-économique. L'unité est à l'origine de la création de 2 start-ups (Tissue Aegis et Ysicare Technology). Elle a déposé 3 brevets au cours de la période d'évaluation et 2 autres demandes sont en cours. L'unité initie et participe également de manière significative à des essais cliniques.

Le CHU et l'UFC bénéficient de conventions permettant d'accueillir au sein du laboratoire ou des services cliniques les étudiants de l'ISIFC (Institut supérieur d'ingénieurs de Franche-Comté), ce qui permet de former des personnels pour le monde non académique. Plusieurs membres de l'équipe ont participé au Hacking-Health de Besançon, aux journées portes ouvertes de l'université, ou aux forums étudiants de la région.

Points faibles et risques liés au contexte

Deux bourses Cifre ont été obtenues au cours de la période d'évaluation. Cependant, au vu des interactions industrielles annoncées et de la facilité du montage administratif d'un tel contrat doctoral, il existe probablement une marge d'amélioration pour en augmenter le nombre à l'avenir.

3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité s'est dotée d'un site internet qu'elle a développé par ses propres moyens au cours du contrat. Ses membres interviennent régulièrement dans la presse (Est Républicain), les médias audiovisuels (France 3 TV, radio campus) et les réseaux sociaux (Facebook). Des actions à destination des jeunes publics ont également été menées (forum Jeunes Chercheurs, forum des métiers, interventions dans des lycées...).

Points faibles et risques liés au contexte

Les activités de vulgarisation et de partage des connaissances avec le grand public pourraient se renforcer, en particulier en impliquant davantage les doctorants et post-doctorants de l'équipe.

C - RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Une grande pluridisciplinarité biomédicale caractérise LNIT, tant dans ses domaines d'application que dans les communautés médicales et scientifiques qui y cohabitent. C'est à la fois un risque et une opportunité.

Ce risque a été relevé par la précédente évaluation Hcéres de 2015 et il reste d'actualité. La cohérence thématique n'est pas très visible, vue de l'extérieur, et une impression de dispersion des approches, des domaines médicaux et des disciplines peut desservir le LNIT en ne permettant pas de la définir et donc de l'identifier en quelques mots-clés au niveau de la communauté scientifique et médicale nationale et internationale. La stratégie scientifique s'en trouve également effacée. Enfin, les liens entre les trois équipes constituant LNIT peuvent être moins évidents. Ce dernier point constitue un point de progression nécessaire, notamment pour les étudiants (ceux qui ont été interrogés lors de la visite ne connaissaient que peu les autres équipes du LNIT).

Mais c'est également une opportunité. L'opportunité de la pluridisciplinarité est la richesse et l'originalité des études qui peuvent en découler. Ainsi, le document d'autoévaluation et les échanges lors de la visioconférence ont montré plusieurs exemples de collaborations entre l'équipe 1 et 2 (modélisation en imagerie obstétricale, pédiatrique...) et entre l'équipe 1 et 3 (télésurveillance en pédiatrie...).

Au final, la démarche du LNIT est très pragmatique et s'adapte au contexte de la recherche biomédicale de Besançon : proposer une structure ouverte à la recherche biomédicale du CHU, sans à priori de discipline, mais avec une exigence de publications scientifiques. Cet objectif est largement atteint.

L'organisation du laboratoire va évoluer à moyen terme. En effet, le rapprochement avec l'EA 3920 (Marqueurs pronostiques et facteurs de régulation des pathologies cardiaques et vasculaires) est envisagé dans le cadre de la réorganisation des unités de recherche de l'Université de Franche-Comté. C'est une très bonne opportunité pour améliorer encore plus la visibilité du laboratoire et élargir les domaines d'applications aux spécialités cardiologiques de l'EA 3920. Certes, il y aura élargissement des indications biomédicales étudiées, mais en renforçant la masse critique d'une recherche de CHU.

Plusieurs chercheurs et EC, qui comptent parfois parmi les piliers de l'activité scientifique du laboratoire, partiront à la retraite d'ici la fin du prochain quinquennal. Le maintien de ces postes au sein de l'EA est capital pour pérenniser et développer la recherche construite depuis plus d'une dizaine d'années.

