

**Mémoire d'intelligence méthodologique du stage de
5^{ème} année
Présenté par**

Djiddi Mamoud filière Technologies Biomédicales et
Territoires de Santé

**« EXPERTISE BIOMEDICALE SUR LES PROJETS
HOSPITALIERS : DE LA CONCEPTION DU BATIMENT A
L'INSTALLATION DES EQUIPEMENTS »**

Entreprise d'accueil : **ICADE PROMOTION**
27 Rue Camille Desmoulins, 92130 Issy-les-Moulineaux

Année 2021/2022

Disponible sur : [https://travaux.master.utc.fr/formations-master/ingenierie-de-la-sante/ids155/\(ouvre un nouvel onglet\)](https://travaux.master.utc.fr/formations-master/ingenierie-de-la-sante/ids155/(ouvre%20un%20nouvel%20onglet))

Tuteur de l'entreprise :

Thibaut OSTERMANN

Tuteur de l'école :

Anne LE GOFF



Résumé

Ce mémoire a été rédigé à l'occasion d'un stage de fin d'études en tant qu'ingénieur biomédical en conception hospitalière chez ICADE PROMOTION. Ce mémoire décrit premièrement le contexte dans lequel le stage a été effectué, les missions menées, les compétences mises en œuvre et enfin les perspectives professionnelles apportées par cette expérience.

Avant de construire un bâtiment, il faut le programmer et le concevoir, selon les besoins du Maître d'Ouvrage (MOA) et des utilisateurs. Lors de la conception du bâtiment, certaines problématiques techniques doivent être initiées dès le départ par un groupe d'expert, compte tenu de leur impact sur le bâtiment, notamment en ce qui concerne l'interaction biomédicale. **L'intervention d'un ingénieur biomédical** dans la construction d'un hôpital varie d'un projet à l'autre et son expertise en terme d'équipement est indispensable pour le bon fonctionnement de l'hôpital.

A noter que les équipements sont la conséquence des activités et d'un choix d'organisation et non l'inverse. Les **équipements médico - techniques** et mobiliers **influent** de manière significative sur les **fonctionnalités, les contraintes techniques, l'ergonomie** et le **dimensionnement** du futur bâtiment.

Mot clés

Conception – Construction - Hospitalier – Equipements – Médicotechniques – Mobiliers – Micro implantation – FIG

Abstract

This dissertation was written during an internship as a biomedical engineer in hospital design at ICAIDE PROMOTION. This thesis describes first the context in which the internship was realized, the missions carried out, the competences implemented and finally the professional perspectives brought by this experience.

Before constructing a building, it must be programmed and designed according to the needs of the client and the users. During the design of the building, certain technical issues must be initiated from the start by a group of experts, given their impact on the building, particularly considering biomedical interaction. The intervention of biomedical engineers in the construction of a hospital varies from one project to another and their expertise in terms of equipment is essential for the proper functioning of the hospital.

It should be noted that the equipment is the consequence of the activities and of a choice of organization and not the opposite. The medical-technical equipment and furniture have a significant influence on the functionalities, technical constraints, ergonomics and sizing of the future building.

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord Mr Thierry JEANSON, Directeur de la branche AMO & Expertise santé, de m'avoir accueilli comme stagiaire au sein d'ICAIDE PROMOTION.

Merci à Mr Thibaut OSTERMANN, mon tuteur de stage, ingénieur biomédical et directeur de l'expertise de santé pour son accompagnement, ses conseils, la confiance qu'il m'a accordée et pour sa disponibilité à répondre à mes questions.

Par la même occasion, je tiens à remercier Mr Nasr FATTOUCHE, ingénieur biomédical senior pour tous les conseils et l'aide qu'il m'a apporté pendant mon stage.

Je remercie également toute l'équipe expertise santé pour leur accueil, leur esprit d'équipe et en particulier Margaux CHANUT, ingénieure biomédicale et Franco COMIN, ingénieur biomédical pour l'accompagnement de leurs beaux et grands projets.

Je souhaite remercier ma suiveuse de stage UTC Anne LE GOFF, pour son suivi.

Je témoigne ma reconnaissance aux responsables pédagogiques Isabelle CLAUDE et Jean Matthieu PROT qui m'ont guidé sur le plan de la méthodologie. Ils ont su se montrer disponibles, attentifs et de bon conseil tout au long de ma formation à l'UTC.

Enfin, j'adresse un grand merci à ma famille pour leur soutien indéfectible, ainsi qu'à mes proches qui ont cru en moi dès le début de cette formation riche et enrichissante.

Sommaire

Résumé	1
Mot clés	1
Abstract	2
Remerciements	3
Sommaire	4
Abréviations	5
Liste des figures	6
Introduction	7
I. Contexte du stage	8
1.1. Présentation de l'entreprise et de son environnement	8
1.1.1. Généralités	8
1.1.2. Pole AMO – Expertise Santé	9
a) Activités pole expertise santé	10
b) Chronologie du planning général d'un projet immobilier	11
1.2. Déroulement d'une opération de construction	11
II. Présentation des missions réalisées	12
2.1. CHU de Guadeloupe	12
2.1.1. Objectif de la mission	13
2.1.2. Enjeux de la mission	14
2.1.3. Méthodologie	15
2.2. Projet de construction de l'hôpital territorial Groupement hospitalier de Rance-Emeraude	20
2.2.1. Objectif de la mission	22
2.2.2. Enjeux de la mission	23
2.2.3. Méthodologie	23
2.3. Autre projet	27
2.3.1. Hôpital Universitaire Paris Nord (HUPN) : Analyse fonctionnalité en phase APS	27
III. Apports du stage	28
IV. Conclusion	29
V. Références bibliographiques	31
VI. Annexes	32

Abréviations

AMO : Assistant Maître d'Ouvrage
ATMO : Assistant Technique Maître d'Ouvrage
APD : Avant-Projet Détaillée
APS : Avant-Projet Sommaire
ARS : Agence Régionale de Santé
AART : Atelier d'Architecture, Recherche et Technologie
AS : Architecture Studio
BET : Bureau d'Etudes Techniques
CCTP : Cahier des Clauses Techniques et Particulières
CDC : Caisse des Dépôts et Consignations
CH : Centre Hospitalier
CFO : Courant fort (Prise 16A, prise ondulée)
CFA : Courant faible (RJ45)
CHUG : Centre Hospitalier Universitaire de Guadeloupe
DCE : Dossier de Consultation des Entreprises
MCO : Médecine Chirurgie Obstétrique
MI : Micro-implantation
MOA : Maître d'Ouvrage / Maîtrise d'Ouvrage
MOE : Maître d'Œuvre / Maîtrise d'Œuvre
PE : Programme d'équipements
PTD : Programmation Techniques Détaillé
PRO : Etudes de projet
PSM : Poste de sécurité microbiologique
SCIC (Société Centrale Immobilière de la Caisse des dépôts et consignations)

Liste des figures

Figure 1 : Organigramme du Pole AMO – Expertise Santé (source : auteur)	9
Figure 2 : Les activités de pole expertise santé (source : auteur)	10
Figure 3 : Planning d'un projet immobilier (ICADE)	11
Figure 4 : Photo de CHU de Guadeloupe (source : batiactu).....	12
Figure 5 : Organisation projet CHU de Guadeloupe (source : auteur)	13
Figure 6 : Extrait du tableau comportant les équipements médico technique/mobiliers à analyser (source : auteur)	14
Figure 7 : Exemple d'implantation GE de SPECT CT dans le local de Gamma caméra : (source GE)	16
Figure 8 : Exemple d'implantation GE de SPECT CT dans le local de Gamma caméra : (source GE)	16
Figure 9 : Exemple de la trame de synthèse par corps d'état (source ICADE)	17
Figure 10 : Charges d'exploitation prévues au marché de salle gamma caméra (source interne)	18
Figure 11 : Exemple de menuiserie intérieur depuis la circulation	18
Figure 12 : Plan(FIG) AART	19
Figure 13 : Plan d'exécution (EXE) électrique	19
Figure 14 : Plan Architect AS.....	19
Figure 15 : Plan Architect AS.....	20
Figure 16 : Plan d'exécution (EXE) extraction.....	20
Figure 17 : Logo GHRE (source 9)	21
Figure 18 : Déroulement des opérations prévues pour les ingénieur biomédicaux ICADE (source ICADE) ...	22
Figure 19 : Exemple élaboré d'un programme d'équipement pour une salle d'intervention polyvalente au sein de bloc opératoire	25
Figure 20 : Exemple réalisé d'une fiche d'interface graphique pour une salle d'interventionnelle	26
Figure 21 : Exemple d'une FIG montrant les principes de positionnement des équipements dans une salle d'examen scanner.....	27
Figure 22 : Plan axonométrie générale de l'HUPN (source	28
Figure 23 : Extrait plan architecte de service urgence en phase APS (Source ICADE)	28

Introduction

La construction d'un bâtiment hospitalier fait partie des projets de conception architecturaux les plus complexes. En effet, la structure de l'hôpital doit permettre la bonne gestion de l'ensemble des flux de l'établissement. La connexion entre les différents services et la gestion logistique d'un hôpital est directement liée à son dimensionnement.

Les choix d'organisation du futur hôpital et leur retranscription en bâtiment sont étudiés en détail tout au long de la phase de conception et les acteurs prenant part à ce type de projet sont très nombreux. Selon l'ampleur du projet, la conception puis la construction d'un établissement de santé prennent de nombreuses années.

L'ensemble des **équipements biomédicaux** et mobiliers **influent** de manière significative sur les **fonctionnalités, les contraintes techniques, l'ergonomie** et le **dimensionnement** du futur bâtiment. En effet selon leur interaction avec le bâtiment, d'un point de vue électrique, d'arrivée d'eau ou de fluides médicaux, charges au sol, d'émissions de rayons X ou de dimensions, il faut prévoir les terminaux et les structures nécessaires pour accueillir tous ces dispositifs, ainsi que l'espace suffisant à leur bon fonctionnement.

Le présent mémoire montre comment, et par quels acteurs, sont gérées toutes les problématiques liées aux équipements biomédicaux et mobiliers lors d'un projet immobilier de santé.

En effet, l'ingénieur biomédical apporte un conseil et une expertise indispensable pour répondre à ce type de problématique.

Dans le cadre de mon stage de fin d'études en vue de devenir ingénieur biomédical, j'ai participé à la résolution de ce type de thématique. Ce mémoire décrit premièrement le contexte dans lequel le stage a été effectué, les missions menées, les compétences mises en œuvre et enfin les perspectives professionnelles apportées par cette expérience.



I. Contexte du stage

1.1. Présentation de l'entreprise et de son environnement

1.1.1. Généralités

ICADE est la filiale immobilière de la Caisse des Dépôts. La société a initialement été créée en 1954 pour subvenir aux besoins de logements en France sous le nom SCIC (Société Centrale Immobilière de la Caisse des dépôts et consignations). En tant que maître d'ouvrage, la SCIC est à l'origine de la construction de nombreux logements dans les années 1960.

Elle crée ensuite le métier d'assistance à maîtrise d'ouvrage et participe ainsi à la construction de plusieurs centres hospitaliers français, notamment à Caen, Strasbourg ou Nancy. La SCIC devient investisseur immobilier dans les années 1990 et élargit ses activités à l'immobilier de bureau [1].

