

Préparation du déménagement d'un plateau
d'imagerie interventionnelle ainsi que la
création d'une salle de lavage et de
désinfection d'endoscopes au CHU de Caen.



Laurent LATROUÏTE
Université de Technologie de Compiègne
Master 2 - Ingénierie de la Santé
Technologies Biomédicales et Territoires de Santé
Année universitaire 2024-2025

Suivi académique:
Cécile LEGALLAIS

Tuteur de stage:
Pierre LACOMBE

Remerciements

Je souhaiterais exprimer ma profonde reconnaissance à M. Pierre LACOMBE de m'avoir accueilli dans son service. Pour son encadrement, sa grande expertise dans le domaine biomédical et son approche très pédagogue pour toujours répondre à mes innombrables questions. Sa bonne humeur communicative qui fait du service biomédical du CHU de Caen un endroit épanouissant pour toutes les personnes que j'ai pu croiser.

Je tiens également à remercier l'équipe des ingénieurs, Laurent SCHWOB, Elise COATANNOAN, Catalina VIALLE et François LECOUTOUR qui se sont tous montrés prévenant et désireux de me faire partager leurs expériences en me conviant à leurs réunions de travail dans les services ou avec les prestataires externes.

Les techniciens biomédicaux et les administratifs qui ont tous eu la gentillesse de ne pas me considérer comme un simple stagiaire de passage.

Mme Cécile LEGALLAIS de l'UTC pour son œil critique et ses judicieux conseils.

Bien sûr mon épouse, celle sans qui rien n'aurait été possible. Merci pour sa force, sa patience, son soutien, qui m'ont permis de partir sereinement pour reprendre des études.

Et enfin mes enfants pour leur bonne humeur et leur grande capacité d'adaptation.

Résumé

Le CHU de Caen où j'ai fait mon stage est engagé depuis 2016 dans un ambitieux programme de construction de nouveaux bâtiments et donc de déménagement de l'ensemble de ses activités. Pour ce faire tous les services sont mis à contribution mais plus encore pour les services techniques et bien sûr le service biomédical qui va devoir déplacer l'ensemble des équipements ou bien profiter de cet élan pour faire de gros investissements. Ce stage m'a donc permis d'appréhender la fonction d'ingénieur biomédical à travers deux projets stratégiques majeurs pour l'établissement.

Le premier axe de la mission s'est porté sur le déménagement des activités d'imagerie interventionnelle, une opération complexe nécessitant un état des lieux exhaustif de l'existant en termes de matériel ou d'activité médicale, ceci afin de planifier les différents aspects en étroite collaboration avec les services médico-techniques de ce déménagement.

Le second volet de ce stage a concerné l'analyse financière comparative des devis et des projets techniques pour la création d'une nouvelle salle lavage et de désinfection dédiée aux endoscopes. Ce projet au croisement de la qualité des soins et de la maîtrise des coûts, a impliqué une étude approfondie des solutions proposées par différents fournisseurs, en lien avec les exigences réglementaires, les besoins spécifiques des utilisateurs et une enveloppe budgétaire.

Ce rapport présente donc les différentes étapes de ces deux missions, de l'analyse des besoins à la formulation de recommandations organisationnelles et économiques, illustrant les compétences mobilisées dans le cadre d'un stage d'ingénieur biomédical en milieu hospitalier.

Abstract

The Caen University Hospital, where I did my internship, has been engaged since 2016 in an ambitious program to construct new buildings and therefore to relocate all of its activities. To achieve this, all departments are involved, but even more so the technical departments and, of course, the biomedical department, which will have to move all of the equipment or take advantage of this momentum to make major investments. This internship therefore allowed me to understand the role of a biomedical engineer through two major strategic projects for the institution.

The first axis of the mission focused on the relocation of interventional imaging activities, a complex operation requiring a comprehensive inventory of the existing situation in terms of equipment or medical activity, in order to plan the different aspects of this move in close collaboration with the medical-technical services.

The second part of this internship involved the comparative financial analysis of quotes and technical projects for the creation of a new sterilization room dedicated to endoscopes. This project, at the intersection of quality of care and cost control, involved an in-depth study of the solutions proposed by different suppliers, in line with regulatory requirements, specific user needs, and a budget.

This report therefore presents the different stages of these two missions, from the analysis of needs to the formulation of organizational and economic recommendations, illustrating the skills mobilized within the framework of a biomedical engineering internship in a hospital environment.

Table des matières

Résumé	1
Abstract	1
Abréviations	3
Liste des figures	3
Liste des annexes	3
Introduction – présentation de la structure et les missions du Service Biomédical	4
Partie I – Déménagement des activités d'imagerie interventionnelle	8
1.1 Présentation du service et de son rôle.	8
1.2 Contexte du déménagement	10
1.3 Organisation du projet	10
1.4 Analyse critique	13
Partie II - Analyse financière de solutions de lavage et de désinfection des endoscopes	13
2.1 Présentation du projet de salle de désinfection	13
2.2 Présentation des offres analysées	14
2.3 Méthodologie d'analyse	17
2.4 Analyse critique	18
Conclusions et perspectives.....	18
Bibliographie :	19
Annexe 1 : GHT Normandie centre	21
Annexe 2 : Faux plafond technique de l'ensemble des futures salles d'imageries interventionnelles... ..	22
Annexe 3 : Exemple d'Implantation d'une salle d'imagerie Philips	23
Annexe 4 : Etiquetage GMAO.....	26
Annexe 5 : Exemple de rails Halfen® utilisés en imagerie médicale	28

Abréviations

- **CHU** : Centre Hospitalier Universitaire.
- **CCP** : Code de la Commande Publique.
- **CCTP** : Cahier des Clauses Techniques Particulières
- **DM** : Dispositifs Médicaux.
- **FEH** : Femme-Enfant-Hématologie.
- **GHT** : Groupements Hospitaliers de Territoire.
- **GMAO** : Gestion de Maintenance Assisté par Ordinateur
- **IBM** : Ingénieur Biomédical
- **K€** : Milliers d'euros
- **LDE** : Laveur Désinfecteur d'Endoscope
- **M€** : Millions d'euros
- **ORL** : Oto-Rhino Laryngologie
- **RPA** : Résidence pour Personnes Agées
- **TAVI** : Transcatheter Aortic Valve Implantation
- **TBM** : Technicien Biomédical
- **USLD** : Unité de Soins de Longue Durée.

Liste des figures

- **Fig. 1** : CHU de Caen (source www.CHU-Caen.fr)
- **Fig. 2** : Les chiffres clés du CHU (source rapport d'activité 2024 du CHU de Caen)
- **Fig. 3** : Missions du service biomédical (source service biomédical CHU de Caen)
- **Fig. 4** : Chiffres clés du projet de reconstruction (source intranet <https://nouveau.chu-caen.fr>)
- **Fig. 5** : Projet du futur CHU (source « CHU mag n°2 » mai2025)
- **Fig. 6** : Système d'imagerie interventionnelle : modèle Philips Azurion 7 C20 Flexarm (source www.Philips.com)
- **Fig. 7** : Plan d'implantation des futures salles interventionnelles (source auteur)
- **Fig. 8** : Tapis roulant Pulsar 3P (source www.medicalexpo.fr)
- **Fig. 9** : Enceinte blindée Radioprotech F750 (source <https://radioprotech.com/fr/6-shielded-isolator/1-ga68compacthotcell>)
- **Fig. 10** : Espace de la future salle de lavage des endoscopes (source auteur)
- **Fig. 11** : Vision 3D du projet d'implantation de la société A (source devis de la société A)
- **Fig. 12** : Vision 3D du projet d'implantation de la société B (source devis de la société B)
- **Fig. 13** : Plan du projet d'implantation de la société C (source devis de la société C)
- **Fig. 14** : Exemple de trois laveurs désinfecteurs d'endoscopes (source www.medicalexpo.fr)

Liste des annexes

- **Annexe 1** : GHT Normandie centre (source : <https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/nor-06.pdf>)
- **Annexe 2** : Faux plafond technique de l'ensemble des futures salles d'imageries interventionnelles (source auteur)
- **Annexe 3** : Exemple d'implantation d'une salle d'imagerie Philips (source Philips)
- **Annexe 4** : Etiquetage GMAO (source auteur)
- **Annexe 5** : Exemple de rails Halfen® utilisés en imagerie médicale (Source extrait de « salle radio - guide technique » société Halfen <https://downloads.halfen.com/catalogues/fr/media/catalogues/framingsystems/sr-f.pdf>)

Introduction – présentation de la structure et les missions du Service Biomédical

Historiquement, le CHU de Caen était organisé autour de deux sites principaux pour l'administration et l'accueil des patients. Depuis 2022, il a été décidé de tout regrouper en un seul site avec une complète réorganisation et la construction de nouveaux bâtiments pour recevoir ces activités [1].

Une première phase de travaux s'est achevée en 2024 où les activités administratives, de pharmacie et de laboratoire ont été déménagées. Mon arrivée à l'hôpital en février 2025 coïncidait avec la fin des travaux de gros œuvre pour les activités d'hospitalisation, de chirurgie et de consultations. Mon stage s'inscrivait donc dans cette démarche d'évolution de structures hospitalières avec pour sujet principal de m'intéresser plus particulièrement aux salles d'imagerie interventionnelles telle que la rythmologie ou la coronarographie, avec pour objectif d'appréhender l'ensemble des questionnements pour l'installation de ces salles. Mais aussi de m'intéresser à la création d'une nouvelle salle de lavage et de désinfection des endoscopes, avec pour cela une analyse des besoins de la part des professionnels et l'étude des propositions des différentes sociétés avec une analyse financière et technique.