Toujours en termes de ressources humaines, il est important de résoudre le problème du déséquilibre entre chercheurs hospitalo-universitaires (majoritaires) et universitaires (minoritaires). Cette situation doit être anticipée. Le renouvellement de ces postes pourrait être l'occasion d'un repyramidage des effectifs de recherche. En effet, la proportion entre le nombre de MCF-HDR, engagés dans la dynamique du laboratoire et celui de PUPH paraît trop forte, ce qui milite pour le recrutement (ou la promotion) à court terme de plusieurs PU afin de garantir la pérennité du laboratoire.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

LNIT a déjà une grande attractivité nationale, attestée par ses collaborations académiques. L'attractivité passant par la visibilité, l'approche multi-thématique du laboratoire, couvrant des champs disciplinaires larges et variés, n'est pas des plus favorables. Cependant, le fait de se présenter comme un laboratoire de recherche en Santé et essentiellement hospitalo-universitaire peut être une force et une spécificité, sorte de « bras armé » de la recherche du CHU de Besançon. Dans ce contexte, il y aurait une cohérence à ce que le CHU soit un partenaire plus marqué du LNIT avec une forme de contractualisation « sur mesure ». Ce rapprochement avec un partenaire institutionnel fort compenserait partiellement l'absence de label avec un EPST, qui reste factuellement un des indicateurs d'excellence de toute équipe de recherche en France.

Mais cette identité de recherche hospitalière à renforcer ne doit pas faire perdre de vue la nécessité d'attirer des enseignants-chercheurs mono-appartenants qui apporteront les fondements scientifiques, technologiques et méthodologiques indispensables à la recherche translationnelle de LNIT.

La labellisation par un EPST tel que l'INSERM serait un gage de visibilité, mais au prix d'un choix drastique dans les thématiques, solution peu adaptée au site et qui serait moins productive en termes scientifiques.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

La production scientifique de LNIT est remarquable en termes quantitatifs (entre 5 et 10 publications par équivalent temps-plein) et en termes qualitatifs avec de nombreux articles de rang A et/ou de premier et second quartile dans leurs domaines biomédicaux.

Une plus grande visibilité internationale entraînera des collaborations et études transnationales avec des opportunités de publications de grand impact.

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

Les thématiques de santé de LNIT (amélioration des pratiques médicales hospitalières, santé publique, circuits de soin,...) intègrent de facto ses activités de recherche dans la société.

À cela se rajoute une intégration des activités de recherche dans le monde médico-économique avec des brevets et l'accompagnement à la création de deux start-ups. Au vu de ses expertises, le LNIT a les capacités d'envisager la création d'un laboratoire commun avec un industriel du dispositif médical (label LabCom de l'ANR).

ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

Équipe 1 : Imagerie et modélisation (2D, 3D,4D)

Nom du responsable : M. Sébastien Aubry

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe 1 développe des techniques innovantes d'imagerie et de modélisation pour le diagnostic, la théranostique et la radiologie interventionnelle. L'équipe regroupe des savoir-faire en optique, en imagerie nucléaire, en radiologie et en échographie. En lien avec les cliniciens, cette équipe développe des dispositifs optiques, de l'imagerie et de la modélisation 2D, 3D, et 4D (imagerie dynamique) : radio-embolisation et chimio-embolisation, CorrectiOn du Mouvement Par AppaReil ExteRne (COMPARER), IRM et TDM haute résolution sur cadavres, segmentations 2D et modélisations 3D pour le développement de modèles d'os ou de prothèses, segmentation de reins tumoraux chez l'enfant (intelligence artificielle et visu 3D), amélioration de la sécurité au bloc opératoire (outils d'aide à la décision).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe 1 a tenu compte des remarques et propositions de l'évaluation de 2015 et a progressé en développant des synergies fortes avec les 2 autres équipes. Concernant les collaborations entre l'équipe 1 et 2, les travaux de modélisation à partir de l'imagerie en obstétrique, en gynécologie, en chirurgie pédiatrique, en anatomie font le lien avec les techniques d'impression 3D maîtrisées par l'équipe n°2 (plateforme I3DM). Toujours entre les équipes 1 et 2, les travaux concernent également les dispositifs médicaux (projet DELPHI entre chirurgiens pédiatres et physiciens chimistes de l'équipe n°2 par exemple, projet SMART-D pour les pansements intelligents et connectés, ou encore le marquage des instruments chirurgicaux par procédés chimiques ou physiques). Des projets existent aussi entre les équipes 1 et 3, en particulier en gynécologie obstétrique pour la surveillance des grossesses à risque par télésurveillance ou bien de surveillance du rythme cardiaque fœtal par intelligence artificielle. Un projet entre les 3 équipes est en cours de développement et concerne l'organisation territoriale des urgences chirurgicales.