La société devient ICADE en 2003, après avoir poursuivi sa diversification, et son orientation vers les activités concurrentielles, réalisant également de nombreuses réorganisations. ICADE SA fut introduit en bourse en 2006 sur Euronext [2].

En 2019, le chiffre d'affaires d'ICADE s'élève à 1,52 milliards d'euros avec un patrimoine de 14,7 milliards. La CDC reste actionnaire principal, à environ 40%. Aujourd'hui, la société est composée de 1127 collaborateurs et est divisée en trois filiales [3].

- **Foncière Tertiaire** : ICADE tertiaire détient un patrimoine d'immeubles de bureaux, de parcs d'affaires, d'hôtels, de logements et de centre commerciaux en France qui s'élève à 9,0 milliards d'euros fin 2020[4]. Les équipes de la Foncière Tertiaire collaborent pour faire évoluer ces environnements et gérer ce patrimoine (pour le valoriser, le louer, et arbitrer des achats et des ventes selon les opportunités).

- **Foncière Santé** : ICADE santé possède un portefeuille de 175 établissements de Santé en France, Allemagne et Italie d'une valeur de 5,7 Milliards d'euros fin 2020[5]. ICADE Santé, propriétaire immobilier uniquement, accompagne ses exploitants à moderniser leurs établissements et développer leurs activités.

• **ICADE Promotion** : conçoit et développe des projets immobiliers de bureaux, de logements mais également d'établissements de santé sur l'ensemble du territoire français y compris les DOM-TOM.

Actuellement, 19 agences réparties sur l'ensemble du territoire français – Métropole et territoire d'Outre-Mer. Icade lance un nouveau plan stratégique et ouverture d'Icade Santé à l'international sur la période 2019-2022 notamment en Italie, Allemagne, Espagne et Portugal [5].

1.1.2. Pole AMO – Expertise Santé

Le pôle AMO – Expertise Santé est une branche bien spécifique intégrée à la filiale Promotion d'ICADE. Il est supervisé par Thierry JEASON. Ce pôle regroupe une équipe pluridisciplinaire ayant l'habitude de travailler ensemble dans le secteur de la santé. Les équipes interviennent pour accompagner les établissements tout au long de leurs projets immobiliers.

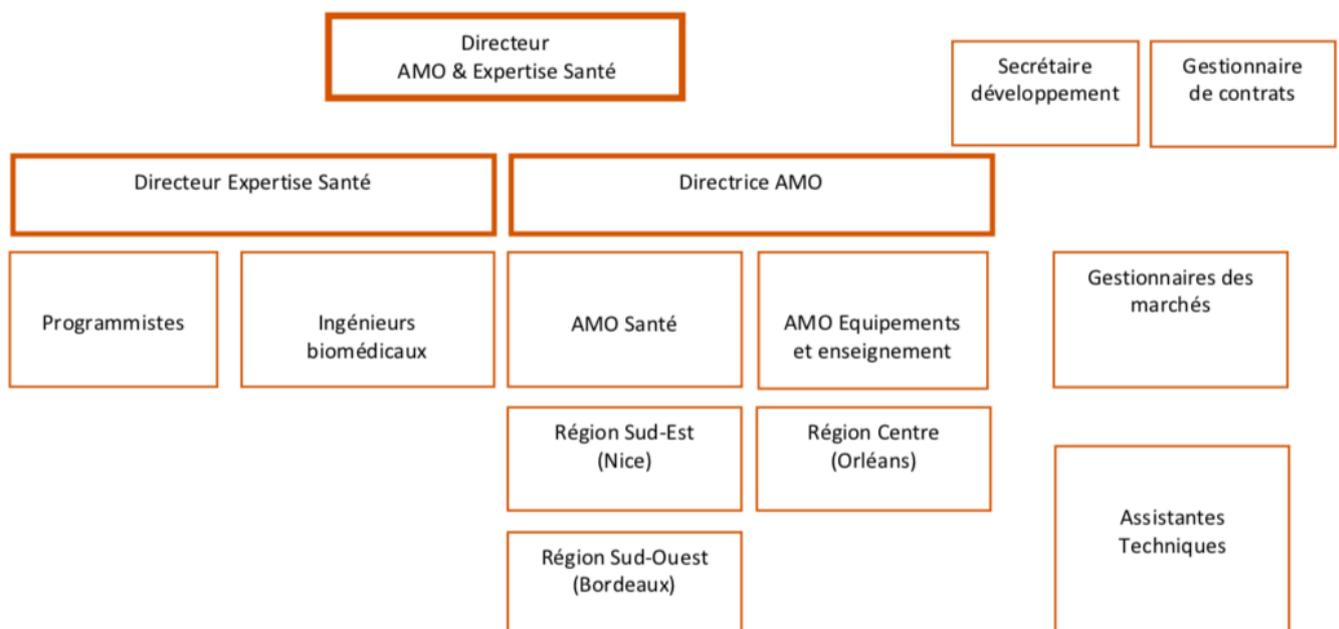


Figure 1 : Organigramme du Pole AMO – Expertise Santé (source : auteur)

Les équipes d'AMO interviennent sous différentes formes en tant qu'assistant à la maîtrise d'ouvrage sur des projets de construction d'infrastructures scolaires, d'établissements de santé ou culturels. Cette assistance peut être technique, administrative, juridique ou méthodologique. Les activités des membres du pôle AMO se traduisent par de la gestion de projet et du suivi de chantier.

Le pôle Expertise Santé, auquel je suis rattaché, accompagne les maîtres d'ouvrage dans la conception fonctionnelle de leurs projets de construction ou de rénovation. Cette équipe guide les MOA dans l'élaboration de leur projet d'établissement de santé en tenant compte de la bonne prise en charge des

patients, des futurs modes d'organisation, de l'insertion urbaine du bâtiment et du coût global du projet. L'Expertise Santé est intervenue dans un CHU sur 2 et un CH sur 3 en France métropolitaine et dans les DOM-TOM. Pour mener ces missions d'expertise, l'équipe est composée de programmistes et d'ingénieurs biomédicaux.

a) Activités pole expertise santé

Les programmistes sont de formation architectes, urbanistes ou ingénieurs, élaborent des études de faisabilités, plans directeurs, de projet et des Programmes Techniques Détaillés (PTD), en concertation avec les équipes médicales et la direction des établissements concernés.

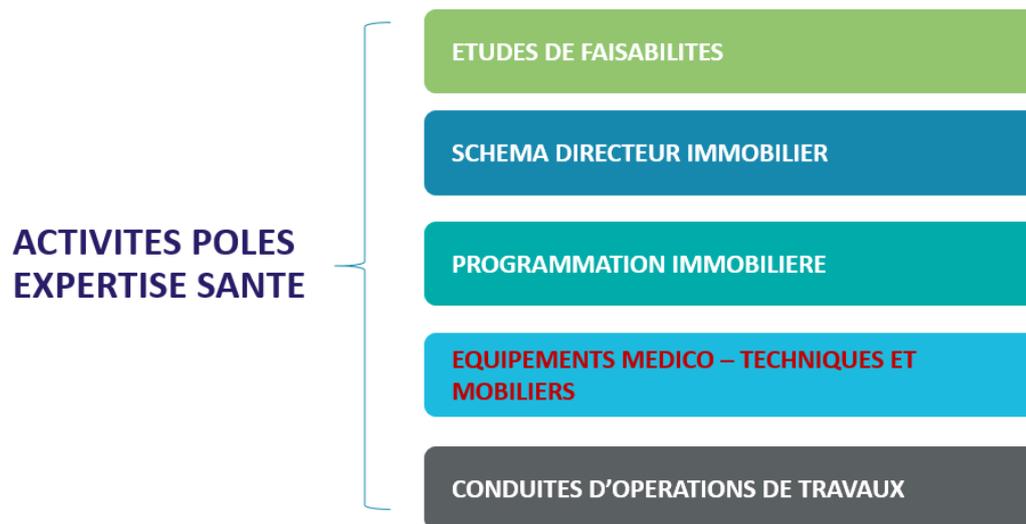


Figure 2 : Les activités du pôle expertise santé (source : auteur)

Les ingénieurs biomédicaux interviennent en général après le concours architectural et assistent le MOA sur toutes les missions en lien avec les **équipements medicotechniques et mobiliers**. Globalement cet accompagnement peut être :

- La constitution du programme d'équipements,
- La gestion des interfaces équipements/bâtiment,
- La micro-implantation,
- La gestion des achats jusqu'à la réception et installation des équipements.

Sur les projets en cours de programmation, les ingénieurs biomédicaux peuvent également intervenir en phase PTD afin d'anticiper les interfaces bâtiments/équipements.

b) Chronologie du planning général d'un projet immobilier

La figure 3 permet de comprendre la chronologie de la construction d'un hôpital public et comment les études des équipements sont intégrées dans le planning général d'un projet immobilier.

Cette chronologie du planning des équipements est conseillée mais elles sont variées en fonction des projets.

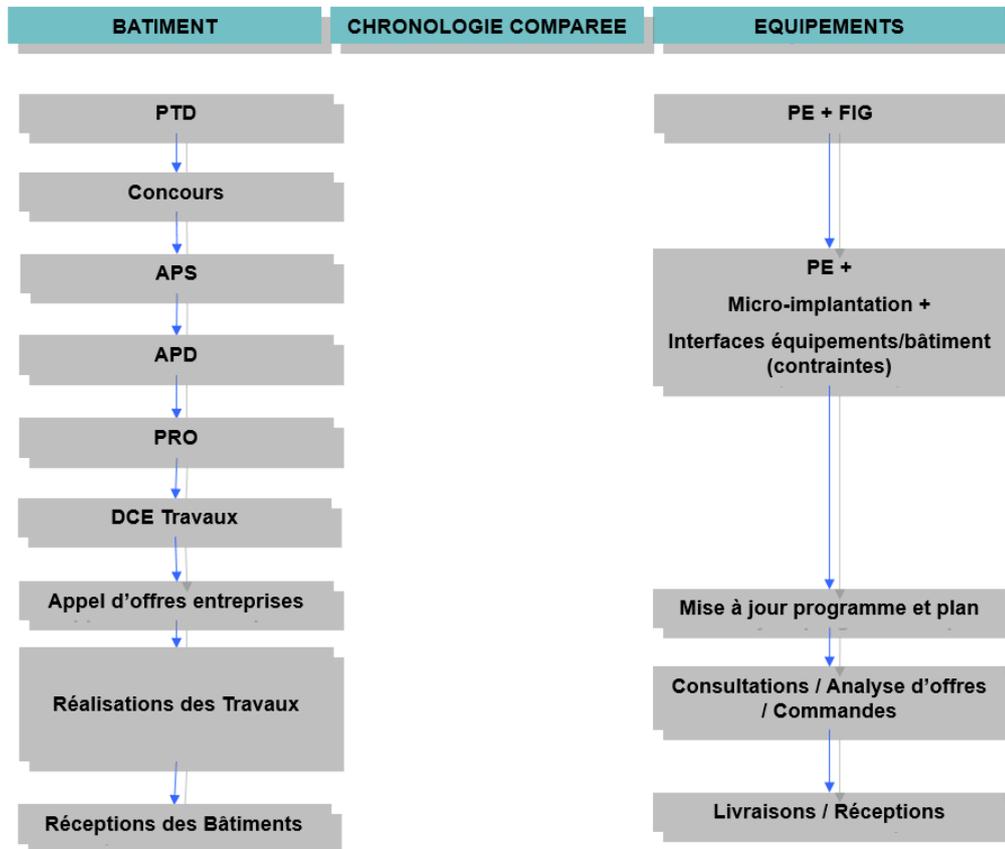


Figure 3 : Planning d'un projet immobilier (ICADE)

1.2. Déroulement d'une opération de construction

Le maître d'ouvrage (MOA) est la personne morale pour qui le bâtiment est construit. Il est le donneur d'ordre du projet et représente les utilisateurs finaux du bâtiment. Le maître d'œuvre (MOE) exécute le projet. Il est responsable de la conception, la construction et la coordination des travaux. En France le MOA est le CH lui-même. Le MOE est en général un groupement d'entreprises privées composé d'un architecte, d'un Bureau d'Etudes Techniques (BET), un économiste, un urbaniste...Le déroulement de ce genre d'opération se fait selon les différents choix de procédure de marché [6].