1. Le CHU de Caen



Fig. 1 : CHU de Caen

Le CHU de Caen [2], qui fait partie du Groupement Hospitalier de Territoire (GHT) « Normandie centre » (cf. annexe 1), est un établissement de soins de proximité pour toute la population du bassin caennais estimé à 3 millions d'habitants, comprenant le pôle de recours et d'expertise pour l'ensemble de la Normandie occidentale. Il se compose de 5 bâtiments dispersés sur l'agglomération :

- L'hôpital Côte de Nacre est une structure monobloc d'une capacité de 1000 lits et regroupant une grande majorité des activités de soins et de diagnostics.
- L'hôpital Femme-Enfant-Hématologie (FEH), ouvert en 2009, possède plus de 300 lits. On y retrouve les services de pédiatrie, néonatalogie, gynécologie, hématologie ainsi que les urgences et chirurgies pédiatriques.
- L'hôpital Clémenceau, qui est le site historique de l'hôpital de Caen, regroupe aujourd'hui 100 lits avec les activités de psychiatries de l'enfant et de l'adolescent, la médecine générale, les services d'addictologie.
- La résidence pour personnes âgées (RPA) possède 260 lits et est constituée d'une Unité de Soins de Longue Durée (USLD), en plus d'une maison de retraite.

- Le centre Esquirol, implanté sur le plateau Côte de Nacre, est spécialisé dans la psychiatrie adulte.

Comme tout CHU, ces missions s'articulent autour de trois axes que sont

- Le soin : avec une soixantaine de services médicaux et médico-technique pour répondre aux besoins de la population en couvrant l'ensemble des spécialités médicales, chirurgicales, obstétricales grâce notamment à un plateau technique complet et de 1700 lits répartis sur les différents sites. Pour faire vivre cette structure, près de 7500 personnes sont employées ce qui en fait le principal employeur du calvados, et joue donc un rôle majeur dans l'économie et bien sur la santé publique en Normandie. Le budget annuel de fonctionnement pour l'année 2023 s'élevait à près de 720 M€ avec 220 M€ d'investissements réparti sur différentes activités.
- La recherche : plus de 1000 études cliniques actuellement en cours et 740 publications par an montre bien l'implication du CHU de Caen et de ses praticiens pour être à la pointe des avancées médicales.
- L'enseignement : près de 4000 étudiants de médecine, pharmacie, infirmiers, aides-soignants... font partie du paysage du CHU ainsi qu'un centre de simulation en santé utilisant des mannequins, des scénarii de simulations ont dispensé près de 2000 heures de formation pour l'ensemble des professionnels déjà en poste.

Les chiffres clés du CHU de Caen du rapport d'activité 2024

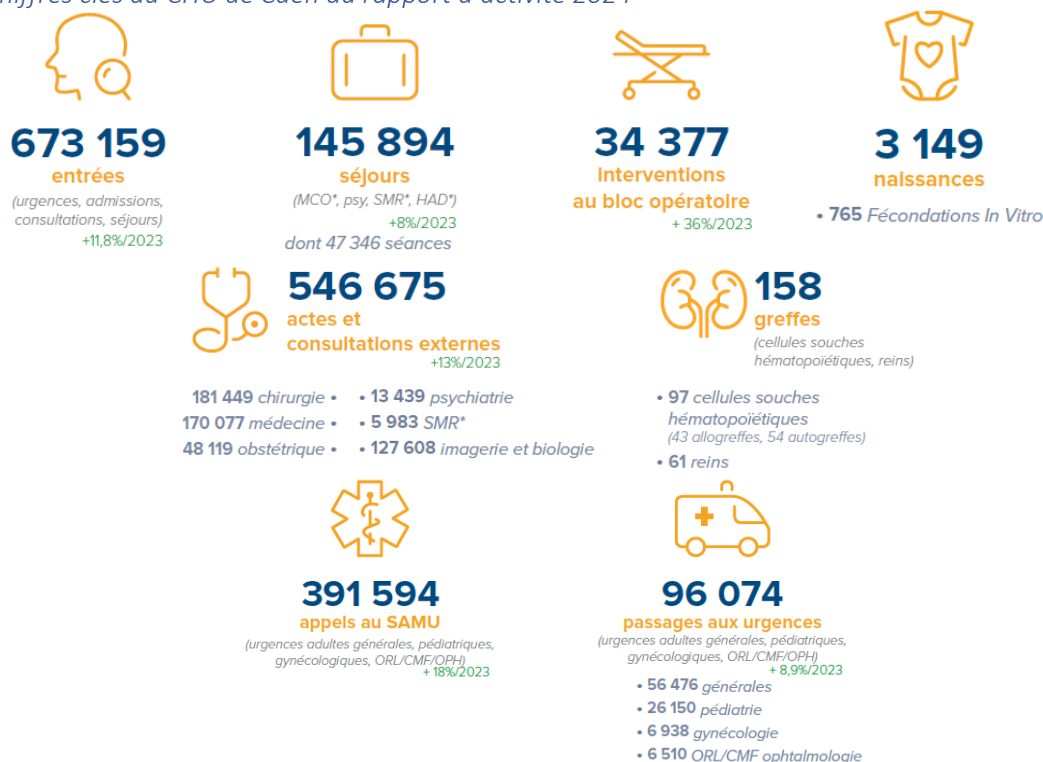


Fig. 2 : Les chiffres clés du CHU

2. Le service biomédical

Le service biomédical (SBM) est un service technique de support qui est en charge de la gestion de l'ensemble du parc de dispositifs médicaux avec des activités allant de l'achat [3] jusqu'à la réforme en passant par la maintenance [4]. Ces dispositifs, gérés par le SBM, couvrent un large panel d'activités allant d'une simple prise de température par un thermomètre tympanique jusqu'à un système d'imagerie par émission de positons dans un service de médecine nucléaire.

Pour cela, le SBM est composé de 5 ingénieurs (IBM) et de 15 techniciens (TBM) qui ont la charge de près de 22 000 dispositifs ayant une moyenne d'âge de 8 ans, et qui représentent une valeur de 100 M€ pour l'ensemble du parc.

Les Ingénieurs biomédicaux ont plutôt la charge de l'achat des appareils et de la gestion des contrats de maintenance, pour satisfaire les besoins des praticiens en respectant des contraintes budgétaires demandées par l'institution, le tout en accord avec les lois du Code de Commande Publique (CCP) [5] [6].

Les techniciens biomédicaux sont responsables de la maintenance des appareils au plus près des services de soins, soit par leur savoir et leurs compétences propres, soit en sollicitant des prestataires externes. En 2024, l'atelier du SBM a géré 7500 interventions de maintenance préventive (entretien annuel, changement de filtres etc.) pour maintenir le niveau d'efficacité du dispositif, ou de maintenance curative lorsqu'une panne intervient.

Le budget de fonctionnement du département biomédical est de 6 M€ d'investissement et de 5.5 M€ pour les frais de maintenance annuelle, ce qui en fait un des services les plus important au sein de l'administration hospitalière.

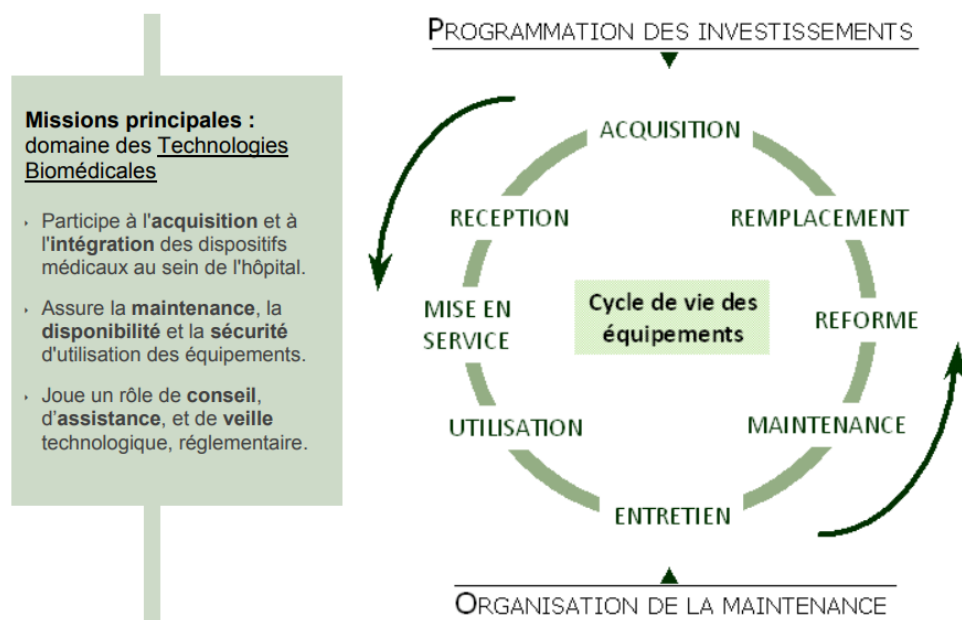


Fig. 3: Missions du service biomédical

3. La reconstruction

Le CHU actuel a été inauguré en 1975 avec un début de projet en 1961. Cet hôpital qui était à la pointe de la modernité dans les années 70, s'est montré inadapté aux nouveaux équipements et aux nouvelles pratiques médicales depuis le début des années 2000. De plus les installations techniques devenant désuètes, les structures de soins couteuses et une dispersion géographique des activités ont donc conduit à la décision de construire un nouvel hôpital. Le projet a été accepté et a débuté en 2016.



Fig. 4 : Chiffres clés du projet de reconstruction

La construction du nouveau CHU de Caen Normandie est une opération très importante qui va moderniser significativement l'offre hospitalière publique de la Région Normandie. Cela passe par la construction de 6 bâtiments où seront réparties les différentes activités du CHU.