La production scientifique de l'équipe 1 est très bonne. Les doctorants et post-doctorants trouvent leur place facilement. L'équipe 1 a su s'ouvrir au monde industriel avec 3 contrats de R & D, 9 contrats de recherche (1480 K€ de façon collaborative) et la création d'une start-up. Deux brevets ont pu être obtenus dont 1 en collaboration avec l'équipe 2.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	6
Maîtres de conférences et assimilés	9
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	15
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	0

Sous-total personnels non permanents en activité	0
Total personnels	15

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Après 10 ans d'existence, l'équipe 1 repose sur des bases solides et se révèle très dynamique, même si les axes de recherche sont assez variés d'une part, et des restructurations de personnel se sont avérées nécessaires d'autre part. Il existe une cohérence autour de l'équipe de radiologie grâce aux différentes thématiques d'imagerie, de reconstruction et de modélisation qui intéressent de nombreuses spécialités médico-chirurgicales.

Les fondements théoriques et méthodologiques sont solides et ils n'hésitent pas à utiliser l'unité de Méthodologie de l'UFC et la DRCl en cas de besoin.

Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique est significative avec 278 publications dans des revues à comité de lecture, reposant sur l'ensemble des chercheurs. Radiologie interventionnelle, imagerie diagnostique et radiologie au service de la chirurgie représentent leurs domaines de recherche. Les radiologues sont très actifs et ont de nombreux projets qui aboutissent à des publications de bon niveau. Ils travaillent aussi avec l'équipe 2, concernant la chimio-embolisation notamment. De nombreux travaux entre radiologues et chirurgiens sont également en cours, parfois en association avec l'Intelligence Artificielle ; ils concernent une meilleure définition des futures prothèses, sur le plan orthopédique et l'opérabilité des tumeurs rénales malignes de l'enfant, composante majeure pour le pronostic de ces cancers, sur le plan oncologique. De même, la sécurité au bloc opératoire est un axe de recherche intéressant dans la prévention. Par ailleurs, l'équipe de Radiologie a rapporté pour la première fois au monde la survenue d'embolies pulmonaires dans le cadre du Covid.

L'équipe 1 a publié dans des revues de haut niveau puisque plus de 40 % des articles sont parus dans des revues de rang A ou B (105/253 référencés), soit plus d'une quinzaine d'articles de haut niveau par an, ce qui est remarquable dans une équipe avec peu de chercheurs à temps plein. Elle sait travailler avec des partenaires de niveau international, peut-être pas du meilleur niveau dans la mesure où elle est plutôt leader dans ses projets, situation beaucoup plus difficile à obtenir à un niveau supérieur. L'équipe 1 produit environ 3 articles par chercheur et par an, soit 9 à 10 articles par équivalent temps plein, presque 1 par mois, ce qui est très bien pour des chercheurs à mi-temps universitaire pour la plupart. La répartition des publications est homogène, même si certains leaders publient un peu plus, ce qui est normal. Les doctorants et post-doctorants de l'équipe 1 publient régulièrement leurs travaux, en tant que premier auteur, et sont soutenus tout au long de leur parcours par leurs encadrants. Mais, lors de la visite, peu de doctorants étaient présents.

L'équipe 1 collabore fréquemment avec le monde de l'industrie et une douzaine de collaborations avec des entreprises est rapportée. Des sujets à haute valeur scientifique et technologique, inspirés par les enjeux européens et nationaux, sont étudiés par l'équipe 1, en cohérence avec les axes de recherche, et concernent notamment la sécurité des patients en lien avec la radiothérapie, la radiologie interventionnelle, la chirurgie et la médecine nucléaire. L'équipe 1 sait relever des défis technologiques avec des partenaires non-académiques, plutôt sociétaux comme en témoigne la création d'un logiciel de bloc opératoire pour y améliorer la sécurité des patients. Elle n'a pas encore développé de travaux sur le plan environnemental. Elle a mis à disposition du personnel pour la création d'une start-up au cours de ce quinquennat.

