

Université de Technologie de Compiègne - STEPHANIX



Master Ingénierie de la Santé

Parcours : Technologies Biomédicales et Territoires de Santé

Année Universitaire 2025-2026

ST02 : Stage de fin d'études

Rapport de stage: Ingénierie d'application chez STEPHANIX

DOI : <https://doi.org/10.34746/ids319>

Permalien : <https://travaux.master.utc.fr/formations-master/ingenierie-de-la-sante/ids319/>

Réalisé par:

- Afrilande Donnella HEZAGIRA

Suiveurs:

- Céline CONDETTE (Tuteur UTC)
- Eddy TORRES (Tuteur entreprise)

SOMMAIRE

Résumé.....	3
Abstract.....	3
Remerciements.....	4
Liste des sigles et acronymes.....	5
Listes des figures.....	5
1. Introduction.....	6
2. Présentation de la structure d'accueil et de son environnement.....	7
2.1. Histoire de l'entreprise.....	7
2.2. Analyse de son environnement.....	8
2.3. Gammes des produits Stephanix.....	9
2.4. L'histoire et l'environnement de l'ingénieur d'application chez Stephanix.....	12
3. Missions réalisées.....	14
3.1. Contexte, enjeux, problématique, objectifs.....	14
3.2. Moyens et méthodes mis en place.....	15
3.3. Déroulement des missions.....	17
3.3.1. Connaissance du client.....	17
3.3.2. Démonstrations avant vente.....	17
3.3.3. Mise en service.....	20
3.3.4. Formation des utilisateurs.....	21
4. Formation au métier de manipulateur d'électroradiologie médicale.....	23
5. Critères d'auto-évaluation.....	26
6. Apports du stage.....	27
6.1. Mon état de connaissances initial.....	27
6.2. Compétences développées et à développer.....	28
6.4. Retours d'expérience sur l'évolution de la radiographie (Centre d'imagerie à EU): 1987 - 2026.....	29
6.5. Bilan personnel et professionnel.....	32
7. Conclusion.....	32
8. Bibliographie.....	34

Résumé

Ce rapport rend compte de l'expérience que j'ai réalisée au sein de l'entreprise Stephanix, une structure spécialisée dans le domaine de l'imagerie médicale et plus particulièrement dans les équipements de radiographie. Ce stage m'a permis de découvrir l'organisation de l'entreprise, son environnement professionnel, ses différentes gammes de produits ainsi que les enjeux liés à son activité. Il met également en évidence le rôle de l'ingénieur d'application, un métier essentiel qui se situe à la fois entre la technique, la relation client, l'accompagnement des utilisateurs et la mise en valeur des équipements proposés par l'entreprise. À travers les différentes missions observées et réalisées, telles que la connaissance du client, les démonstrations avant-vente, la mise en service des appareils et la formation des utilisateurs, j'ai pu mieux comprendre les étapes nécessaires à la réussite des missions en tant qu'ingénieur d'application. Ce stage m'a aussi permis de me former au métier de manipulateur radio en radiologie et ainsi, comprendre les attentes des professionnels de santé face aux technologies proposées. Enfin, cette expérience a constitué une étape importante dans mon parcours, car elle m'a permis d'évaluer mon niveau de connaissances initial, de développer de nouvelles compétences techniques et relationnelles, et de réfléchir plus précisément à mon projet professionnel.

Mots clés: Imagerie médicale, Radiologie, Ingénierie d'application, relation client, manipulateurs radio

Abstract

This report presents the experience I gained during my internship at Stephanix, a company specialized in the field of medical imaging, and more specifically in radiography equipment. This internship allowed me to discover the company's organization, its professional environment, its different product ranges, as well as the challenges related to its activity. It also highlights the role of the application engineer, an essential position that combines technical expertise, customer relations, user support, and the promotion of the equipment offered by the company. Through the various missions I observed and carried out, such as understanding customer needs, conducting pre-sales demonstrations, commissioning equipment, and training users, I was able to better understand the key steps required to successfully complete assignments as an applications engineer. This internship also gave me the opportunity to learn more about the profession of radiologic technologist in radiology and, therefore, to understand the expectations of healthcare professionals regarding the technologies offered. Finally, this experience was an important step in my career path, as it allowed me to assess my initial level of knowledge, develop new technical and interpersonal skills, and reflect more precisely on my professional project.

Key words: Medical imaging, Radiology, Application engineering, Customer relations, Radiologic technologists.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier l'Université de Technologie de Compiègne UTC pour son accompagnement, son encadrement ainsi que pour la qualité des enseignements dispensés tout au long de ma formation. Grâce à la diversité des cours, à la disponibilité des équipes pédagogiques et aux nombreux conseils reçus, j'ai pu développer mes connaissances, renforcer mes compétences et mieux comprendre les exigences du monde professionnel. L'Université a également joué un rôle important dans mon orientation, en me guidant depuis mon arrivée afin de m'aider à identifier la voie professionnelle correspondant le mieux à mes aspirations, à mes compétences et à mon projet d'avenir.