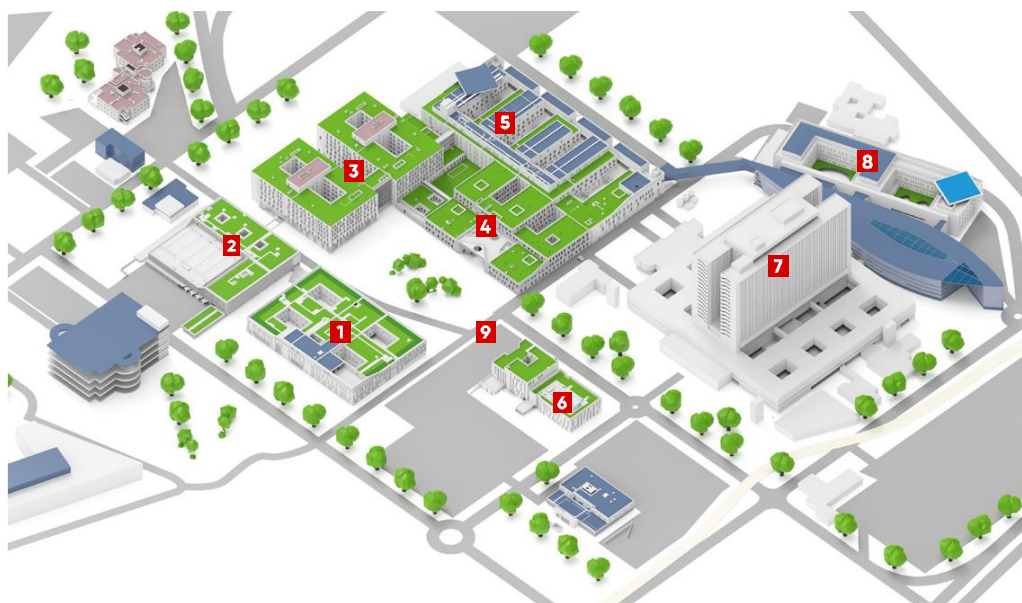


Fig. 5 : le projet du futur CHU

1. Bâtiment biologie/Recherche (Ouvert en Juin 2023)
 - Institut territorial de biologie santé.
 - Direction de la recherche clinique et de l'innovation.
2. Bâtiment Logistique/ Pharmacie/ Administration (Ouvert en Mars 2023)
 - Directions.
 - Pharmacie.
3. Bâtiment Soins/Séjours (Ouverture prévue en 2027)
 - Hospitalisation conventionnelle.
 - Enseignement.
4. Bâtiment Soins/Accueil (Ouverture prévue en 2027)
 - Hospitalisation ambulatoire.
5. Bâtiment Soins/Critiques (Ouverture prévue en 2027)
 - Plateau technique.
 - Urgences.

6. Bâtiment Odontologie. (Ouvert en octobre 2023)
 - Consultations.
 - Interventions.
7. Ancienne tour du CHU
8. Bâtiment FEH (Femme Enfant Hématologie)
9. Emplacement du futur bâtiment de Cancérologie (projet pour 2027)

Partie I – Déménagement des activités d'imagerie interventionnelle

1.1 Présentation du service et de son rôle.

L'imagerie interventionnelle [15] est un pan de l'activité médico-technique assez peu connue du grand public mais qui a une très grande importance pour la prise en charge des patients en utilisant pour cela des abords vasculaires. On pense bien sûr à l'angioplastie des coronaires avec la pose de stent (sorte de petits ressorts pour maintenir le diamètre des artères coronaires suffisant et ainsi éviter l'infarctus du myocarde), le changement d'une valve aortique (technique du TAVI) ou encore l'ablation d'un anévrisme intracérébral.

Ces actes hautement techniques ont besoin de systèmes d'imagerie à rayons X performants pour permettre au praticien de visualiser son geste au sein des structures anatomiques sans avoir besoin d'être trop invasif.

L'imagerie interventionnelle était initialement pratiquée par les radiologues qui avaient l'habitude d'utiliser des rayons X afin de localiser des structures anatomiques à partir d'une image plane en deux dimensions. Cela permettait à des radiologues de se spécialiser non plus à des fins diagnostiques mais cette fois à but thérapeutique. Par la suite, ce sont les cardiologues qui se sont spécialisés pour la manipulation des appareils d'imagerie interventionnelles que sont les arceaux de bloc. Ils ont ainsi pu réaliser leurs propres procédures que ce soit pour des problématiques anatomiques (pose de stent, changement de valves ...) ou bien fonctionnelles (rythmologie, pose de pacemaker, défibrillateurs...).



Fig. 6 : Système d'imagerie interventionnelle : modèle Philips Azurion 7 C20 Flexarm

Au fil du temps, l'imagerie prend de plus en plus d'importance et d'autres spécialités l'utilisent assidument afin de diminuer les gestes invasifs pour des services chirurgicaux comme la neurochirurgie, le vasculaire ou l'orthopédie.

Ces salles sont actuellement dispersées sur l'hôpital du fait de l'évolution des pratiques : au niveau 20 pour la cardiologie, au niveau 1 dans les locaux de la radiologie conventionnelle ou encore au niveau 0 près de la médecine nucléaire. Dans le projet de nouvel hôpital, toutes ces salles vont donc être réimplantées dans des espaces communs, ce qui va demander soit le déménagement des dispositifs, soit l'achat de nouveaux appareils. Ce projet de nouvel hôpital va permettre une augmentation du nombre de salles et le rapprochement de celles-ci ceci afin d'optimiser les flux de patients, de professionnels et donc améliorer la prise en charge médicale et accroître le nombre d'actes.

Les installations d'imagerie interventionnelle du futur CHU de Caen seront composées de dix salles, cinq d'entre elles sont dédiées spécialement à la cardiologie (coronarographie, urgence et rythmologie) et les cinq autres sont partagées entre plusieurs spécialités (radiologie, vasculaire, neurologie ...) en fonction de l'attribution des plannings de vacation.



Fig. 7 : plan d'implantation des futures salles interventionnelles

En cardiologie, l'organisation actuelle comprends 2 salles de coronarographie pour gérer l'activité programmée, une salle de rythmologie et une salle mixte servant à la rythmologie et aux coronarographies réalisées en urgence. A l'avenir deux salles seront dédiées aux coronarographies et seront totalement équipées à neuf. Une salle sera exclusivement réservée aux coro d'urgences avec

du matériel déménagés de l'ancien bâtiment. Et enfin deux salles équipées à neuf pour l'activité de rythmologie.

Deux salles monoplan (générant des images en 2 dimensions serviront aux activités vasculaires, neurologiques et orthopédiques.

Une salle biplan (avec deux arceaux de bloc positionnées à la perpendiculaire pour générer des images en 3D) qui servira pour des actes de neurologie interventionnelle.

Une salle de scanner interventionnelle pour de la chirurgie.

Et enfin une salle hybride totalement neuve combinant plusieurs modalités d'imagerie pour plusieurs spécialités médicales en fonctions des plannings.

1.2 Contexte du déménagement

Le CHU de Caen dans sa configuration actuelle date de 1975. Il est évident qu'après 50 ans l'architecture des bâtiments, l'organisation des lieux, les flux de personnes ou de matériels ont beaucoup évolué. Ce bâtiment de 22 étages communément appelé « la tour » par les personnels ne répond plus à un grand nombre de problématiques ni de normes.

Une tour monobloc pour la quasi-totalité des activités peut être très pratique pour aller d'un service à un autre car tout est très proche. Mais cela implique un très grand nombre d'ascenseurs pour les flux de logistique divers, de patients mais aussi des nombreux visiteurs au cours de la journée.

En termes de sécurité incendie, assurer la protection de toutes les personnes présentes dans un seul bâtiment relève du casse-tête pour réussir à respecter les différentes normes. Il est aussi à noter que le CHU de Caen est considéré comme le bâtiment le plus amianté d'Europe et que son exploitation devenait ingérable.

1.3 Organisation du projet

Le projet de création de nouvelles salles d'imageries interventionnelles doit s'insérer dans un programme plus vaste déjà bien avancé. Ainsi les plans, le gros œuvre et un grand nombre de structures sont déjà en place comme par exemple les flux d'aération (annexe 2) [7], de chauffage, de câblage électrique, qu'il est important de les prendre en compte quand il faut préparer des plans d'installations de machines qui seront fixées au sol ou au plafond (cf. Annexe 2 et 3) [8]

Puis ensuite de pouvoir préparer de déménager en fonction des implantations structurelles, des matériels existants et de l'activité médicale.

La grande difficulté du projet est de réussir à passer d'un bâtiment fonctionnel avec une file active conséquente de patients à un autre tout aussi opérationnel en un minimum de temps. Cela implique une grande préparation en identifiant les besoins

- En matériel :
 - Qu'est-ce qu'on garde de l'existant (listing exhaustif du parc) ?
 - Qu'est-ce qu'on achète (marché, arbitrage) ?
- Pour ce qui est neuf :
 - Analyse des propositions des différents fournisseurs
 - Choix des appareils
 - Implantation de ceux-ci (Cf. annexe 2)
 - Installation (Cf. annexe 3)
 - Configuration informatique de toutes les machines connectées
- Pour ce qui va être déménagé :
 - Identifier ce qui doit être démonté/remonté
 - Quelle est la volumétrie (dimensionnement de la logistique) ?
 - Y a-t-il des précautions particulières de transport ?

- Quelle est la destination ?
- Réinstallation et calibration
- Configuration informatique de toutes les machines connectées

L'ensemble de ces activités doit toujours être abordé avec le prisme du temps nécessaire pour réaliser les actions et surtout l'échéance finale où tout devra être opérationnel.