II. Présentation des missions réalisées

2.1 CHU de Guadeloupe

Le futur CHU de la Guadeloupe est actuellement en construction ; Il remplacera l'établissement actuel, sur un nouveau site. Considéré comme un des plus grands chantiers hospitaliers de tout le territoire français, la construction du nouveau CHU de Guadeloupe occupe un terrain de 19 hectares sur une surface totale de 78 000 m² et répondant aux normes parasismiques et anticycloniques actuelles (c'est une zone a forte activité sismique) [7].



Figure 4 : Photo de CHU de Guadeloupe (source : batiactu)

L'hôpital en quelques chiffres [7] :

- Capacité : 618 lits et places ;
- Médecine : 200 lits, 30 places de jour et 15 places de dialyse ;
- Chirurgie : 87 lits et 15 places de jour ;
- Mère-enfants : 100 lits et 20 places de jour ;
- Soins critiques : 149 lits et 2 places de jour ;
- Plateau médicotechnique avec 14 salles d'opération ;
- Pôles médicaux et chirurgicaux ;
- Médecine ;
- Chirurgie et cancer ;
- Soins critiques et SMIT (Service Médical Interentreprises du Travail) ;
- Parents-enfants ;
- BIP (Biologie-Imagerie-Pharmacie) ;

- Santé publique-évaluation-recherche-vigilances-information-coordination-éducation en santé ;
- Administration/pharmacie/logistique/pôle énergie/restaurant du personnel ;

L'étape de la programmation du CHU s'est faite entre 2008 – 2011. Entre 2011 - 2012 le concours architectural s'est lancé. Initialement prévue pour 2020, la livraison du nouveau CHU avait été repoussée à octobre 2022, mais en raison de la crise sanitaire liée à la pandémie de Coronavirus qui a éclaté au 1er trimestre de 2020 et suite au confinement, elle a été repoussée au 2023 et sa mise en service est prévue pour la mi-2024 [8].

Sur ce projet ICADE a actuellement une mission d'assistance à la maîtrise d'ouvrage relative **aux équipements structurants dans le cadre de la construction du nouveau CHU.**

L'organisation pour la mission est la suivante :

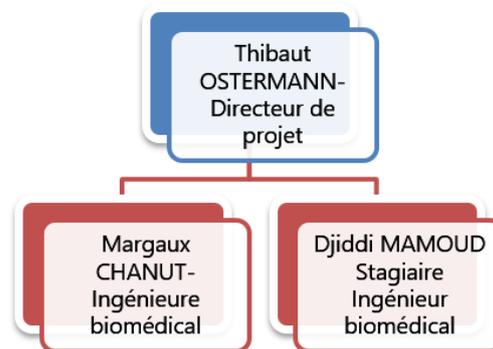


Figure 5 : Organisation projet CHU de Guadeloupe (source : auteur)

2.1.1. Objectif de la mission

L'objectif de ma mission consiste principalement à gérer les interfaces travaux pour les équipements lourds (à fortes contraintes) hors marché travaux qui seront installés pendant ou après le chantier.

Avec les conseils et validation de Thibaut OSTERMANN ingénieur biomédical et Directeur de l'expertise santé qui est missionné sur cette opération et Margaux CHANUT ingénieure biomédicale, j'ai pu participer aux études multi fournisseurs dans le but de préparer l'installation des équipements biomédicaux ou mobiliers (minoritaires parmi les cas étudiés).

En effet, j'ai fait une étude de plus de 17 types d'équipements dont la liste des équipements est variée et complexe selon le type d'équipement (Cf. ci-dessous la figure 6).

- Médecine nucléaire : 2 gamme caméra, 1 PET Scan,

- Imagerie : 1 mammographe, 1 ostéodensitomètre
- Equipement avec extraction : 16 armoires de sécurité produit inflammables, chimique, comburant, a extraction), 8 hottes à flux laminaire, 27 PSM a flux laminaire, 1 PSM blindée, 7 enceintes blindée, 10 sorbonnes de laboratoire, 1 isolateur 4 ronds gants
- Etc...

Désignation	BAT-NIV	CODE LOCAL	Nom du local	Salle de commande	LT	Pressenti	Fiabilité	Fournisseurs envisagés
1			PROJET					
2	50-S1	50.H.IM.082	Gamma caméra	50.H.IM.090		GE	50%	SIEMENS, PHILIPS
3	50-S1	50.H.IM.083	Gamma caméra	50.H.IM.090		GE	50%	SIEMENS, PHILIPS
4	50-S1	50.H.IM.086	PET SCAN	50.H.IM.089	50.H.IM.087	SIEMENS	90%	GE, Siemens, Philips
5	50-N0	50.H.IM.021	Mammographie			HOLOGIC	100%	GE, Philips, Siemens
6	50-S1	50.H.IM.015	Ostéodensitométrie					GE, Siemens, Hologic
7	50-N0	50.H.IM.011	Table télécommandée numérisée					Siemens, Planmeca
8	50-N1	50.H.BI.083	Zone de macroscopie					MM France, Hygeco, Thermo
9	50-S1	50.H.IM.109	Marquage cellulaire					Medisystem, Lemerpax
10								Faster, Thermo, Equip labo
11	33-N0	33.H.CE.033	Consultation ORL polyvalente					Collin
12	33-N0	33.H.CE.034	Salle de stroboscopie					Otopront, Athos, Collin
13	33-N0	33.H.CE.035	Consultation ORL polyvalente					Otopront, Athos, Collin
14	33-N0	33.H.CE.036	Consultation ORL polyvalente					Otopront, Athos, Collin
15	33-N0	33.H.CE.037	Consultation ORL polyvalente					Otopront, Athos, Collin
16	33-N1	33.H.UN.022	Salle technique					Otopront, Athos, Collin
17	50-N0	50.H.UR.045	Box d'examens OPH+ORL					Otopront, Athos, Collin
18	40-S1	40.H.LM.002	Préparatoire			JCE	50%	JCE, Eurobioconcept, Waldner
19	50-N1	50.H.BI.099	Stockage produits					Trionyx, Commex
20	50-N1	50.H.BI.099	Stockage produits					Trionyx, Commex
21	50-N4	50.H.BI.164	Protéines / hémoglobines					Trionyx, Commex
22	50-N4	50.H.BI.164	Protéines / hémoglobines					Trionyx, Commex
23	50-N1	50.H.BI.099	Stockage produits					Trionyx, Commex
24	50-N1	50.H.BI.083	Zone de macroscopie					Trionyx, Commex
25	50-N1	50.H.BI.086	Salle de déshydratation					Trionyx, Commex
26	50-N1	50.H.BI.099	Stockage produits					Trionyx, Commex
27	50-N1	50.H.PE.282	Produits chimiques et consommables					Trionyx, Commex
28	50-N4	50.H.BI.040	Produits inflammables et dangereux					Trionyx, Commex
29	50-N4	50.H.BI.194	Local déchets chimiques					Trionyx, Commex
30	50-N1	50.H.BI.084	Stock pièce opératoires					Trionyx, Commex
31	50-N1	50.H.BI.084	Stock pièce opératoires					Trionyx, Commex
32	50-N1	50.H.BI.084	Stock pièce opératoires					Trionyx, Commex
33	50-N1	50.H.BI.084	Stock pièce opératoires					Trionyx, Commex
34	50-N1	50.H.BI.084	Stock pièce opératoires					Trionyx, Commex
35	50-S1	50.H.IM.108	Laboratoire de préparation					LemerPax, Medisystem
36	50-S1	50.H.IM.108	Laboratoire de préparation					LemerPax, Medisystem
37	50-S1	50.H.IM.108	Laboratoire de préparation					LemerPax, Medisystem
38	50-S1	50.H.IM.107	Sas de livraison des produits					LemerPax, Medisystem
39	50-S1	50.H.IM.108	Laboratoire de préparation					LemerPax, Medisystem
40	50-S1	50.H.IM.109	Marquage cellulaire					LemerPax, Medisystem
41	50-S1	50.H.IM.235	Stockage sources-grains d'iode					LemerPax, Medisystem
42	50-N1	50.H.PE.007	Salle de culture FIV					Faster, Thermo, Erlab, Captair
43	50-N1	50.H.PE.225	Diagnostic préparatoire Interventionnel					Faster, Thermo, Erlab, Captair
44	50-N1	50.H.PE.234	Laboratoire viral					Faster, Thermo, Erlab, Captair
45	50-N4	50.H.BI.067	Salle propre					Faster, Thermo, Erlab, Captair
46	50-N4	50.H.BI.069	Salle propre					Faster, Thermo, Erlab, Captair
47	50-N2	50.H.PE.209	Préparation des biberons					Faster, Thermo, Erlab, Captair
48	50-S1	50.H.IM.176	Laboratoire qualité					Faster, Thermo, Equip labo
49	50-N1	50.H.BI.087	Salle techniques spécialisées					Faster, Thermo, Equip labo
50	50-N1	50.H.BI.088	Immunohistochimie - histoenzymologie					Faster, Thermo, Equip labo
51	50-N1	50.H.PE.005	Laboratoire spermologie diagnostic					Faster, Thermo, Equip labo
52	50-N1	50.H.PE.006	CECOS					Faster, Thermo, Equip labo
53	50-N4	50.H.BI.124	Pesée, extraction, évaporation					Faster, Thermo, Equip labo
54	50-N4	50.H.BI.164	Protéines / hémoglobines					Faster, Thermo, Equip labo
55	50-N1	50.H.BI.089	Salle frottis et liquides					Faster, Thermo, Equip labo
56	40-S1	40.H.LH.095	Mise en quarantaine					Medisystem, Lemerpax

Figure 6 : Extrait du tableau comportant les équipements médico technique/mobiliers à analyser (source : auteur)

et les comparer avec les études prévues au titre des marchés de travaux.

Lorsque des ajustements travaux sont nécessaires, l'objectif est de déterminer si ces modifications peuvent être réalisées dans le cadre du marché travaux actuel ou après la réception du bâtiment. En effet, les demandes de modification du marché travaux actuel peuvent être très coûteuses et impacter la durée des travaux. Il est donc parfois plus stratégique de mettre en concurrence de nouvelles entreprises travaux pour exécuter ces travaux additionnels ultérieurement. Cependant, certaines modifications ne peuvent pas être réalisées à posteriori pour des raisons techniques et il faut donc les inclure au marché travaux en cours.