Je remercie Madame **Céline CONDETTE**, ma tutrice de stage au sein de l'Université, pour sa disponibilité, son accompagnement et son écoute tout au long de cette période de stage. Son suivi, ses conseils et ses retours m'ont permis d'aborder mon stage avec davantage de confiance et de recul.

Mes plus sincères remerciements à l'ensemble de l'équipe **Stephanix** qui m'a ouvert ses portes et m'a accueilli dans un environnement professionnel enrichissant. Je les remercie pour leur accompagnement, leur bienveillance ainsi que pour la mise à disposition des ressources nécessaires au bon déroulement de mon stage. Cette expérience m'a permis de découvrir concrètement le fonctionnement de l'entreprise et de mettre en pratique les connaissances acquises durant ma formation.

Je remercie tout particulièrement M. **Eddy TORRES**, mon tuteur de stage en entreprise qui est lui-même ingénieur d'application, pour son encadrement, ses explications, sa pédagogie et le temps qu'il m'a consacré. Grâce à son accompagnement et à la formation qu'il m'a apportée, j'ai pu progresser, mieux comprendre les missions qui sont confiées aux ingénieurs d'application et développer de nouvelles compétences autour de ce métier. Je souhaite également remercier Madame **Angélique BRUNON** pour son accompagnement au début de mon stage. Les échanges que nous avons eus m'ont été particulièrement bénéfiques et m'ont guidé dans mes premiers pas en entreprise.

Je remercie par ailleurs les responsables pédagogiques, Mme **Isabelle CLAUDE**, Mme **Julie FOLLET** ainsi que M. **Jean-Matthieu PROT**, qui nous ont préparés et accompagnés dans notre insertion dans le monde professionnel. Leurs conseils précieux, leur disponibilité et leur exigence ont contribué à nous donner les outils nécessaires pour aborder cette étape importante de notre parcours avec sérieux et professionnalisme.

Enfin, je remercie ma famille pour son soutien constant, ses encouragements et ses conseils tout au long de mon parcours. Leur présence et leur confiance ont constitué une source de motivation essentielle dans la réussite de ma formation et de mon stage.

Liste des sigles et acronymes

ADV: Administration et Direction des Ventes
ASNR: Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection
AP: Antéro-postérieur
CR: Computed Radiography (Radiographie informatisée)
CQI: Contrôles Qualité Interne
DFP: Défilé Fémoro-Patellaire
DR: Digital Radiography
FDA: Food and Drug Administration
IA: Intelligence artificielle
IRM: Imagerie à Résonance Magnétique
NRD: Niveaux de Référence Diagnostiques
PACS: Picture Archiving and Communication System
PA : Postéro-antérieur
PCR: Personne Compétente en Radioprotection
PME: Petite et Moyenne Entreprise
RX: Rayons X
SFDA: Saudi Food and Drug Authority

Listes des figures

Figure 1 : Organigramme entreprise
Figure 2 : Table de radiologie D2RS 90/90
Figure 3 : Table de radiologie D2RS
Figure 4 : Salle os-poumon - Suspension Xtreme
Figure 5 : Salle os-poumon - Statif
Figure 6 : Mobile de radiologie
Figure 7 : Arceau chirurgical
Figure 8 : Mammographe
Figure 9 : Ostéodensitomètre
Figure 10 : Panoramique dentaire (2D) et système Cone Beam (3D)
Figure 11 : Relation interprofessionnelle en ingénierie d'application
Figure 12: Répartition géographique de mes interventions professionnelles
Figure 13: Thorax, face PA
Figure 14: Thorax, profil
Figure 15: Thorax, décubitus latéral
Figure 16: Thorax, face AP en lordose
Figure 17 : Comparatif des différentes technologies en radiographie
Figure 18 : Table télécommandée de radiologie GE 1987, Modèle Télévix 1600

1. Introduction

Dans le cadre de ma formation en master 2 Ingénierie de la santé, parcours des technologies biomédicales et territoires santé à l'université de Technologie de Compiègne UTC, j'ai réalisé un stage de fin d'études constituant une étape essentielle du cursus. Cette expérience professionnelle a pour objectif de consolider les connaissances acquises au cours de la formation, mais également de les confronter aux réalités du terrain, dans un environnement technique, organisationnel et humain concret. C'est dans ce cadre que j'ai effectué un stage de six mois, de février 2026 à août 2026, en tant qu'ingénieur d'application au sein de la société STEPHANIX. Cette entreprise est spécialisée dans les solutions de radiologie et intervient auprès d'établissements de santé, de cabinets d'imagerie médicale et de professionnels du secteur en leur proposant des équipements et solutions destinés à accompagner leurs pratiques radiologiques.