La première partie de mon stage s'est donc intéressé aux salles interventionnelles et préparer leur déménagement. La GMAO, qui est la base de données de l'ensemble des dispositifs médicaux de l'hôpital, était le point d'entrée de mon activité. Tout d'abord faire une extraction de cette base pour tous les appareils qui se trouvent dans les différentes salles d'imagerie interventionnelle puis ensuite aller dans chacun des services et faire cette fois le recensement physique des appareils présent sur site, en notant les numéros d'inventaires et la localisation précise des dispositifs. Cela permettait donc d'identifier des incohérences entre ce qui était attendu et la réalité.

Arrivé à ce stade, un premier arbitrage a été fait pour décider de ce qui sera reformé et donc remplacé par du neuf ou voué à se déplacer. Le devenir de chaque dispositif devra être reporté sur la GMAO. Pour cela, un code a été décidé par l'équipe du SBM qui sera écrit dans le champ « identification » de la base pour savoir rapidement :

- Si le dispositif est déplacé ou non
- Son emplacement actuel
- Sa destination
- Le cas échéant, qui le prend en charge
- Si une préparation est nécessaire

(Cf. Annexe 4 Etiquetage de la GMAO)

Ces informations reportées dans la GMAO permettront donc de faciliter la planification des mouvements avec les déménageurs et l'équipe du SBM. Mais aussi dans le déroulé du projet de faire des extractions et générer des listings précis suivant les besoins des personnes à l'approche de la fin de la phase préparatoire.

A ce stade, nous connaissons précisément notre parc dans les salles et le devenir de chaque appareil est acté. La difficulté est donc maintenant de prévoir la séquence des événements avec :

- Installation de tout ce qui est neuf
- Mise en place d'une activité médicale dégradée (arrêt partiel ou déplacement en partie de celle-ci)
- Déménagement
- Reprise d'une activité médicale optimale.

Evaluer le temps que peut prendre chaque action nécessite de questionner et d'échanger avec des professionnels qui ont l'habitude de ce type de projets. Plusieurs intervenants externes travaillant pour des sociétés d'imagerie médicale ont été sollicités. Ces professionnels étaient tous des chefs de projets dans l'installation ou le déplacement de salles d'imageries lourdes comme des scanners, des IRM ou dans notre cas de l'imagerie interventionnelle. Ces échanges m'ont permis d'appréhender et d'être attentif dans la préparation de ce type de projet à des points clés comme par exemple pendant la phase préparatoire :

- Une salle propre sans poussières.
- Les câbles électriques passés (sol/plafond) et opérationnels.
- Si besoin installation au plafond des rails Halfen® sur lesquels seront fixés les machines.
- Au sol, installation de(s) plaque(s) de base.

Ensuite préparer la livraison

- Réserver des espaces de parking pour les camions.
- Réserver un ascenseur pour toute la durée de la procédure.
- Identifier le parcours qui sera suivi au sein des bâtiments afin de préparer éventuellement des plaques au sol, des rampes.
- Détourner les circulations de personnes étrangères à l'activité.
- Dépose et remontage éventuelle d'un mur fusible.
- Evaluer le temps nécessaire pour la livraison (de quelques heures à 2 jours suivant les dispositifs).

Installation et mise en service

- 3 semaines sont nécessaires pour l'installation technique pour une salle d'imagerie interventionnelle
- Bionettoyage de la salle
- Qualification des équipes
- Vérifications de la radioprotection
- Contrôle qualité interne et externe

L'entrée du premier patient dans la salle n'est donc pas envisageable avant 4 semaines.

Or, pour des raisons budgétaire, d'organisation et des maintenances futures, il a été décidé de ne travailler qu'avec une seule société pour l'achat et l'installation de toutes les salles. Leurs mises en place ne pourront donc pas se faire de façon totalement concomitante mais partiellement séquentielle. Cette temporalité devra donc être prévue pour l'ensemble des huit salles du projet.

Dans le cas des deux salles de rythmologie, comme les imageurs seront neufs, je ne m'étais pas penché sur le séquençage des actions avant l'arrivée des premiers patients. C'était sans compter sur le fait que certains dispositifs médicaux (DM) de la salle seront transférés et non pas changés à neuf. C'est le cas des baies de rythmologie qui sont des racks roulants avec plusieurs appareils à l'intérieur servant à l'ablation des fibrillations atriales. Ce type de dispositifs nécessite, après un déplacement, d'être recalibrés ce qui ne peut être fait que par le fabricant et comme il y a trois baies différentes par salle, cela multiplie d'autant le temps avant d'avoir une salle pouvant accueillir une activité médicale.

Voilà encore un exemple dans la nécessité de prendre le temps de la préparation et de la discussion avec un maximum de personnes qui feront émerger des problématiques. C'est là où l'organisation de réunions de brainstorming avec l'équipe du SBM (ingénieurs et techniciens), des rythmologues, des anesthésistes et même des sociétés externes se sont montrées très utiles.

En parallèle de ces tâches propres aux salles d'imagerie interventionnelles, le SBM s'est engagé dans l'indexation de la totalité des Dispositifs Médicaux de l'hôpital dans la GMAO. Ce qui a eu pour effet de se questionner sur une gamme restreinte d'appareils qualifiés d'atypiques de par leur volume et/ou poids important et/ou fragilité. Par exemple un tapis de course spécifique très volumineux et lourd (Fig. 8) ou encore des enceintes blindées pour la manipulation de produits radiopharmaceutiques en médecine nucléaire pesant plus de 3 tonnes (Fig. 9) ce qui nécessitera des machines et des personnels spécialement formés pour leur prise en charge.



Fig. 8 Tapis pulsar 3P



Fig. 9 : Enceinte blindée Radioprotech F750

A contrario, certains DM comme par exemple des microscopes de bloc opératoire ne sont ni très volumineux ni lourd mais extrêmement fragiles. Et faire déplacer une société spéciale pour leur prise en charge aurait un coût prohibitif. C'est pourquoi ils seront déménagés exclusivement par le SBM.

1.4 Analyse critique

Préparer le déménagement d'une structure telle qu'un hôpital demande beaucoup de temps, de rigueur et de méthode. La préparation des séquences des événements est la clé de voute pour mener à bien son projet. Le fait de sans cesse affiner l'approche des problématiques, permettait de soulever de nouvelles questions qui n'avaient pas été envisagées au début du processus. Mais grâce aux échanges avec toutes les personnes impliquées dans la démarche, des axes de travail n'ont pas cessé d'abonder l'avancée du projet ; il serait peu sérieux d'envisager un projet d'une telle envergure seul.

Le problème selon moi est l'identification de la grande diversité de questions auxquels il faudra répondre pour mener à bien cette entreprise et plus encore le temps que chaque action va prendre au moment du déroulé des actions. S'adjoindre en plus les conseils avisés des prestataires externes tels que des déménageurs expérimentés ou les responsables d'installation de dispositifs encombrants est indispensable.

L'organisation des tâches à réaliser sera ensuite reportée sur un diagramme de Gantt afin de faciliter la planification et le déroulé des tâches.

Partie II - Analyse financière de solutions de lavage et de désinfection des endoscopes

2.1 Présentation du projet de salle de désinfection

La mise en place d'une salle de désinfection des endoscopes répond à la nécessité de garantir la protection des patients, la conformité aux normes réglementaires ([8] [9] [10]) en vigueur et donc de la qualité des soins. Dans le cadre de la reconstruction du nouvel hôpital, il est prévu de créer une nouvelle salle de désinfection cherchant donc à centraliser, rationaliser et optimiser l'ensemble des procédures de traitement de ces dispositifs médicaux réutilisables [11] [12] [13]. Cela concerne principalement le nettoyage, la désinfection et le stockage du matériel médical. L'objectif est de disposer d'un espace conforme aux exigences normatives mais aussi ergonomique, fonctionnel et sécurisé pour les utilisateurs.

La conception de la salle de lavage a été pensée selon le principe de la marche en avant [14], dont le but est que les instruments sales et les instruments propres ne passent jamais aux mêmes endroits pour éviter des contaminations croisées. L'espace est donc sectorisé en plusieurs zones distinctes :

- Zone sale : réception, tri et pré-lavage des dispositifs médicaux usagés.
- Zone de lavage/désinfection : avec laveurs-désinfecteurs,
- Zone stérile : conditionnement, et stockage du matériel prêt à l'emploi dans des armoires.

Pour réaliser ce projet trois sociétés ont été sollicitées pour nous faire des propositions et présenter dans leur offre :

- L'organisation de l'espace de travail
- L'installation du mobilier spécifique
- Des bacs de pré-lavages (manuels)
- Des laveurs-désinfecteurs (automatiques)
- Des armoires de stockage des endoscopes stériles

Pour un parc de 80 endoscopes nécessitant près de 11 000 lavages par an.

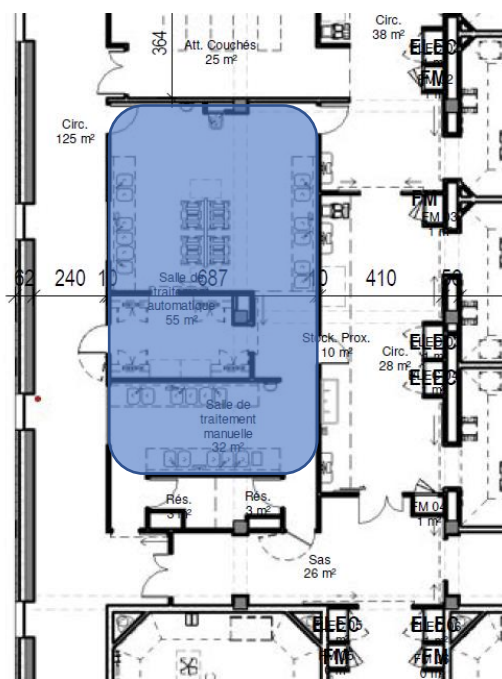


Fig. 10 : espace de la future salle de lavage des endoscopes à équiper.