Points faibles et risques liés au contexte

Il existe d'importants problèmes de personnel en nombre insuffisant, notamment BIATSS et mono-appartenants, qui nuisent à la bonne efficacité du LNIT dans son ensemble et de l'équipe 1 par voie de conséquence. L'équipe 1 du laboratoire n'a pas pu accueillir de doctorant dont la recherche a été financée par des partenaires non-académiques.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Fort de ce bilan très positif, l'équipe est encouragée à répondre à des appels à projets internationaux en position de leader, ce type de collaboration pouvant être atteint à l'avenir. Le LNIT dans son ensemble et par conséquent l'équipe 1 méritent une reconnaissance justifiée et un effort en termes de personnel et de locaux.

Équipe 2 : Nanovectorisation et thérapies innovantes

Nom du responsable : M. Guillaume Herlem

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe 2 «Nanovectorisation et thérapie innovante» développe des thérapies innovantes à l'aide de nanotechnologies. Ses thématiques de recherche s'articulent autour de 3 axes : Biomatériaux pour la santé, Nanovecteurs et Biocapteurs. Elle réalise également des travaux fondamentaux tels que la fonctionnalisation de surface par voie physico-chimique (prothèses), la modélisation (plateforme d'imagerie 3D) et la simulation (biomimétisme et séquenceur ADN). L'activité de l'équipe est pluri-disciplinaires avec des membres de formations diverses et complémentaires : chirurgiens, médecins, physiciens, chimistes et électroniciens.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le rapport précédent mentionnait la nécessité de recentrer les thèmes de recherche sur la nano-vectorisation de médicaments et le développement de dispositifs médicaux. Cette recommandation a bien été prise en compte, comme le montre le bilan de l'équipe 2 avec le développement de nouveaux procédés de vectorisation d'agents actifs et de dispositifs médicaux fonctionnalisés ou intelligents.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	9
Maîtres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	15
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	0
Sous-total personnels non permanents en activité	3
Total personnels	18

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe présente un bilan très positif avec des publications de haut niveau (*PNAS*, *JACS*), des collaborations nationales et internationales en position de leader, des collaborations industrielles menant à une valorisation sous forme de brevets, la formation des jeunes, la gestion d'une plateforme d'imagerie 3D et une excellente capacité d'auto-financement. Ce bilan est d'autant plus impressionnant au regard du nombre relativement limité d'ETP chercheurs (4,75). Le risque principal est une dispersion des ressources dans un contexte de manque de personnel.

Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique de l'équipe 2 est importante en quantité sur la période d'évaluation avec 195 publications, soit 2 à 3 publications par chercheur par an, correspondant à 6 à 9 publications par ETP par an, compte tenu de la majorité de bi-appartenants de l'équipe. Elle est également significative en qualité avec des publications dans de grands journaux généralistes tel que *PNAS* et dans des revues majeures du domaine de la chimie (*JACS*), des nanotechnologies (*NanoMaterials*, *NanoScale*), des biomatériaux (*Acs Applied Materials & Interfaces*) et des domaines relevant de spécialités médicales (*JACC* pour la cardiologie et *European Radiology* pour la radiologie par exemple). Cette production dans des domaines très variés reflète le caractère pluri-disciplinaire de l'équipe et ses contributions aussi bien au niveau fondamental qu'appliqué.

L'équipe 2 se distingue aussi par ses nombreuses collaborations nationales et internationales. Citons par exemple le projet européen COST « Sprint » pour lequel Florelle Gindraux, l'IR de l'équipe, est en position de co-leader du Working Group « Clinical Applications ». L'équipe collabore également activement avec l'industrie (Covalab notamment). Deux demandes de brevet sont en cours. Ses capacités d'auto-financement sont très bonnes, avec >400 k€ obtenus sur appel à projets (ANR, PHRC, Initiatives Science Innovation Territoire Économie en Bourgogne-Franche-Comté ou ISITE, Grand Équipement National de Calcul Intensif ou GENCI, projet région envergure...). Il est à noter que l'équipe porte 4 projets en tant que coordinatrice, ce qui montre son leadership dans ses domaines d'activité.

L'équipe est également très dynamique sur le plan de l'enseignement et des responsabilités collectives. Fabien Picaud a été élu directeur du Mésocentre de calculs de Franche-Comté. Six thèses ont été soutenues au cours de la période d'évaluation. L'équipe gère la plateforme hospitalo-universitaire I3DM, une plateforme médicale de modélisation, de planification et d'impression 3D. Cette plateforme a été créée en janvier 2020 et propose des prestations de segmentation d'imagerie médicale, de planification chirurgicale virtuelle, d'impression 3D de dispositifs médicaux ou encore de modèles 3D pédagogiques.