2.1.2. Enjeux de la mission

L'enjeu majeur de la mission est de trouver un équilibre entre les adaptations nécessaires en cours de chantier et les travaux à reporter après le choix des fournisseurs, pour une installation certaine. Un autre

enjeu est d'ajuster les travaux, en permettant au chantier d'avancer autant que possible, tout en permettant l'installation au mieux des différents appareils prévus au titre des marchés de travaux et sans limiter le CHU dans les futurs achats d'équipements.

La réponse à cette problématique permettra de minimiser le coût des travaux supplémentaires (durant le chantier et au moment de l'installation des équipements) tout en optimisant le bon déroulement du chantier.

2.1.3. Méthodologie

Dans un premier temps, il est nécessaire de mettre à jour les exigences des équipements, pour se faire nous avons recensé les informations concernant les travaux déjà réalisés à propos des équipements par le CHU. Ceci concerne le programme d'équipement local par local validé avec les utilisateurs (fait précédemment lors d'une mission réalisée par la société AART), la réalisation de FIG de 300 locaux type détaillant les équipements et leurs contraintes (AART), la micro-implantation de 90% des locaux (AART) et les plans de synthèse (réalisé par les entreprises titulaires des marchés de travaux). Plusieurs étapes sont nécessaires pour atteindre l'objectif de cette mission :

Etape 1 : Recueillir auprès de fournisseurs les contraintes de leurs équipements :

Habituellement, l'étude porte sur trois fournisseurs représentatifs par type d'équipement. (Cf. figure 6 la colonne fournisseurs envisagés).

Etape 2 : Produire avec les fournisseurs les plans d'implantation si nécessaire :

Pour un certain nombre d'équipements il est également nécessaire de produire des plans d'implantation avec les fournisseurs pour vérifier la compatibilité de ces implantations dans les locaux sensibles.

Figure 7 : Exemple d'implantation GE de SPECT CT dans le local de Gamma caméra : (source GE)

A titre d'exemple, l'implantation produite par GE dans la salle Gamma caméra : La position d'implantation de l'appareil (SPECT CT) est incompatible avec la porte du déshabilleur de droite (voir rectangle en rouge). Le but est d'échanger avec GE afin de produire une implantation compatible pour ce local. Les solutions étant soit de prévoir une porte coulissante, ou de s'assurer que les huisseries permettent une ouverture à 180°. Ou encore de voir avec GE s'il est possible d'implanter dans l'autre diagonale.

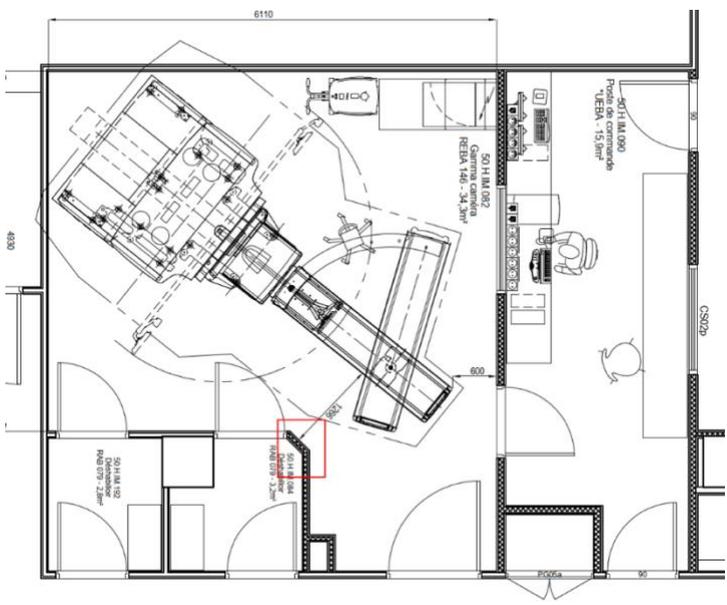
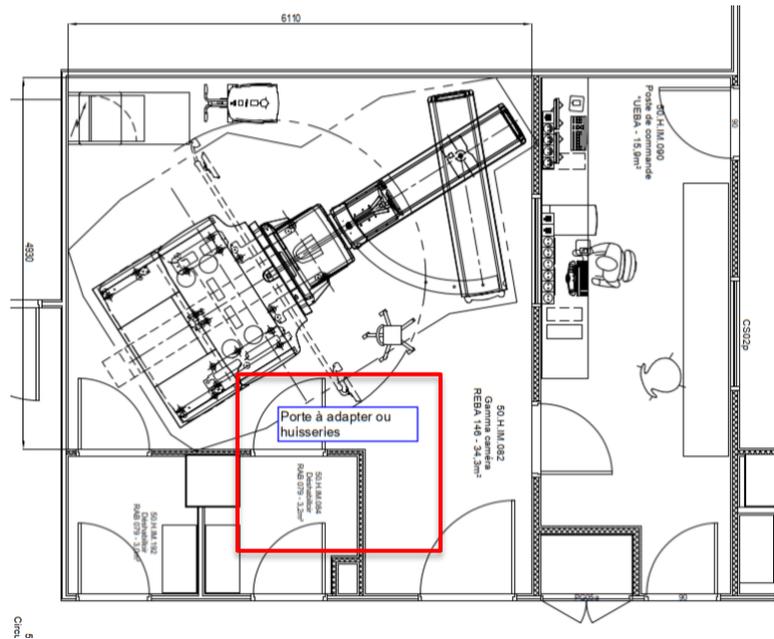


Figure 8 : Exemple d'implantation GE de SPECT CT dans le local de Gamma caméra : (source GE)

Sur cette implantation, une modification faite au niveau des déshabilleurs et également l'axe de la gamma caméra ont été modifiés ce qui permet donc une ouverture à 180° la porte déshabilleur.

Etape 3 : Verification de cohérence les éléments du marché de travaux avec les contraintes identifiés par les fournisseurs à l'étape 1 et proposition des adaptations nécessaires :

Après avoir sollicité les fournisseurs et analysé les contraintes de leurs équipements, j'ai pu faire des analyses tout corps d'état avec les éléments du marché de travaux fournis par le CHU afin de vérifier la cohérence et la prise en compte des exigences des fournisseurs recueillis à l'étape 1. En cas de non cohérence, on propose une adaptation nécessaire. Tous ces analyses sont regroupées en une fiche de synthèse par équipement. Ci-après l'exemple de la trame de synthèse par corps d'état.

4.4 Propriétés du local

Dimensions
Radioprotection

4.5 Cloisonnement

4.6 Structure et Charges d'exploitation

Charges au sol :

Charge au plafond :

Décaissé

Planéité du sol :

Carottages

4.7 Revêtement

Sol
Mur
Plafond / Types de faux plafonds :

4.8 Menuiserie intérieure

4.9 Menuiserie extérieure

4.10 Génie climatique – Traitement d'air

Position des bouches de soufflages plafonniers

Armoire de climatisation

Dimensions et position

Dégagements calorifiques

- Demande AART : 11 kW
- Valeur requise :
- Marché / valeur prévue :

Autres points de CVC :

Température :

Hygrométrie doit être maîtrisée :

Qualification

4.11 Plomberie

Evacuations

Eaux usées

Eau vanne

Attentes eau chaude/eau froide

Siphon de sol

Equipements sanitaires

4.12 CFO Courant fort

Attentes électriques et puissance requise

Armoires électriques

Onduleurs

AU Arrêt d'urgence

Batteries de secours

4.13 CFA Courant faible

Voyant RX
RJ45

4.14 Fluides médicaux

4.15 Equipements prévus aux travaux

Figure 9 : Exemple de la trame de synthèse par corps d'état (source ICADE)

C'est un moyen de synthétiser et clarifier les contraintes des équipements liés à un local donné tout corps d'état (attente électrique, attente en plomberie, charges au sol, génie climatique...) . Cette fiche représente une expression détaillée du besoin du CHU (mise à jour avec les exigences des fournisseurs) à la maîtrise d'œuvre (MOE).

Exemple pour vérifier les charges au sol dans la salle gamma caméra :

Après avoir sollicités GE/Siemens, la valeur retenue en terme du poids total des équipements au sol est la valeur maximale soit 4754 Kg (environ 4,7 tonnes).

- Siemens : Poids total des équipements au sol Symbia intevo 3672 Kg + Lit patient (PHS) : 1082 kg = 4754 kg

- GE : Poids total des équipements au sol Statif CT : 1890 kg + Statif NM : 1928 Kg+ Table : 557 kg =4375 Kg

La valeur prévue au titre du marché de travaux en charge ponctuelle est 3,4T.

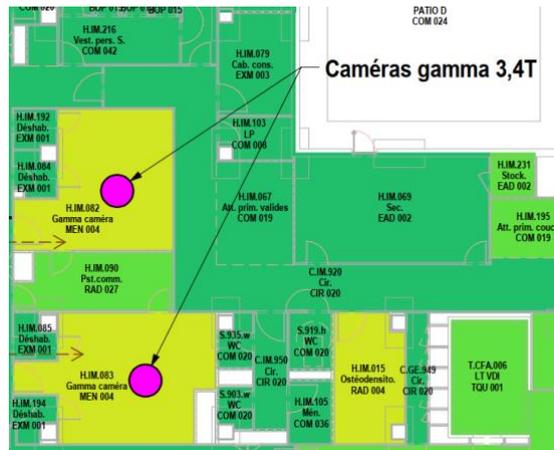


Figure 10 : Charges d'exploitation prévues au marché de salle gamma caméra (source interne)

On peut observer ici que le seul statif des équipements considérés a une masse supérieure à la charge ponctuelle indiquée environ 3.8T pour le GE, plus la table s'y ajoute. Dans ce cas de figure, on demande à la MOE une adaptation nécessaire pour accueillir l'équipement et on indique que l'adéquation de la structure est à confirmer par la MOE.

Exemple de menuiserie intérieur de la salle de PET Scan :

Initialement, la largeur de la porte d'accès au local PET Scan depuis la circulation est prévue à 125cm.

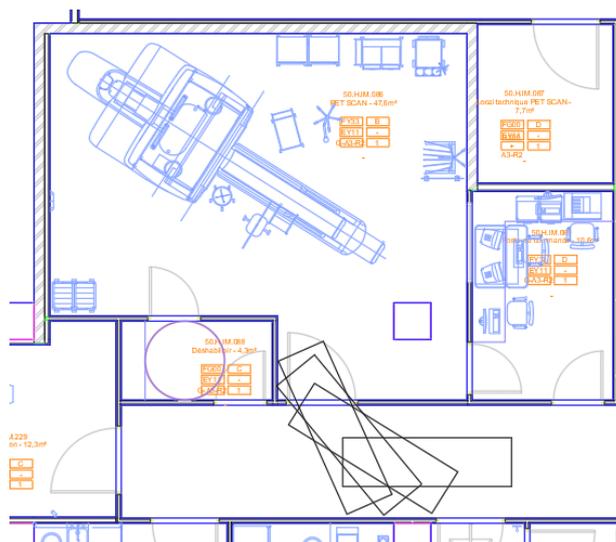


Figure 11 : Exemple de menuiserie intérieur depuis la circulation

D'après des essais du local PET Scan sur Autocad, il s'avère que dimension pour la livraison de l'appareil et le brancardage semble critique. Ainsi, une dimension de porte de 150 cm est nécessaire, ou le colisage "étroit" impliquera une longueur incompatible avec la configuration actuelle. La solution proposée est de déplacer la porte d'accès au local de PET Scan à env 50 cm pour permettre de gagner un peu de débattement sans impacter la livraison de l'appareil.