2.2 Présentation des offres analysées

Aménager une salle de lavage et désinfection pour les endoscopes n'est pas quelque chose d'anodin : cela demande une haute technicité si l'on veut garantir une désinfection efficace des dispositifs et donc la sécurité des patients et des personnels soignants. Lors d'une première étude du marché, seulement trois sociétés (que nous appellerons A, B et C dans un souci de confidentialité) étaient référencées en centrales d'achat et pouvaient répondre à nos attentes. Ces sociétés sont toutes très bien implantées au niveau international depuis de nombreuses années et ont dans leur portefeuille d'activité et de matériel l'expérience et les moyens de répondre à nos besoins.

Les trois offres transmises par ces sociétés présentaient des projets d'organisation de l'espace et de la marche en avant variés. Les différences sont liées à l'espace alloué (85 m²), les contraintes de dimensionnement des appareils ainsi que les contraintes techniques (raccordement électrique, eau, évacuations, aérations).

Projet d'implantation de la société A

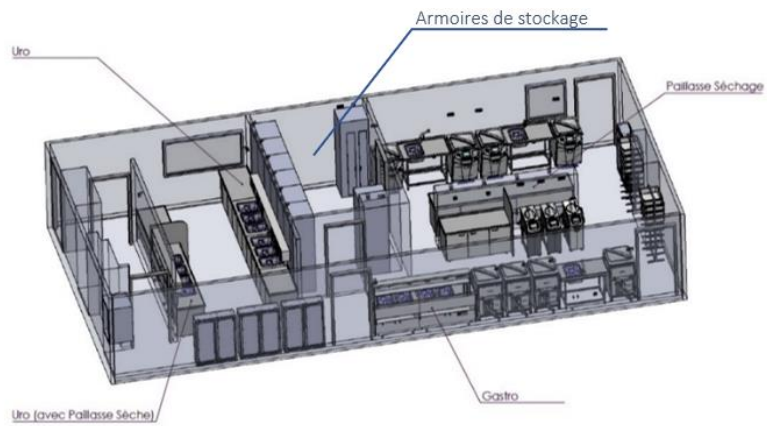


Fig. 11 : vision 3D du projet d'implantation de la société A

Projet d'implantation de la société B

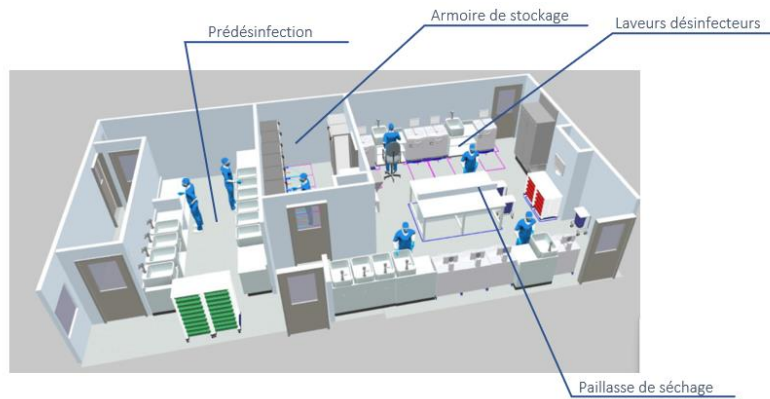


Fig. 12 : vision 3D du projet d'implantation de la société B

Projet d'implantation de la société C :

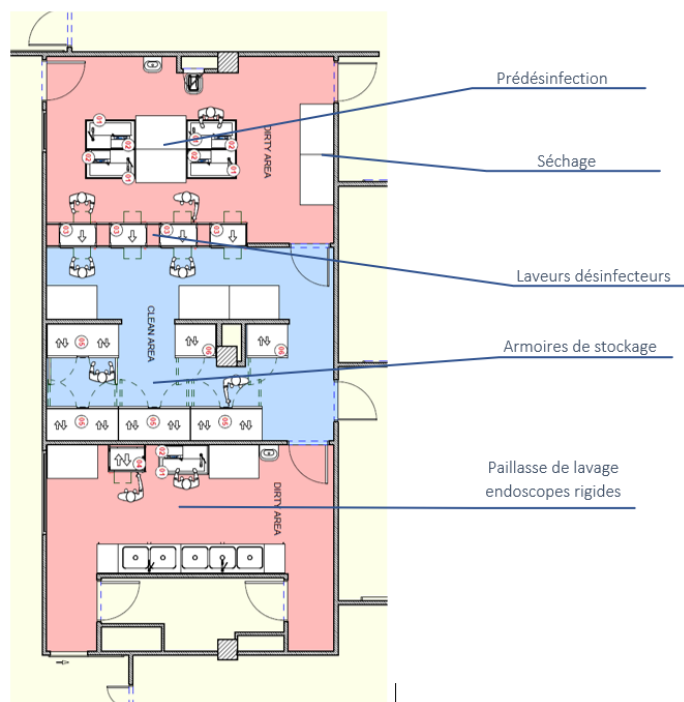


Fig. 13 : plan du projet d'implantation de la société C

Pour les sociétés A et B, les projets se ressemblent beaucoup dans l'organisation et la circulation des personnes. Mais la notion de marche en avant pas parfaitement respectée, en effet la sortie de la zone de stockage (propre) oblige à repasser (même pour quelques dizaines de centimètres) dans la zone sale.

Le projet de la société C quant à lui propose des Laveurs Désinfecteurs d'Endoscopes (LDE) traversant c'est à dire avec une porte de chargement coté sale et un déchargement coté propre/stockage et offre ainsi une marche en avant conforme aux recommandations des hygiénistes. Mais en contrepartie, cela crée trois petites pièces moins « ouvertes »

Exemple de trois laveurs desinfecteurs d'endoscopes :



Fig. 14 : Exemple de trois laveurs désinfecteurs d'endoscopes

A ce stade, les trois projets ont été présentés aux équipes soignantes afin qu'elles puissent donner leurs avis et se projeter dans la nouvelle organisation.

2.3 Méthodologie d'analyse

L'analyse des propositions s'est faite en deux temps principaux : d'abord l'expression des points de vue et les préférences des utilisateurs et ensuite l'analyse de l'ensemble des coûts par le SBM sur une durée de 7 ans.

Afin de discuter avec toutes les parties prenantes, il a fallu organiser des réunions regroupant le cadre supérieur de tout le bloc opératoire, la cadre supérieure de la partie endoscopie, les aides-soignantes en charge de la désinfection, le pharmacien hygiéniste, une personne en charge des bâtiments et des infrastructures, le SBM (ingénieur et technicien) et enfin des médecins. C'est un moment où tout le monde peut donner son avis sur l'ergonomie de la pièce, des espaces alloués etc. Ce petit groupe de travail donnera son point de vue sur les différentes solutions proposées, lesquelles seront consignées par le SBM.

Ensuite, l'étude financière gérée totalement par le SBM va s'intéresser au :

- Coût d'achat et d'installation de la salle
- Coût des contrats de maintenance
- Coût des consommables (ce qui peut être très important car un cycle de lavage (suivant les modalités) vaut entre 2.53€ HT et 3.68€ HT)
- Coût des travaux et modifications au niveau du bâtiment existant si besoin.

Pour que le SBM puisse faire l'analyse financière des devis, en plus de l'achat des machines et du mobilier, il fallait ajouter le coût des contrats de maintenance et les consommables. Pour ce dernier point, le SBM avait transmis au préalable les données d'activité du service d'endoscopie. Ainsi la configuration choisie devait pouvoir gérer

- 8086 lavages/an d'endoscopes souples
- 3800 lavages/an d'endoscopes rigides (ORL)
- 1 cycle d'autodésinfection/machine/jour

Pour faire cette analyse financière, les trois devis ont été reportés dans un fichier Excel avec des frais fixes (achat des machines, installation) puis des frais variables (consommables, maintenance). En créant différentes formules automatiques, cela permettait de faire varier des paramètres sur l'activité prévisionnelle du service avec des scénarii optimistes ou pessimistes et ainsi évaluer les coûts de fonctionnement.

Pour analyser les propositions, il a été décidé arbitrairement de regarder l'ensemble des coûts des trois propositions sur 7 ans.

- Ainsi, pour l'installation des laveurs, les tarifs allaient de 134 K€ à 168 K€ à l'avantage de la société A
- Pour les armoires de stockage : de 136 K€ à 287 K€ à l'avantage de la société C
- Pour les paillasse et le mobilier : de 106 K€ à 165 K€ où la société B est la mieux placée
- Pour la maintenance : 147 K€ à 250 K€ sur 7 ans pour la société C
- Et les consommables de produits désinfectant et lessiviels : de 252 K€ à 280 K€ pour 7 ans

A l'issu de ces deux étapes que sont l'étude du projet d'implantation et l'analyse financière, l'IBM pourra prendre une décision consensuelle avec les utilisateurs quant à la solution retenue avec bien sûr

une attention particulière pour l'aspect économique du projet car ce sont des budgets entre 900 K€ et 1.3 M€ sur 7 ans suivant les propositions.

2.4 Analyse critique

Le programme d'installation d'une salle de désinfection offre la possibilité à l'IBM d'avoir une vision très large de chef de projet. Il doit être l'organisateur et l'animateur de réunions de travail avec tous les professionnels, d'échanges avec les fournisseurs, de négociation avec eux pour finalement prendre une décision et faire un choix qui aura un fort impact dans le temps auprès d'un grand nombre de personnes.