Points faibles et risques liés au contexte

Le manque de moyens humains représente la principale limitation de l'équipe. Les responsables souhaiteraient pouvoir recruter, en particulier des chercheurs mono-appartenants et personnels techniques, et promouvoir leur personnel (repyramidage). Dans ce contexte, le foisonnement d'idées et de projets, bien que très positif, représente un risque de dispersion et d'épuisement des ressources.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe est invitée à continuer de se concentrer sur ses activités à forte valeur ajoutée afin d'éviter le risque de dispersion des ressources. Elle est encouragée à répondre à des appels à projets ambitieux (type IHU ou projets européens) dans le but de recruter du personnel contractuel pouvant être mutualisé sur ses différents projets. Ses efforts pour recruter du personnel pérenne et pour promouvoir ses personnels doivent être poursuivis, afin de favoriser la belle dynamique déjà à l'œuvre dans l'équipe.

Équipe 3 : Organisation des systèmes de santé

Nom du responsable : M. Amir Hajjam El Hassani

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

La production scientifique de l'équipe est originale : les travaux de recherche concernent l'ingénierie de la connaissance et l'aide à la décision, la logistique et l'optimisation des flux hospitaliers. Les compétences de l'équipe sont dans les domaines suivants : programmation mathématique, optimisation discrète, méta-heuristique, fouille de données, apprentissage automatique et intelligence artificielle.

L'objectif scientifique est d'améliorer les performances du système de santé en termes d'accès aux soins, de sécurité et d'optimisation des processus de soins.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

En 2016, certains chercheurs travaillaient sur des méthodes d'optimisation dans les salles d'opération ou l'analyse des chutes et des sons cardiaques. D'autres chercheurs travaillaient essentiellement sur la circulation automobile et les flux de circulation.

Progressivement les thématiques de ces derniers ont intégré le champ de la santé pour s'intéresser aux transports au sein du système de soins. Dans le champ de la santé, à noter également des articles sur la charge de travail au bloc opératoire en lien avec les rotations de personnels, et sur le machine learning.

Ce recentrage thématique vers la Santé a donné une plus grande cohérence scientifique à l'équipe.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	6
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	0
Sous-total personnels non permanents en activité	0
Total personnels	6

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe était composée en décembre 2021 de 6 maîtres de conférence du CNU 61 dont deux sont arrivés fin 2021 (c'est-à-dire que leurs travaux n'ont pas été faits dans le cadre de cette unité) et un professeur émérite. Pour le nouveau contrat, l'équipe sera composée seulement de 4 MCF et d'un cinquième MCF rattaché à l'Université de Saint-Étienne (plus 1 professeur émérite).

Les membres de l'équipe ont publié 86 articles dans des revues à comité de lecture sur la période, qui reposent sur la production de 6 chercheurs (puisque 2 chercheurs ont rejoint l'unité fin 2021).

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe affiche des partenariats au sein de l'unité, mais également avec des partenaires du secteur public permettant de relever des défis technologiques concernant la sécurité des soins, l'efficacité du système de santé, ou l'autonomisation des personnes et le maintien à domicile. Ainsi, l'équipe participe à la plateforme SIA-REMU (Système d'Intelligence Artificielle pour la REgulation Médicale des Urgences), projet porté par le laboratoire, en collaboration avec des partenaires de Suisse (Centre Hospitalier Universitaire Vaudois).

L'équipe a également des partenariats conventionnés avec des acteurs industriels (exemple : projet basé sur la fouille de données en partenariat avec des entreprises privées STUDEC et GE). L'équipe y applique des méthodes d'IA, d'ingénierie de la connaissance, et de fouille de données, pour créer des méthodes innovantes d'analyse de l'organisation des systèmes de santé et d'optimisation. Toujours en lien avec le monde socio-économique, l'équipe a déposé un brevet au cours de ce quinquennat et est à l'origine de la création d'une start-up : ISYCARE Technology, éditeur de plateforme de gestion et d'optimisation de planning des tournées de soignants.

Dans ce contexte, l'équipe a eu la capacité de financer et d'encadrer un grand nombre de doctorants, dont 2 en contrat Cifre avec des entreprises privées.