Exemple PSM à flux laminaire de type II dans la salle de préparation stérile :

Les postes de sécurité microbiologique sont destinés à protéger la manipulation, l'opérateur et l'environnement lors de la manipulation d'agents pathogènes grâce au système de flux d'air laminaire qui garantit un air pur et expurgé des particules susceptibles de contaminer les produits. Un filtre de très haute efficacité HEPA H14 élimine les particules avant extraction de l'air dans le laboratoire

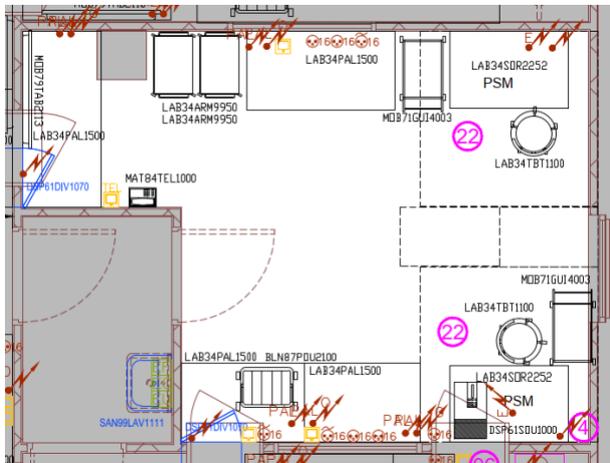


Figure 12 : Plan (FIG) AART

LAB34SOR2252-2	PSM - FLUX LAMINAIRE (120CM) - TYPE II (II)	2	Avec extraction
	- ATTENTE ALIM. EXTRACTEUR 220V/50Hz	2	
	- ATTENTE ALIMENTATION ELECTRIQUE 220V/50Hz	2	
	- EXTRACTION VERS L EXTERIEUR		
	- MASSE DE L EQUIPEMENT (EN Kg) 350	2	

Dans la fiche graphique **AART**, faite lors de la réalisation de FIG de 300 locaux type en 2017 par AART qui nous ont été transmises par le CHUG, 2 PSMs à flux laminaire sont prévues dans cette salle chacune avec extraction. En général, les FIG sont destinés au MOE (les plans AS) dans le but de prendre en considération le principe d'aménagement dans ses plans.

➔ Vérification des attentes électrique

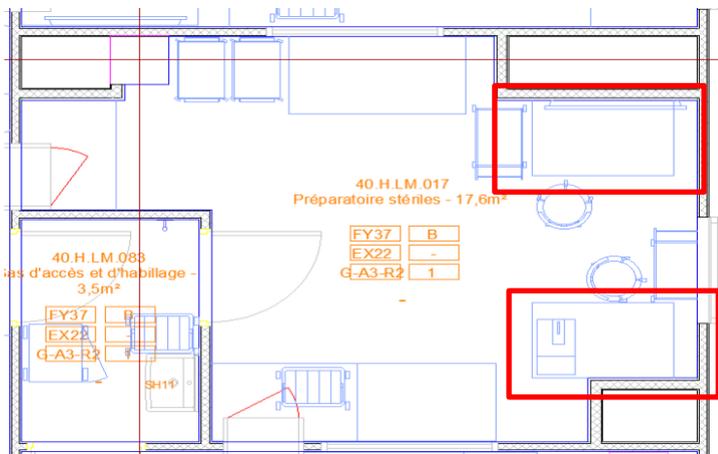


Figure 13 : Plan Architecte AS ; sont constatés, les microimplantations

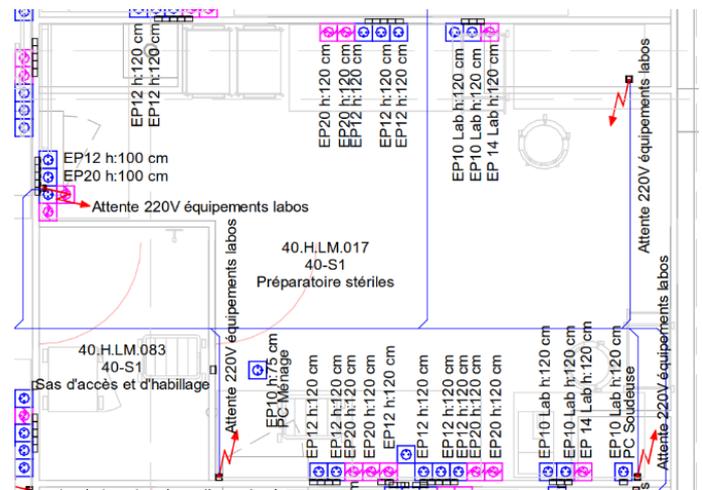


Figure 14 : Plan d'exécution (EXE) électrique

avec le plan AART. L'ajout de ces gaines dans la salle préparatoire stérile ne permet pas une utilisation fonctionnelle des PSMs car les prises sont dans les gaines, les 2 PSMs se rapprochent et il n'y pas assez d'écart entre elles.

➔ Vérification Génie climatique – traitement de l'air (attentes en extraction)

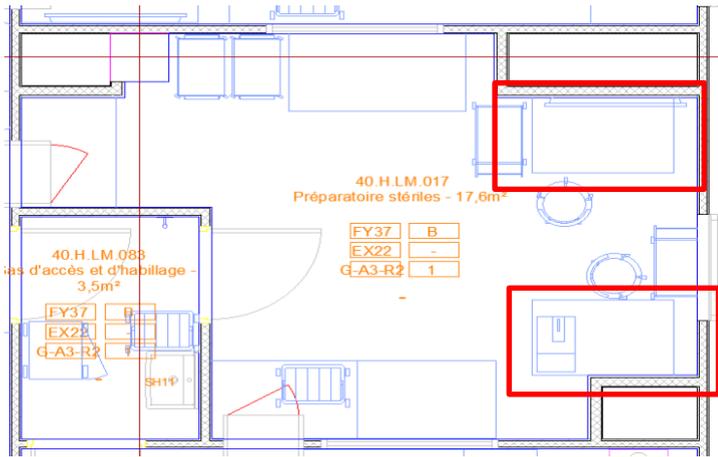


Figure 15 : Plan Architecte AS

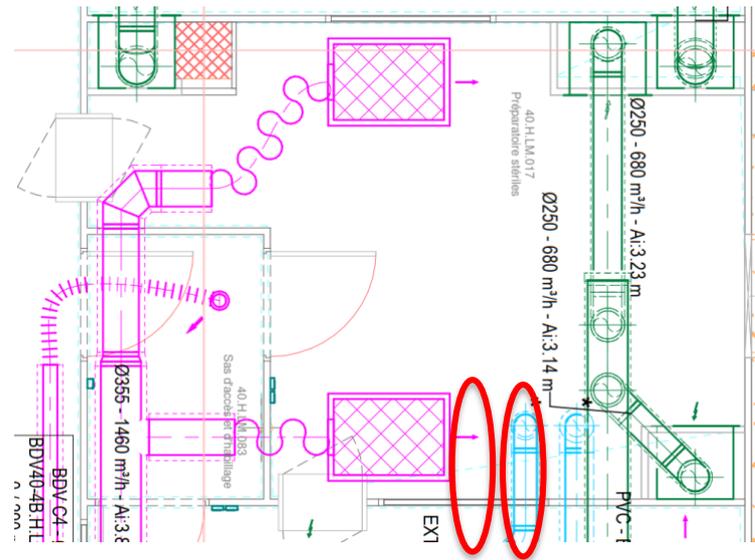


Figure 16 : Plan d'exécution (EXE) extraction

La première étape, est de vérifier sur le plan EXE si les attentes en extraction sont bien prévues dans ce local et vérifier si les positions de ces attentes correspondent aux positions des équipements identifiés sur le plan AS. Dans un second temps, vérifier si ce qui a été prévu est compatible avec les données techniques des fournisseurs. Comme on peut observer sur ce plan d'exécution, 2 extractions sont prévues pour les 2 PSM (cf. Fig 14 les cercles rouge) mais les positions ne sont pas adaptées et cohérente avec les besoins (Cf. Fig 14 rectangle en rouge) ; également les débits de ces extractions ne sont pas précisés.

Pour l'installation de ces PSM, il est nécessaire de signaler ces points de vigilance notamment au MOE afin de prendre en compte ces remarques.

Etape 4 : Formalisations des demandes des travaux modificatifs :

Après envoi d'étude par type d'équipement et les retours du CHUG et de la MOE sur les équipements nécessitant des travaux des modificatians particulière, on analyse les réponses et établit des FDEM pour formaliser les demandes de travaux modificatifs.

2.2. Projet de construction de l'hôpital territorial Groupement hospitalier de Rance-Emeraude

Lancé en 2021 par GHRE regroupe les centres hospitaliers (CH) de Saint-Malo, René Pleven de Dinan et le nouvel hôpital des Prés Bergers de Cancale, le projet médico-soignant partagé du Groupement Hospitalier Rance Emeraude doit permettre une organisation multisite avec la création d'un plateau technique unique de territoire afin de répondre au mieux aux enjeux de santé publique d'un territoire dont la population est en constante augmentation et conservant une offre de soins de proximité avec un futur plateau technique de territoire [9].



Figure 17 : Logo GHRE (source 9)

Le projet est financé par l'Etat, le budget prévisionnel est 487 millions d'euros TDC [9] et les opérations prévues sont les suivantes :

- Création d'un nouveau plateau technique central (57 000 m²)
- Création d'une plateforme logistique (13 000 m²)
- Restructuration / construction du CH de Dinan (21 000 m²)
- Création d'un cœur de ville Saint Malo (3 000 m²)
- Restructuration d'EHPAD (2 000 m²)
- Création EHPAD (10 000 m²)

Les plannings sont très contraignants et la livraison des équipements à ce stade est prévue pour :

- Logipole juillet 2024
- CH Dinan février 2025
- Livraison Hôpital territorial décembre 2026
- Les EHPADS de Dinan novembre 2025 et de décembre 2027

Sur cette opération, **ICADE** a une mission complète d'AMO, d'élaboration de projet médico-soignant partagé du Groupement Hospitalier Rance Emeraude et de son projet immobilier. Ce projet comprend plusieurs phases et fait intervenir plusieurs acteurs notamment au sein ICADE :

- Les programmistes : accompagnent le MOA à réaliser le schémas directeurs immobiliers et architecturaux, les études faisabilités et un programme technique détaillé(PTD).

- Les AMO : préparent la conduite d'opération en caractérisant les géométries des sites existants du GHRE, et lancement de consultation du marché pour sélectionner le futur groupement concepteur réalisateur.
- Les ingénieurs biomédicaux : les opérations considérées, à ce stade par l'équipe biomédicale (voir ci-après la figure 16). En interne, nous travaillerons en collaboration avec nos programmistes afin que les éléments qu'on intègre dans la base de données et les FIGs restent cohérents avec le PTD et ainsi lancer le concours.