L'analyse financière permet quant à elle de soulever beaucoup de questions en croisant les données, en discutant avec les prestataires et ainsi réussir à « lire entre les lignes » d'un devis sur ce que l'entreprise veut mettre en avant ou au contraire « omettre ». Il n'est donc pas surprenant de revenir 3 ou 4 fois vers les sociétés et demander des compléments d'informations toujours dans l'intention d'avoir une vision homogène entre les propositions, de pouvoir les comparer objectivement et le cas échéant pourvoir défendre sa position devant la direction ou en cas de litige avec les sociétés après l'attribution du marché.

Conclusions et perspectives

Ce stage au sein du service biomédical du CHU de Caen a été une expérience particulièrement enrichissante. Il m'a permis de participer activement à plusieurs projets, renforçant ainsi mes compétences techniques et ma compréhension des enjeux liés à la gestion des dispositifs médicaux.

La mission de préparation du déménagement m'a offert l'opportunité de m'immerger dans les services, d'inventorier et d'analyser les dispositifs présents. Au-delà de l'aspect logistique, cette tâche m'a confronté à la complexité de la rédaction de protocoles et de diagrammes d'action, soulignant l'importance de la rigueur dans la préparation et la recherche d'exhaustivité des tâches qui seront à réaliser.

Être une aide dans la décision et l'arbitrage pour un projet de salle de lavage et de désinfection, s'est montré extrêmement enrichissant pour appréhender l'aspect humain du métier et les échanges avec les parties prenantes qu'elles soient interne ou externe. L'analyse des offres m'a également offert une perspective précieuse sur la gestion budgétaire et la comparaison des solutions.

Par ailleurs, j'ai eu en charge la rédaction de deux cahiers des clauses techniques particulières (CCTP) pour l'acquisition d'enceintes de marquage de radiopharmaceutiques ou l'étude de faisabilité pour l'achat d'un vidéodermoscope 3D corps entier dans le diagnostic de mélanomes, le projet de remise à neuf du département des explorations fonctionnelles respiratoires qui ont renforcé ma capacité à formaliser des besoins techniques et à évaluer la viabilité de projets innovants.

Le suivi, le maintien opérationnel d'un parc de dispositifs mais aussi la gestion de projets pour des programmes ambitieux sont autant de fonctions dévolues à l'ingénieur biomédical. Cela requiert une grande capacité d'écoute, d'analyse et une adaptabilité constante, car chaque jour présente de nouveaux défis.

Bibliographie :

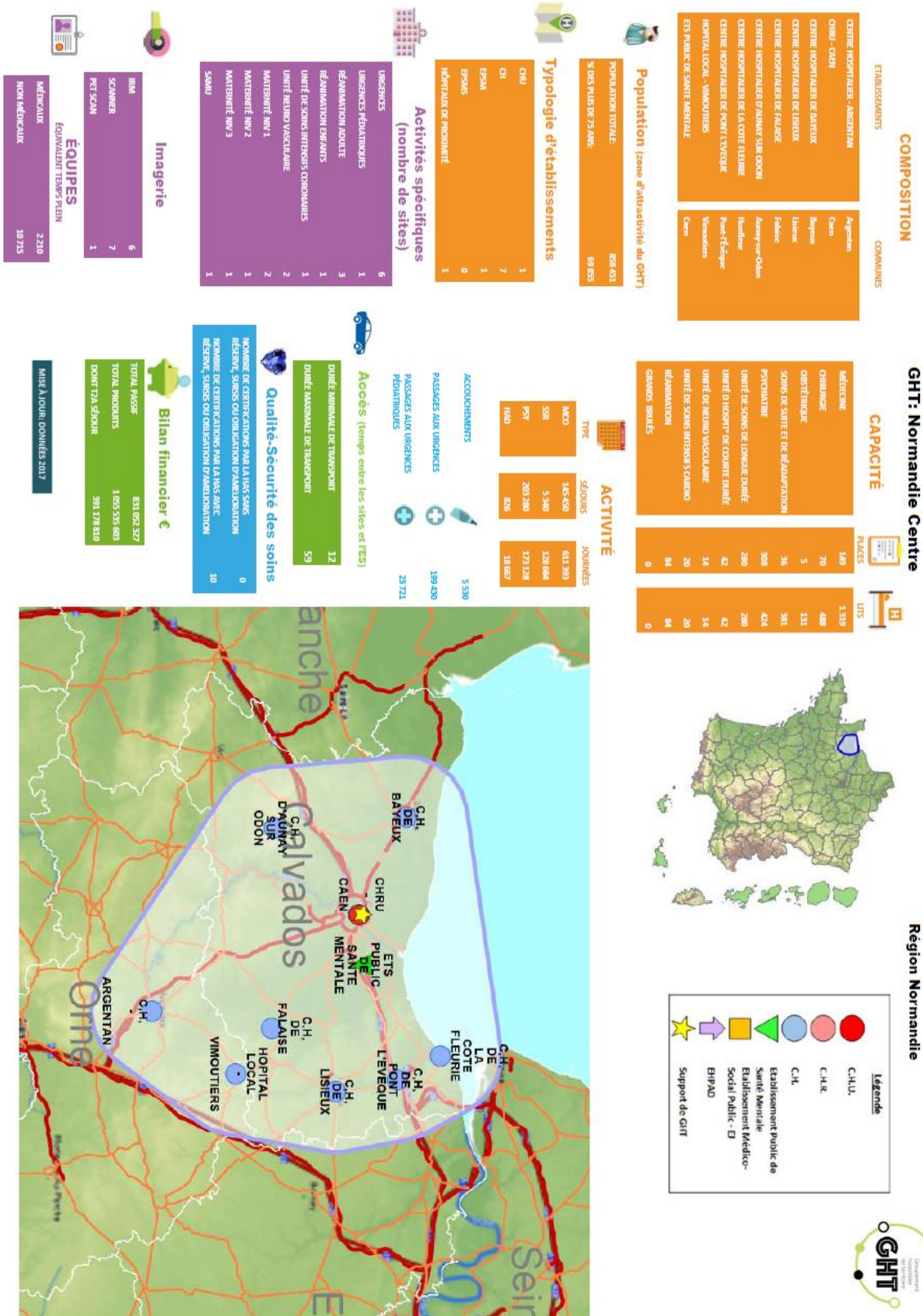
- [1] « CHU Caen basse Normandie Projet d'établissement 2022-2026 ». [En ligne consulté en mars 2025]
Disponible sur <https://www.chu-caen.fr/decouvrez-le-chu/>
- [2] Youtube : « C'est Caen qu'on arrive, Hors-série 2 Le CHU de Caen » :
<https://www.youtube.com/watch?v=k4fzLXrUOiY>
- [3] Procédure du CHU « politique de renouvellement des équipements biomédicaux » B-PR-001 V3 du 18/03/2019
- [4] SNITEM « dispositifs médicaux nouvelle réglementation » (dossier de presse mars 2020 mise à jour avril 2023) <https://www.snitem.fr/wp-content/uploads/2022/11/Dossier-de-presse-Nouvelle-reglementation-MAJ-04-23.pdf>
- [5] ANAP « achat public de solutions innovantes » [En ligne consulté en mars 2025]
<https://anap.fr/s/article/achat-public-solutions-innovantes-guide>
- [6] ANAP « Guide opérationnel de l'acheteur d'innovation en santé » [En ligne consulté en mars 2025]
<https://anap.fr/s/article/guide-acheteur-innovation-sante>
- [7] NF S90-351 - Établissements de santé - Zones à environnement maîtrisé - Exigences relatives à la maîtrise de la contamination aéroportée
- [8] ISO 14644-5 :2004 - Salles propres et environnements maîtrisés apparentés.
- [9] ISO 14937 - Stérilisation des produits de santé - Exigences générales pour la caractérisation d'un agent stérilisant et pour la mise au point, la validation et la vérification de routine d'un processus de stérilisation pour dispositifs médicaux
- [10] ISO 15883-4 – Laveurs désinfecteurs
- [11] ANAP stérilisation : fiches pratiques [En ligne consulté en avril 2025]
<https://www.anap.fr/s/article/pharma-bio-ste-publication-2707>
- [12] « Circuit de retraitement des endoscopes souples thermosensibles : bilan national des pratiques et propositions pour le CHU de Rouen » Léa MACHUELLE <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03212413v1>
- [13] « Guide Technique Traitement des endoscopes souples thermosensibles à canaux » [En ligne consulté en avril 2025] https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/dgos_traitement_endoscopes.pdf
- [14] ANAP fiche « Définir et organiser les différents flux en stérilisation » [En ligne consulté en avril 2025]
<https://anap.fr/s/article/pharma-bio-ste-publication-2657>
- [15] IRSN « La radiologie interventionnelle » [En ligne consulté en février 2025]
https://www.irsn.fr/sites/default/files/documents/professionnels_sante/documentation/IRSN_Radiologie_Interventionnelle.pdf
- [16] ANAP « secteur interventionnel salles hybrides » [En ligne consulté en février 2025]
<https://anap.fr/s/article/bloc-operatoire-publication-2676>

[17] ANAP « Se doter d'outils d'aide à la décision pertinents pour son bloc » [En ligne consulté en avril 2025] <https://anap.fr/s/article/bloc-operatoire-publication-1257>