L'équipe a une reconnaissance sur le plan national. Son rayonnement international est perfectible. L'équipe a un très bon taux de réussite dans des projets partenariaux régionaux et européens (INTERREG France-Suisse). L'implication dans des projets industriels est très importante et conduit à une recherche à grande majorité orientée vers les applications. L'encadrement doctoral est de bonne qualité au vu des témoignages des doctorants.

La cohérence scientifique est très bonne. Sur la base des choix stratégiques de l'équipe et de son projet, les perspectives scientifiques sont prometteuses et fédératives. Les risques associés sont limités, car ces nouvelles activités restent connexes aux compétences de l'équipe.

Ainsi, l'équipe affiche une vision claire de sa projection scientifique, s'appuyant sur un bon ancrage territorial et une proximité avec le monde de la santé. L'unité compte également accroître le nombre de projets nationaux et internationaux tout en poursuivant une activité de transfert avec les entreprises et les acteurs de la santé.

Points faibles et risques liés au contexte

Plusieurs projets sont présentés dans lesquels l'équipe est partenaire, mais il est difficile d'apprécier l'implication de l'équipe dans ces projets ainsi que leur financement.

De manière plus générale, le développement de l'équipe est ambitieux, mais surdimensionné au vu des forces de recherche en présence ; la multiplication des thématiques aboutira en l'état à une dispersion des forces et des niveaux d'expertises et d'excellence.

La gestion des ressources humaines et financières de l'équipe n'est pas clairement intégrée à la gestion globale du laboratoire.

L'équipe ne compte aucun professeur des universités dans ses effectifs. Si la qualité de la recherche n'est pas obligatoirement en lien avec cette situation, l'absence de PU entraîne inévitablement dans le système universitaire français une perte « d'effet levier » et peut entraver le futur de cette équipe.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Il est recommandé de repenser l'organisation des effectifs de l'équipe au regard de la future structuration du laboratoire.

Il faudra également resserrer les thématiques de recherche de l'équipe afin d'éviter la dispersion.

La recherche de davantage de partenariats nationaux et internationaux contribuera positivement à la visibilité de l'équipe.

L'équipe fédère autour d'elle plusieurs travaux de recherches impliquant des hospitalo-universitaires. Il est important de résoudre le problème du déséquilibre entre cliniciens bi-appartenants et chercheurs mono-appartenants.

Cette situation doit idéalement être anticipée. Ainsi, le renouvellement de ces postes pourrait être l'occasion d'un repyramidage des effectifs de recherche. La proportion entre le nombre de MCF-HDR, engagés dans la dynamique de l'équipe et celui des PU-PH, paraît trop forte.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATE

Début : Mercredi 19 avril 2023 (13h)

Fin : Mercredi 19 avril 2023 (17h30)

Entretiens réalisés : en distanciel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Mercredi 19 avril (visioconférences)

13h15-13h30

Accueil, présentation du Hcéres et du comité d'experts aux personnels du LNIT

13h30-15h00

Bilan scientifique du LNIT et échanges avec le comité

- Présentation générale du laboratoire + discussion (30 min)
- Présentation de l'équipe 1 + discussion (20 min)
- Présentation de l'équipe 2 + discussion (20 min)
- Présentation de l'équipe 3 + discussion (20 min)

15h-15h30

Échanges entre comité et représentants des tutelles (Université de Franche-Comté, Écoles Doctorales ES et SPIM)

15h30-16h00

Échanges entre comité et enseignants-chercheurs

16h00-16h30

Échanges entre comité et doctorants

16h30-16h45

Échanges entre comité et directeur/directeurs adjoints

16h45-17h15

Réunion à huis-clos du comité

17h15

Conclusions avec les personnels du LNIT

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

Maison de l'Université

Besançon, le 13 septembre 2023

Dossier suivi par :
Hugues DAUSSY
tél. (33) 03 81 66 50 04
recherche@univ-fcomte.fr

Madame, Monsieur,
Chère collègue, Cher collègue,

L'université de Franche-Comté n'a pas d'observation de portée générale à formuler, en relation avec le rapport d'évaluation de NIT.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

Pour la présidente de l'Université de Franche-Comté, Marie-Christine Woronoff, et par délégation

Le Vice-Président Recherche et Valorisation

Hugues Daussy



Les rapports d'évaluation du Hcéres
sont consultables en ligne : 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

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

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