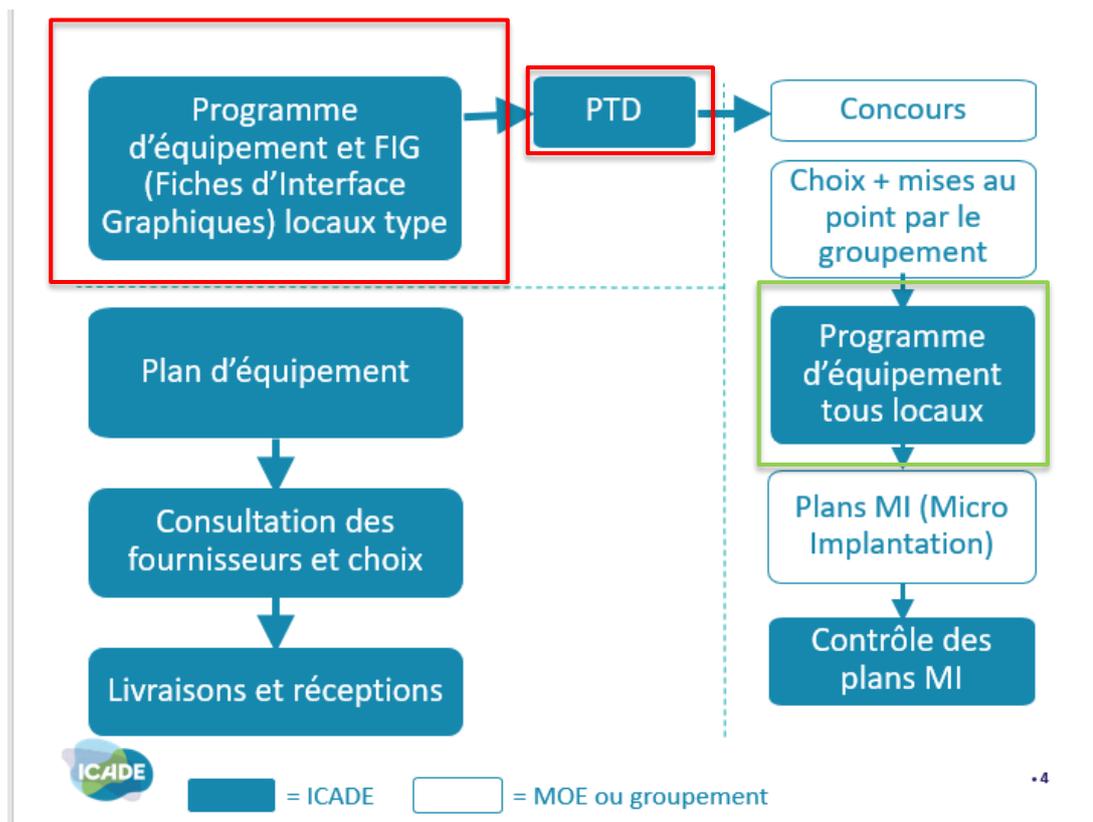


Figure 18 : Déroulement des opérations prévues pour les ingénieurs biomédicaux ICADE (source ICADE)

Actuellement nous sommes en phase PTD (programme technique détaillé). Avec les conseils et la validation de Nasr Fattouche, ingénieur biomédical Icade missionné sur cette opération, j'ai participé à la réalisation du programme d'équipement et des FIGs en phase PTD avec mon collègue Franco Comin, ingénieur Biomédical Icade.

2.2.1. Objectif de la mission

L'objectif de cette mission est de réaliser un programme d'équipement des 60 locaux type et d'implanter les équipements sur des fiches d'interface graphiques (FIG) dans des locaux type ainsi que leurs contraintes associées.

L'intérêt de cette étude permet :

- D'avoir une liste d'équipement par local
- Aux utilisateurs de mieux percevoir les espaces et l'ergonomie des postes de travail,
- De transmettre au concepteur les contraintes des équipements sur le bâtiment dans le but d'anticiper certains sujets d'installation des équipements
- De faire une estimation financière des équipements

2.2.2. Enjeux de la mission

Cette mission lancée par GHRE est un projet de grande ampleur pour les trois établissements publics. L'enjeu majeur c'est la mise en œuvre de tel projet médico-soignant en optimisant et respectant le planning de la mission.

2.2.3. Méthodologie

Programme d'équipements(PE) au stade PTD

C'est une étape permettant au MOA d'exprimer ses besoins en terme équipements biomédicaux ou mobiliers nécessaires au fonctionnement du nouvel établissement. C'est une liste des équipements distingués par tranche d'opération, par bâtiment, par service et par unité fonctionnelle et par local (Voir figure 17). Le PE est mis à jour, selon d'éventuelles évolutions du projet et le choix d'organisation par les utilisateurs.

Ce PE est fait par plusieurs étapes notamment :

La définition des organisations :

Il faut savoir que les équipements sont **la conséquence de choix d'organisation et non l'inverse**. La première étape consiste à formuler les choix d'organisation avec des groupes de travail spécifiques afin de définir les besoins des utilisateurs. Ces choix ont été déterminés par deux types d'organisations :

Les organisations transversales communes à plusieurs services :

- Soins
- Biomédical
- Repas
- Linge/déchets

Les organisations des locaux à visiter :

- Salle de préparation des soins,
- Office alimentaire, salle de consultation,
- Salle d'explorations, box d'urgence,
- Salle de déchocage,
- Chambre de réanimation,
- Salle d'accouchement,
- PUI
- Stérilisation

La réalisation du programme et les FIG des 60 locaux types sont réalisés dans un délai très contraint et sur des plans non définitifs. Par conséquent, le travail d'élaboration du programme d'équipements pour tous les locaux sera réalisé dans un second temps.

Recueil de l'information :

Grace aux réunions programmées avec les groupes de travail pour les thèmes transversaux et des réunions avec le service biomédical, nous avons pu recueillir les informations. Ces réunions nous a permis d'examiner les options d'organisation choisies ou en cours de définition au sein du GHRE et de définir les équipements qui répondent à ces choix d'organisation.

Réalisation du programme d'équipement :

En nous appuyant sur les informations recueillies au cours de l'étapes précédente, nous avons établi à l'aide de notre base de données, le programme des besoins pour les 60 locaux sensibles notamment les locaux de services du bloc opératoire, imagerie médicale, consultation et exploration médecine, pharmacie centrale, la stérilisation, soins critique...

Ce programme fait apparaitre pour chaque équipement nécessaire au fonctionnement dans le local :

- Une **quantité**
- Un « **Etat** » permet d'identifier, les équipements neufs, les équipements transférés avec ou sans prestation de transfert, les équipements en location, les équipements mis à disposition, les équipements qui seront prévus au travaux (par exemple le bras d'anesthésie, sanitaire...), etc.
- Un **prix unitaire HT**
- Un **prix total HT**,
- Un **prix total TTC**

Voir l'exemple ci-après :

ICAIDE PROMOTION		Saint Malo - Hôpital de recours		13-juin-22		
SERVICE : BOP	BLOC OPERATOIRE	LOCAL N° : BOP002				
UF : BOP	BLOC OPERATOIRE	Salle d'intervention polyvalente				
Equipement:		Qté:	Etat:	PU HT en EUROS	PT HT en EUROS	PT TTC en EUROS
BIS GUE 203	Bistouri électrique avec THERMOFUSION à poser sur guéridon roulant	1	N	11 300	11 300	13 560
BLO BRA 001	Bras plafonnier anesthésiste	1	PM	0	0	0
BLO BRA 002	Bras plafonnier chirurgical	1	PM	0	0	0
BLO BRA 005	Bras plafonnier support écran	1	N	7 500	7 500	9 000
BLO LOP 207	Eclairage opératoire plafonnier 2 coupoles	1	PM	0	0	0
CHA AMU 001	Assistant muet 60 x 50 cm, hauteur variable, freins	1	N	550	550	660
CHA TIN 205	Table à instruments inox 2 plateaux 100 x 60 cm	2	N	439	878	1 054
CHA TPO 104	Table pont 100 x 60 cm, hauteur variable, freins	1	N	533	533	640
END VID 001	Colonne vidéo-endo (caméra, proc., écran, insuf., source, irr.)	1	N	45 000	45 000	54 000
INF MIC 127	Poste de travail informatique équipé pour IADE	1	I	0	0	0
INF MUL 001	Système de capture et de gestion de l'image	1	N	75 000	75 000	90 000
MOM ANE 002	Chariot anesthésie	1	N	2 254	2 254	2 705
PHA DOT 003	Armoire modulaire pour panseuse 60 cm en façade pour DMS ZARGAL MPO	1	N	1 829	1 829	2 195
PMM BQR 201	Baquet sur patins, réceptacle en acier inox	3	N	91	273	328
PMM ESC 001	Escabeau 2 marches inox	1	N	96	96	115
PMM ESC 002	Estrade hauteur 10 cm	1	N	176	176	211
PMM PDS 104	Pied à sérum mobile lesté, 4 crochets	2	N	210	420	504
PMM SIP 211	Siège praticien, sur roulettes, haut. var. par vérin, sans dossier	2	N	112	224	269
PMM SIP 301	Siège de praticien, hauteur variable par pédale, sur roulettes	1	N	185	185	222
PMM SIP 401	Siège de praticien, en forme de selle	1	N	425	425	510
RAN RSP 431	Station d'anesthésie	1	N	53 000	53 000	63 600
STE CPT 143	Chariot portique transport bacs matériel souillé type HUPFER	1	N	687	687	824
TAB CHR 001	Chariot rangement des accessoires de la table d'opération	1	N	2 287	2 287	2 744
TAB TCG 108	Table d'opérations chir. gén., socle mobile	1	N	32 014	32 014	38 417
TLI CLS 201	Chariot à linge sale 1 sac	1	N	161	161	193
TLI SSP 002	Support mobile pour 2 sacs poubelle 110 litres	2	N	410	820	984
Montant total du local :						282 735

Figure 19 : Exemple élaboré d'un programme d'équipement pour une salle d'intervention polyvalente au sein de bloc opératoire

Élaboration des fiches d'interfaces graphiques (FIG) au stade PTD

Les FIGs sont considérées comme un moyen d'expression de principe d'aménagement des locaux. Une FIG correspond à un plan d'un local modèle permettant de visualiser les équipements programmés dans ce local associés à leurs contraintes techniques (puissance électrique, les prises électriques, les fluides médicaux, charge au sol et au plafond, les attentes en plomberie...) [10].

L'objectif d'une FIG est de transmettre au MOE les principes d'aménagement des équipements dans un local donné afin que ce dernier les prenne en considération dans le rendu de ses plans, mais sans imposition sur la forme architecturale du local.

J'ai participé à la réalisation de quelques fiches d'interfaces graphiques sur Revit (voir la figure 17). Avec mon collègue Franco Comin, ingénieur biomédical Icade, avec les conseils de Nasr Fattouche, ingénieur biomédical Icade.