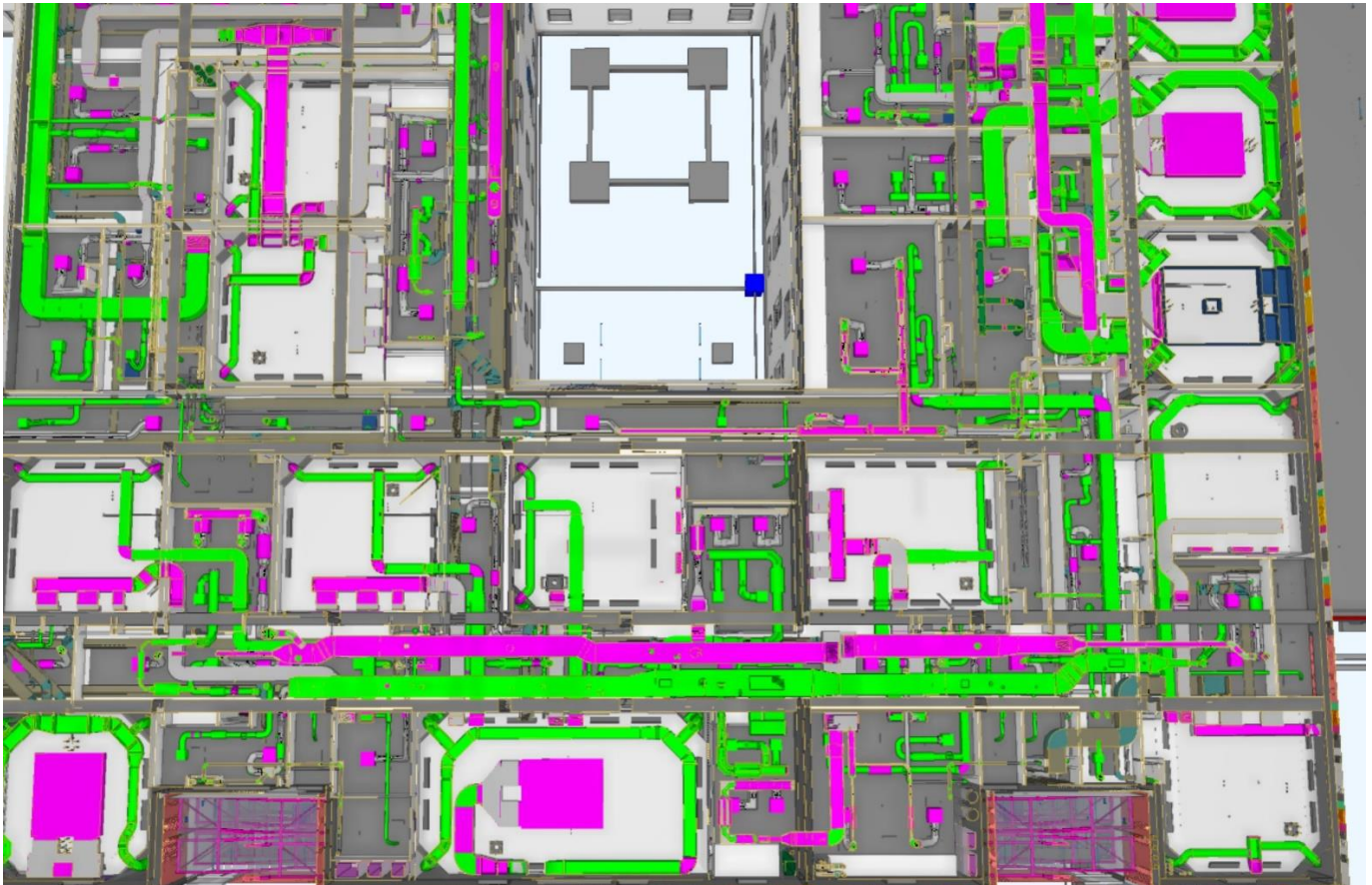
[18] SF2S « Indicateurs et coûts de production en stérilisation » mai2017 V3 [En ligne consulté en avril 2025] <https://www.sf2s-sterilisation.fr/infos/indicateurs-et-couts-en-sterilisation/>



[19] ANSM « guide de gestion des signalements de matériovigilance, réactovigilance et des avis de sécurité en établissements de santé » recommandation au 20/03/2025. [En ligne consulté en avril 2025] <https://ansm.sante.fr/uploads/2025/03/21/20250321-sigalements-mv-rv-guide-gestion-des-sigalements-mrv-et-des-avis-de-securite-en-ets.pdf>