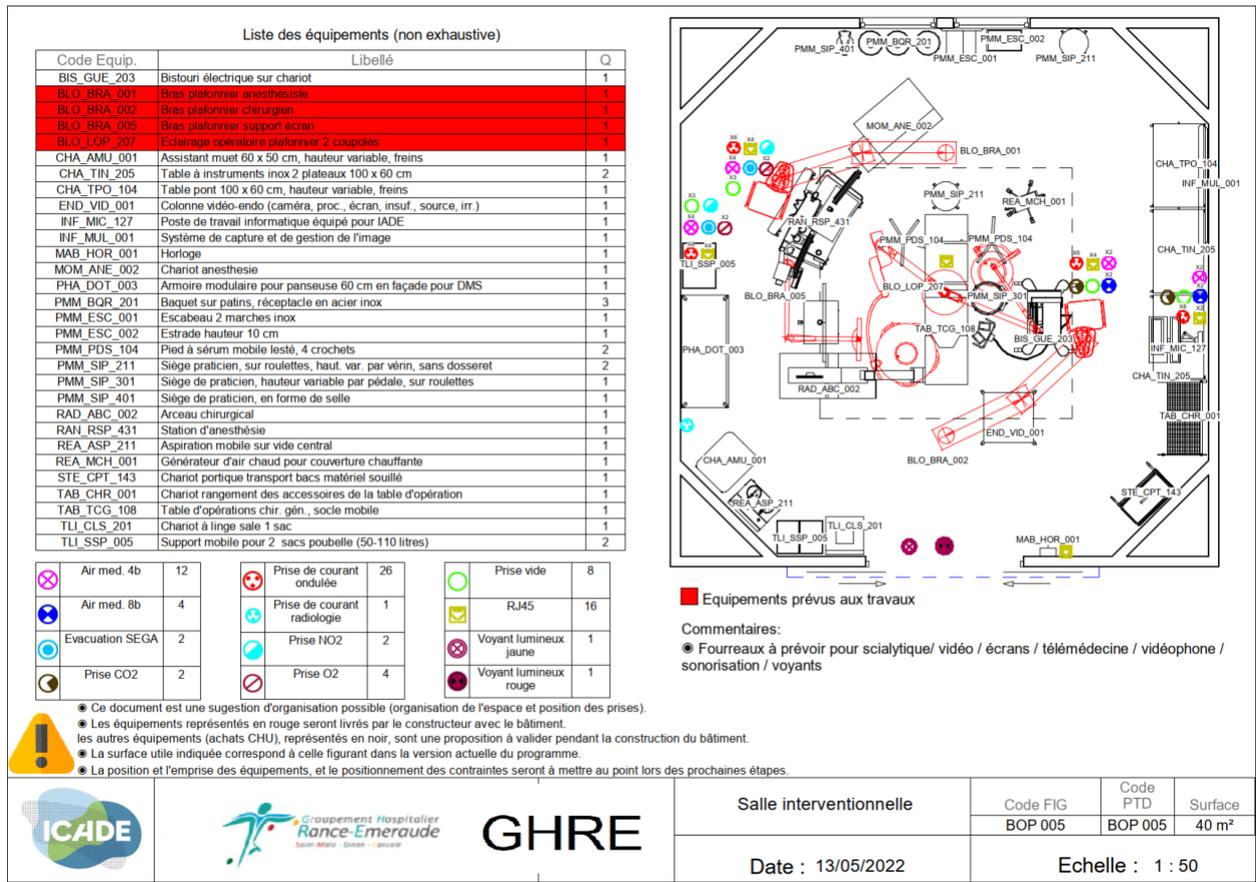


Figure 20 : Exemple réalisé d'une fiche d'interface graphique pour une salle d'interventionnelle

Comme on peut le voir à gauche, une liste des équipements extraite de la base de donnée ACCESS du PE, où chaque équipement est associé à un code. Dans ce tableau, il est possible de trouver le code de l'équipement, la référence du code et la quantité présente dans la pièce. A droite une fiche d'interface graphique avec les terminaux dans lesquels sont positionnés les équipements et les contraintes techniques associées, en rouge ce sont les équipements prévus au travaux.

Ces fiches sont destinées aux utilisateurs afin d'avoir une validation en terme de choix d'organisation et d'équipements

Principe d'aménagement des locaux :

A titre d'exemple des principes de positionnement des équipements dans une salle d'examen scanner sont les suivantes :

- L'appareil Scanner, il faut qu'il soit positionné de telle sorte que les personnels dans la salle de poste de commande puissent avoir une vue vers la salle d'examen voire la tête de patient pendant l'examen pour des raisons de sécurité et de surveillance du patient par les personnels.

- Comme par exemple le centrage de la porte du local d'examen pour l'arrivée de brancard dans le local prenant en compte son axe de rotation.

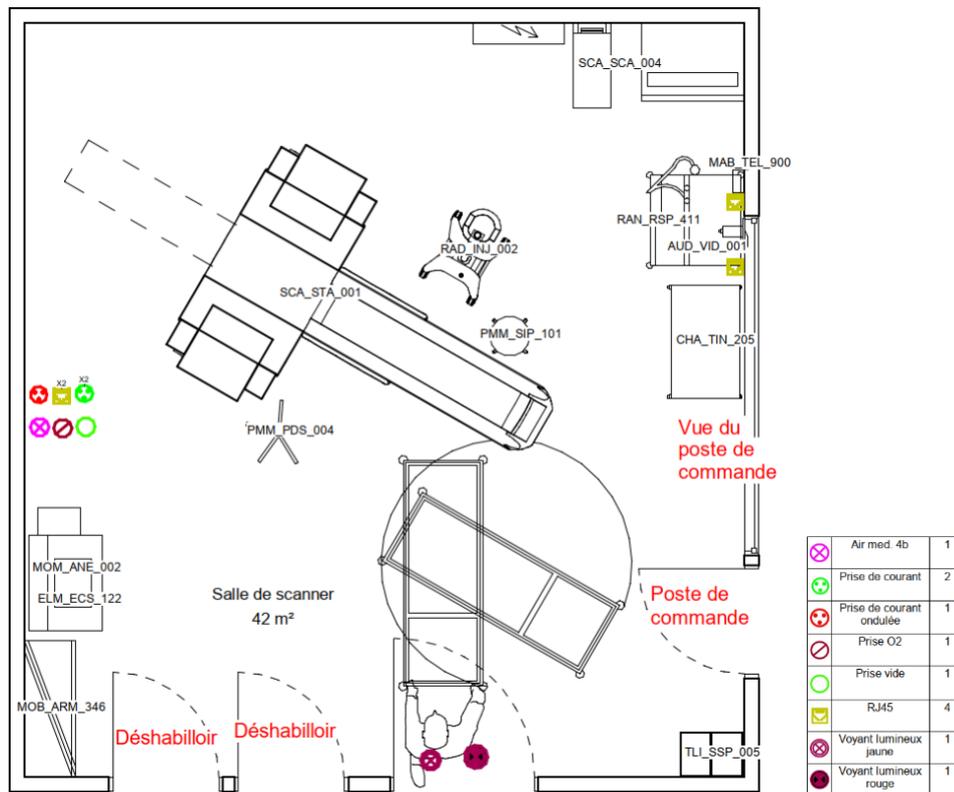


Figure 21 : Exemple d'une FIG montrant les principes de positionnement des équipements dans une salle d'examen scanner

2.3 Autre projet

2.3.1 Hôpital Universitaire Paris Nord (HUPN) : Analyse fonctionnelle en phase APS

L'HUPN est un projet de l'Assistance publique – Hôpitaux de Paris (AP-HP) visant à réunir l'Hôpital de Bichat et l'Hôpital de Beaujon à Saint Ouen. Avec une capacité de 1111 lits et une surface de 191 .000 m2 y compris les parkings pour les activités MCO. Le cout construction est à 450 millions et 900 millions toutes dépenses confondues y compris les équipements, financé par l'AP-HP et l'état [11].



Figure 22 : Plan axonométrie générale de l'HUPN (source)

Avec Nasr FATTOUCHE ingénieur biomédical ICADE, j'ai participé à l'analyse fonctionnelle de différents services de l'HUPN en phase APS notamment, la stérilisation, imagerie, urgence, médecine nucléaire, logistique. L'objectif c'est d'avoir un regard biomédical en terme de principe d'aménagement des locaux, le flux patients, personnels, la circulation, la logistique...L'hôpital est constitué de 7 niveaux et un niveau hélistation et répartis en plusieurs unités.

A titre d'exemple la zone arrivée valides de la circulation urgence :

Dans la zone prévue pour l'arrivée des valides, il semble qu'aucun accueil infirmier ne soit prévu face à cette zone. Cet accueil aurait servi à la surveillance des patients en attente avant d'être reçu par l'IAO et pour effectuer un 1er tri.

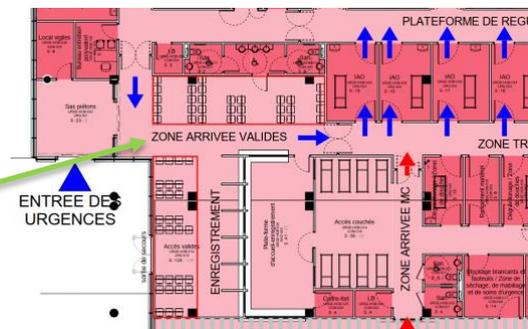


Figure 23 : Extrait plan architecte de service urgence en phase APS (Source ICADE)

III. Apports du stage

Ce stage m'a permis de découvrir un milieu totalement différent des métiers vers lesquels la plupart des étudiants sortants de la mention ingénierie de la santé s'orientent. En prenant part à ces projets de conception d'établissement de santé, je me suis découvert un fort intérêt pour le milieu architectural et particulièrement pour la manipulation, la lecture et l'analyse des maquettes numériques et le dessin de plans notamment avec les outils Autocad et Revit.

Il m'a paru très intéressant tout au long de ce stage, de découvrir les différentes problématiques liées à la gestion interface bâtiment – équipement, l'étude des contraintes liées aux équipements biomédicaux ainsi que les organisations souhaitées pour les futurs établissements de soins. C'est en ayant une vision de nombreux projets de ce type qu'un ingénieur biomédical peut apporter une bonne expertise.

Dans le cadre de ce stage, j'ai d'ailleurs eu l'occasion de faire plusieurs déplacements à Saint Malo dans le but de rencontrer les différents acteurs concernant le nouvel hôpital GHRE notamment le directeur projet, l'équipe projet, les utilisateurs, les ingénieurs biomédicaux afin d'examiner les fonctionnalités, l'organisation actuelle et future (ou en cours de définition) au sein GHRE et de définir les équipements qui répondent à ces choix d'organisation.

La découverte de ce milieu m'a aussi permis de comprendre le déroulement d'un projet de construction de bâtiment et plus précisément des établissements de santé publique. J'ai également appris beaucoup sur les pratiques à respecter, les atouts à prendre en compte, et les éléments à anticiper dans la conception de ce type d'établissement notamment en terme des contraintes techniques des équipements biomédicaux.

Convaincu et captivé par l'intérêt de ce métier d'ingénieur biomédical au sein de la conception hospitalière, mon projet futur est de continuer dans cette branche de conception hospitalière, ce qui me permettra de prendre part à de nouveaux projets, d'acquérir de l'expérience et ainsi de mener des projets d'expertise biomédicale de façon autonome.

IV. Conclusion

L'organisation des principes d'aménagement des locaux, les emplacements, les contraintes techniques liées aux équipements médico techniques ont un impact crucial sur l'aspect fonctionnel de l'hôpital. Ainsi, c'est en réalisant une étude approfondie de l'interface bâtiment équipements de tous les dispositifs que l'on peut vérifier si les contraintes techniques liées aux équipements, essentielles dans la conception du bâtiment sont bien prises en compte et que la surface de chaque local est adaptée à sa fonction, pour que tout soit fonctionnelle.

L'enjeu majeur c'est de trouver un juste équilibre entre les adaptations nécessaires en cours de chantier et les travaux inévitables après le choix de fournisseurs et pour son installation certaine. La meilleure réponse à cette problématique permettra de minimiser le coût des travaux supplémentaires (durant le chantier et au moment de l'installation des équipements) tout en optimisant le bon déroulement du chantier.

Le rôle de l'ingénieur biomédical expert sur ces projets varie d'un projet à l'autre, mais globalement ils interviennent et anticipent sur toutes les problématiques liées aux équipements. En relation avec le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Œuvre, l'ingénieur biomédical met à profit son expérience et sa connaissance des dispositifs médicaux pour s'assurer que le futur bâtiment sera dimensionné de manière à installer tous les équipements fonctionnellement et ergonomiquement.

V. Références bibliographiques

- [1] « Notre Histoire - Icade Immobilier ». <https://www.icade-immobilier.com/icade/promoteur-immobilier/histoire> (consulté le 24 juin 2022).
- [2] « Histoire | Icade ». <https://www.icade.fr/groupe/histoire> (consulté le 25 juin 2022).
- [3] « Icade Immobilier en quelques chiffres clés ». <https://www.icade-immobilier.com/icade/promoteur-immobilier/chiffres-cles> (consulté le 24 juin 2022).
- [4] « Foncière Tertiaire », *Icade*. <https://www.icade.fr/activites/fonciere-tertiaire> (consulté le 24 juin 2022).
- [5] « Foncière Santé », *Icade*. <https://www.icade.fr/activites/fonciere-sante> (consulté le 24 juin 2022).
- [6] « Connaître le déroulement d'une opération de construction », févr. 2000, Consulté le: 26 juin 2022. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.lemoniteur.fr/article/connaitre-le-deroulement-d-une-operation-de-construction.51119>
- [7] « Le CHU de la Guadeloupe, un concentré de contraintes environnementales ». <https://www.batiactu.com/edito/chu-guadeloupe-concentre-contraintes-environnementales-60918.php> (consulté le 26 juin 2022).
- [8] Anthobas, « Le nouveau CHU de la Guadeloupe : un établissement de santé ultramoderne pour l'archipel français des Caraïbes », *Urbanistiquement Parlant !!!*, 1 mai 2019. <https://urbanistiquement-parlant.com/2019/04/30/le-nouveau-chu-de-la-guadeloupe-un-etablissement-de-sante-ultramoderne-pour-l-archipel-francais-des-caraibes/> (consulté le 26 juin 2022).
- [9] « Le projet d'hôpital territorial "Rance Emeraude" : une nouvelle offre de soins à l'horizon 2027 soutenue par le Ministre des Solidarités et de la Santé, Olivier Véran ». <https://www.bretagne.ars.sante.fr/le-projet-dhopital-territorial-rance-emeraude-une-nouvelle-offre-de-soins-lhorizon-2027-soutenue> (consulté le 26 juin 2022).
- [10] Y. Yann Bubien, *Concevoir et construire un hôpital : Hôpitaux, cliniques, centres ambulatoires*. Paris: Groupe Moniteur (Editions du Moniteur), www.editionsdumoniteur.com, 2014. Consulté le: 15 juin 2022. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.editionsdumoniteur.com>
- [11] « Paris : l'Hôpital Nord enfin sur les rails | Les Echos ». <https://www.lesechos.fr/2016/12/paris-hopital-nord-enfin-sur-les-rails-229185> (consulté le 26 juin 2022).

NOUVEAU C.H.U. POINTE-A-PITRE / LES ABYMES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

**CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE
DE LA GUADELOUPE**
Route de Chauvel 97159 POINTE-A-PITRE cedex



MANDATAIRES :

ICADE

Immeuble l'Amiral Rond-point de Moudong
97122 BAIE MAHAULT



COORDONNATEUR SPS : SOCOTEC

BUREAU DE CONTROLE : GROUPEMENT SOCOTEC / BUREAU VERITAS

SOCOTEC ANTILLES - GUYANE

Centre Commercial La Rocade
97142 LES ABYMES



SEMSAMAR
Parc d'activité de la Jaille
97122 BAIE MAHAULT



VERITAS
Parc d'Activités La Jaille
97122 BAIE MAHAULT

MAITRISE D'OEUVRE

AS.ARCHITECTURE-STUDIO (Mandataire)

10 Rue Lacuée
75012 PARIS



BABEL

3 Rue de Nancy
75010 PARIS, FRANCE



L'AGENCE - Alain Nicolas

105-51 Résidence Cipolin, Rue du Chemin Neuf
97110 POINTE-A-PITRE FRANCE



INGEROP

18, rue des Deux Gares
92500 RUEUIL-MALMAISON FRANCE
ingerop@ingerop.com



GROUPEMENT ENTREPRISES :

IMPRESA PIZZAROTTI (Mandataire)

9 rue Baudoin
75013 - PARIS



PIZZAROTTI
FONDEE EN 1910



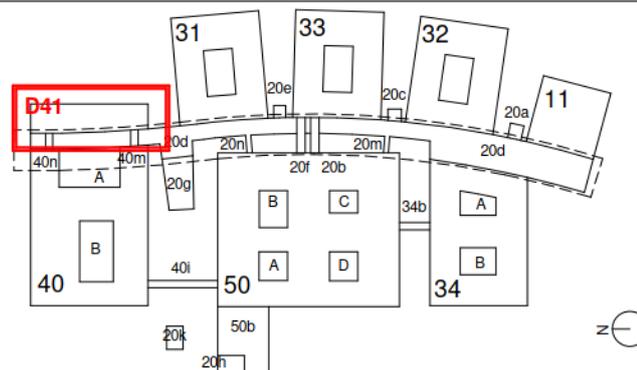
SOTRADOM

SOTRADOM
Route de petit Acajou Morne Caruel
BP 450 - 97139 Abymes

SOUS TRAITANT :

AXIMA INSTALLATIONS SPECIALITES

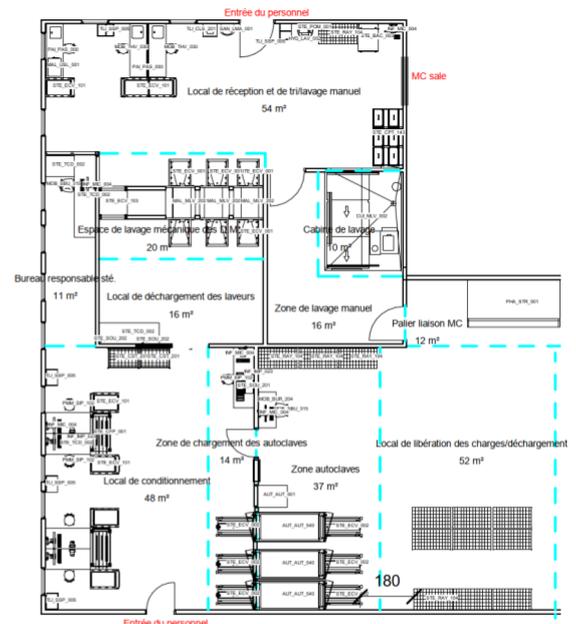
Agence Export CVCD
15 rue Nina Simone - CS39601
44096 NANTES Cedex 1 - FRANCE



Fiche montrant les différents acteurs concernant le projet CHU de Guadeloupe

Détail des équipements

Ref. Equip.	Libellé ICADE	Q
AUT_AUT_501	Appareil de stérilisation gaz plasma	1
AUT_AUT_540	Autoclave automatique 648 litres (12 paniers)	3
CUI_MLV_002	Cabine de lavage	1
HYG_LAV_002	Vidoir	1
INF_IMP_023	Imprimante à étiquettes	5
INF_MIC_004	Terminal informatique sur bras articulé	8
MAL_MLV_202	Laveur instrumentation 15 paniers DIN	3
MAL_USL_001	Laveur ultrasonique avec accessoires, 40 l	1
MOB_BUR_204	Plan de travail 120x60	1
MOB_SBU_315	Chaise dactylo ergonomique	2
MOB_THV_030	Tabouret à H. variable vérin standard, skai, sur roulettes, dossier	3
PAI_PAS_000	Paillasse humide	3
PHA_STR_001	Stockeur rotatif	1
PMM_SIP_102	Siège praticien, sur patins, haut. var. par vérin, avec repose pieds et dos.	5
SAN_LMA_001	Lave-mains	1
STE_BAC_003	Cadre mobile pour transport des bacs de décontamination	1
STE_CFP_001	Chariot porte feuilles	2
STE_CPT_143	Chariot portique transport bacs matériel souillé	6
STE_CST_201	Elément mobile de rangement 3 étagères, 9 paniers	2
STE_ECV_001	Elément convoyeur automatique (laveurs)	6
STE_ECV_002	Elément convoyeur automatique (autoclave)	6
STE_ECV_101	Elément convoyeur manuel	7
STE_ECV_103	Guichet (passe-plat)	1
STE_POM_001	Pompe aspirante	1
STE_RAY_104	Rayonnage inox mobile 5 niveaux de rangement	13
STE_SOU_201	Soudeuse en continu	1
STE_SOU_202	Soufflette	2
STE_TCD_002	Table de conditionnement	8
TLI_CLS_201	Chariot à linge sale 1 sac	1
TLI_SSP_005	Support mobile pour 2 sacs poubelle (50-110 litres)	5



PRINCIPES D'AMENAGEMENT
Les différentes zones sont communicantes
Lumière naturelle dans la zone de lavage et de conditionnement



GHRE

Phase :
PTD

Nom : Stérilisation

Service : PHARMACIE CENTRALE

Code ICADE :
STE-001 à -010

Code PTD :

Date : 01/04/2022 Echelle : 1 : 150

Exemple de FIG stérilisation sans les terminaux

SERVICE : BOP		BLOC OPERATOIRE	LOCAL N° : BOP007				
UF : BOP		BLOC OPERATOIRE	Salle hybride				
		E quipement:	Qté:	Etat:	PU HT en EUROS	PT HT en EUROS	PT TTC en EUROS
BIS	GUE	203	1	N	11 300	11 300	13 560
BLO	BRA	001	1	PM	0	0	0
BLO	BRA	002	1	PM	0	0	0
BLO	LOP	105	2	PM	0	0	0
CHA	AMU	001	1	N	550	550	660
CHA	TIN	205	1	N	439	439	527
CHA	TIN	207	1	N	824	824	989
CHA	TPO	104	1	N	533	533	640
INF	MIC	127	1	I	0	0	0
INF	MUL	001	1	N	75 000	75 000	90 000
MOM	ANE	002	1	N	2 254	2 254	2 705
PHA	APH	413	3	N	2 432	7 296	8 755
PMM	BQR	201	3	N	91	273	328
PMM	ESC	001	1	N	96	96	115
PMM	ESC	002	1	N	176	176	211
PMM	PDS	104	2	N	210	420	504
PMM	SIP	211	2	N	112	224	269
PMM	SIP	301	1	N	185	185	222
PMM	SIP	401	1	N	425	425	510
RAD	ANG	001	1	N	700 000	700 000	840 000
RAN	RSP	431	1	N	53 000	53 000	63 600
SAN	DIS	401	1	G	0	0	0
STE	CPT	143	1	N	687	687	824
TAB	CHR	001	1	N	2 287	2 287	2 744
TAB	TCG	108	1	N	32 014	32 014	38 417
TLI	CLS	201	1	N	161	161	193
TLI	SSP	005	1	N	160	160	192
Montant total du local :							1 065 965

TRANCHE : T1

Exemple de programme d'équipements de salle hybride