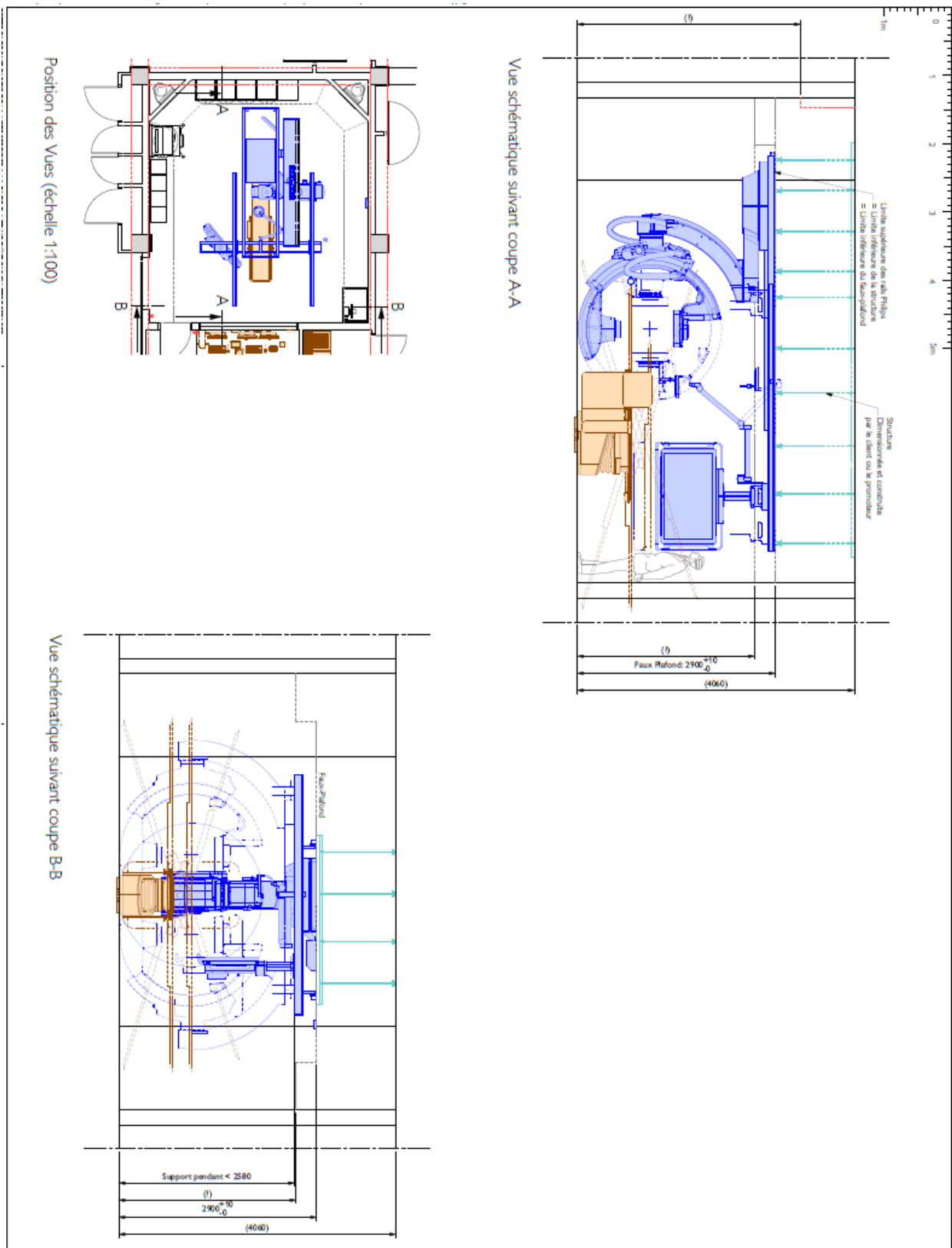
Annexe 1 : GHT Normandie centre

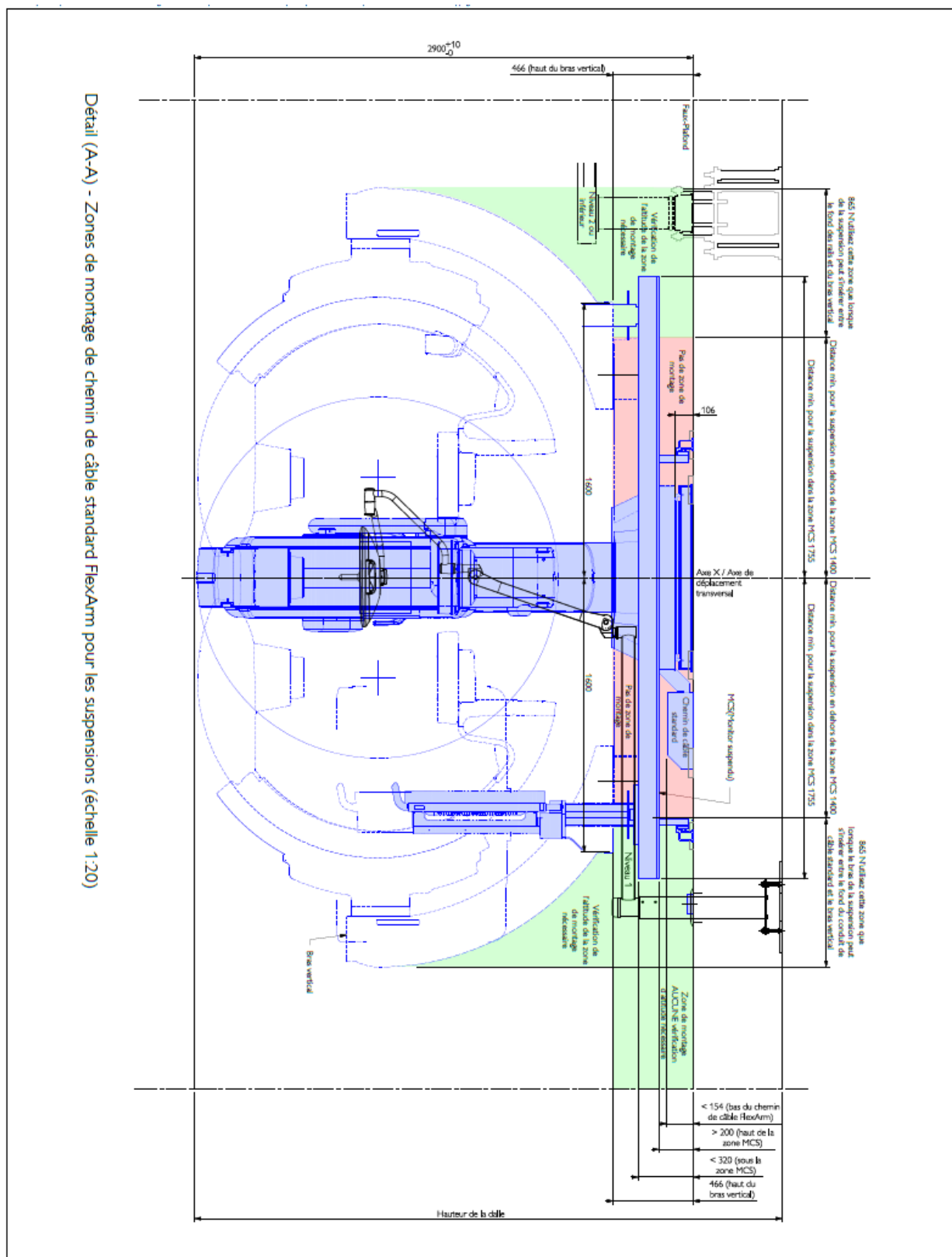


Annexe 2 : Faux plafond technique de l'ensemble des futures salles d'imageries interventionnelles




 : Insufflation
 : Aspiration





Annexe 4 : Etiquetage GMAO

	Note explicative	
	Identification des mouvements des équipements	Version 1.0 du 24 mars 2025
		Page 1/2
Auteur : L. Latrouïte, Vérification : P. Lacombe		

Dans le cadre de la préparation du déménagement de la tour du CHU, l'équipe du service biomédical doit déterminer pour l'ensembles des équipements se trouvant dans des services qui déménagent, des informations clés qui seront reportées dans la GMAO dans le champ « identification » de la fiche de l'équipement.

Si l'équipement déménage : écrire « OUI », « NON » ou « ? »
Sa localisation
Sa destination
S'il devra être géré par une société autre que le déménageur : écrire « Sté NOMDELASOCIETE »
Si l'équipement doit être déposé d'un mur au préalable : écrire « DEPOSE »
Un champ libre pour les besoins de l'utilisateur ou les anciennes informations qui étaient présentes.


Afin de simplifier les recherches et identifier rapidement les informations, chacune d'elles devra être séparée par « Espace, Slash, Espace » (« / »)

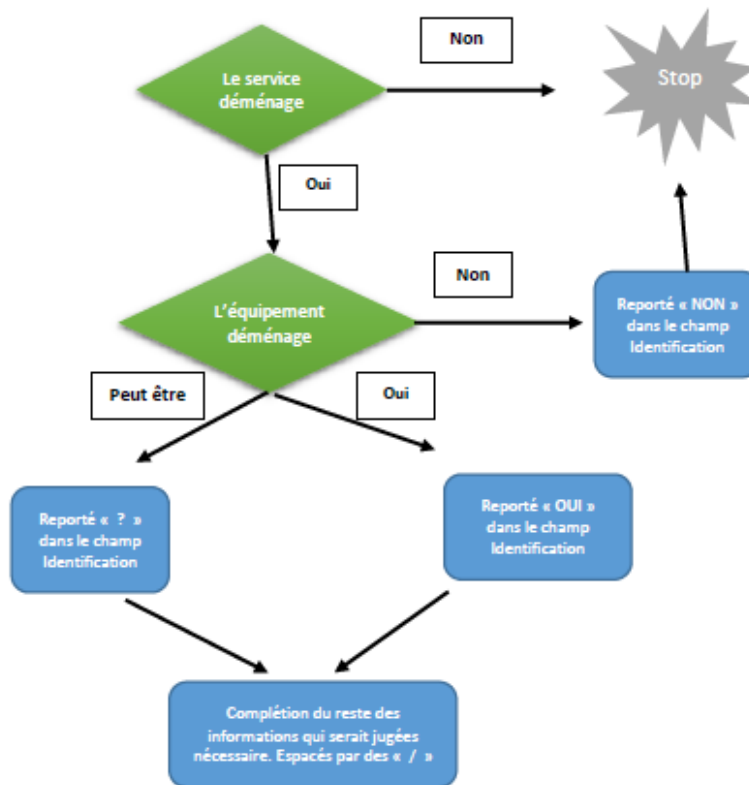
Quelques exemples :

OUI / CORO B / LF-N1-3-U-0909 / Sté PHILIPS /
OUI / Med nucléaire / ? / Dépose
? / Dermatologie
NON

Ces éléments nous permettrons d'identifier à notre niveau et rapidement les équipements atypiques ou bien de faire le tri lors de l'extraction de la base à destination de l'AMO déménageur.

Par défaut, si aucune information n'est reportée dans le champ identification, le OUI sera admis par les utilisateurs.

	Note explicative	
	Identification des mouvements des équipements	Version 1.0 du 24 mars 2025
		Page 2/2
Auteur : L. Latrouite, Vérification : P. Lacombe		

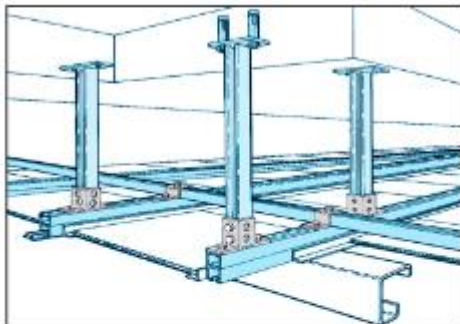


Annexe 5 : Exemple de rails Halfen® utilisés en imagerie médicale

(Source extrait de « salle radio - guide technique » société Halfen

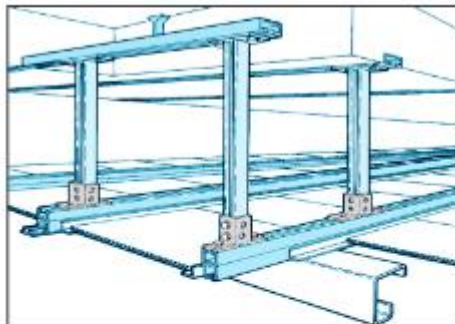
<https://downloads.halfen.com/catalogues/fr/media/catalogues/framingsystems/sr-f.pdf>)

EXEMPLES D'APPLICATIONS



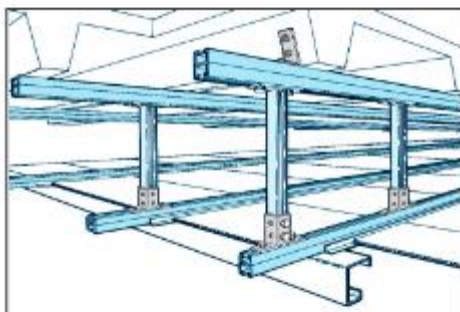
Ossature chevillée

La solution d'ossature chevillée en sous-face de dalle est retenue lorsque les rails inserts Halfen 40/22 ont été oubliés lors de la construction ou lorsque l'on installe des équipements nouveaux dans des bâtiments construits antérieurement.



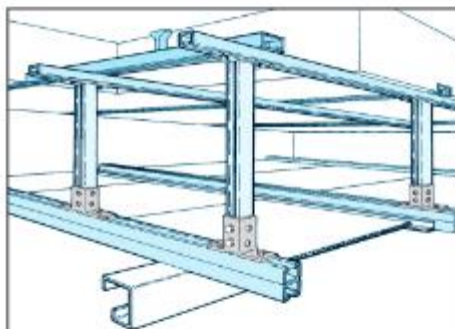
Ossature sur rail insert cas idéal

En présence de rails Halfen inserts béton, l'ossature de supportage est directement et rapidement fixée sur celui-ci. Dès lors, plus aucun percement n'est à prévoir dans la structure.



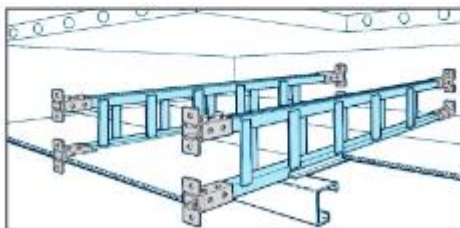
Ossature sur plancher nervuré

En présence d'un bâtiment réalisé avec des poutres en béton armé ou précontraint, l'ossature prend place normalement en sous-face de celles-ci. La fixation est réalisée par des équerres chevillées sur les joues des poutres.



Ossature sur rail insert (si entraxe incorrect)

Suite à une modification ou une erreur d'implantation, les inserts Halfen peuvent être mal positionnés. Dans ce cas, un maillage primaire est mis en place et permet de rattraper les écarts et de poser l'ossature conformément aux spécifications du constructeur.



Ossature sous plancher non porteur

Dans le cas d'un plancher non porteur (plâtre, bois, etc.), Halfen étudie et réalise des poutres à forte inertie, chevillées de part et d'autre afin de transmettre la charge aux murs porteurs.

3