Mon stage s'est déroulé dans un environnement multidisciplinaire, au contact de différents interlocuteurs tels que les équipes commerciales, les équipes techniques et les utilisateurs finaux qui sont généralement les manipulateurs en électroradiologie médicale. J'ai été encadrée par un ingénieur d'application expert, dont l'accompagnement m'a permis de mieux comprendre les responsabilités associées à ce métier. Le rôle de l'ingénieur d'application se situe à l'interface entre la solution technique proposée par l'entreprise et les besoins concrets des utilisateurs. Il ne s'agit donc pas uniquement de maîtriser le dispositif, mais également de comprendre les pratiques professionnelles, les contraintes du terrain, les attentes des clients et les enjeux liés à l'usage clinique des solutions déployées. Au cours de cette expérience, j'ai participé à plusieurs missions représentatives du métier d'ingénieur d'application. J'ai notamment été amenée à contribuer à l'analyse des besoins clients, à la préparation et à la réalisation de démonstrations avant-vente, à la formation des utilisateurs, ainsi qu'au suivi post-installation. Ces différentes missions m'ont permis d'observer l'importance de l'accompagnement client dans la réussite du déploiement d'une solution de radiologie.

Ce stage m'a également conduit à m'intéresser de manière approfondie au métier de manipulateur en électroradiologie médicale. Cette étape a constitué un élément indispensable à la bonne compréhension des besoins exprimés par les utilisateurs. Afin de mieux accompagner les professionnels sur le terrain, il m'a été nécessaire de me familiariser avec leur environnement de travail, leur jargon, leurs contraintes quotidiennes, ainsi qu'à certaines notions fondamentales de leur pratique. Cela inclut notamment la connaissance des différentes incidences radiologiques en fonction de la zone anatomique concernée, des constantes utilisées lors des examens et des exigences liées à la qualité d'image et à la radioprotection. Cette compréhension est d'autant plus importante que les pratiques radiologiques doivent s'inscrire dans le respect des niveaux de référence diagnostiques, les **NRD**, établis par l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR)[1]. D'ailleurs dès mon arrivée, j'ai réalisé un test pour tester mes connaissances en radioprotection indispensable pour être sensibiliser à un danger invisible que sont les rayons X (RX).

À travers ce rapport, je souhaite donc capitaliser sur l'ensemble de cette expérience professionnelle. Pour ce faire, je présenterai, dans un premier temps, la société STEPHANIX, son organisation ainsi que son secteur d'activité, afin de mieux comprendre son positionnement dans le domaine de la radiologie. Dans un deuxième temps, j'exposerai les différentes gammes de dispositifs proposées par l'entreprise. Je présenterai ensuite l'environnement de travail de l'ingénieur d'application, en mettant en évidence son rôle d'interface entre les différentes équipes internes et les utilisateurs. Dans une partie plus opérationnelle, je détaillerai les missions centrales que j'ai réalisées au cours du stage, en lien avec l'analyse des besoins clients, les démonstrations, les formations et le suivi post-installation.

Une ouverture sur le métier de manipulateur en électroradiologie médicale sera réalisée. Enfin, je proposerai une analyse réflexive tant sur le côté personnel que professionnel de cette expérience.

2. Présentation de la structure d'accueil et de son environnement

2.1. Histoire de l'entreprise

Stephanix est une entreprise française spécialisée dans la fabrication de solutions de radiologie. Son usine et son siège social sont situés près de Saint-Étienne à la Ricamarie. L'entreprise a été créée en 1985 par cinq entrepreneurs industriels[2]. En 1988, Stephanix lance sa première table de radiologie. Quelques années plus tard, en 1996, une deuxième génération de table voit le jour.

Comme l'illustre la **Figure 1**, l'entreprise a été rachetée par le groupe espagnol SEDECAL en 2001, afin de soutenir son développement et sa croissance économique[3]. Cette même année, Stephanix intègre également son premier capteur plan dans une table télécommandée, grâce à un partenariat avec Canon. En parallèle, l'entreprise reprend les activités françaises d'Hologic, société américaine reconnue dans le domaine de l'imagerie de la femme.

Depuis 2002, Stephanix est en partenariat avec Planmeca, société spécialisée dans l'imagerie dentaire 2D et 3D. Ce partenariat s'est ensuite élargi, environ dix ans plus tard, avec le projet Planmed, autour du premier dispositif de tomodensitométrie osseuse des membres dédié à l'imagerie. En 2008, Stephanix conçoit sa troisième table de radiologie. La même année, la première tomosynthèse est intégrée dans l'imagerie de la femme par Hologic. En 2009, l'entreprise lance sa quatrième table de radiologie, le modèle D2RS[4].

En 2021, Stephanix présente la nouvelle génération de tables de radiologie D2RS 90/90, qui correspond à sa génération actuelle de tables télécommandées de radiologie. En 2023, l'entreprise met en place un partenariat avec Incepto, afin d'intégrer des solutions d'intelligence artificielle (IA) d'aide au diagnostic[4]. La même année, Stephanix est catégorisée comme une petite et moyenne entreprise (PME)[2].

Enfin, en 2025, Stephanix renforce la sécurité de ses solutions grâce à l'intégration d'une solution de cybersécurité, développée par Thalès. Par ailleurs, Stephanix travaille également avec Medecom, partenaire spécialisé dans les consoles de revue, de traitement et de diagnostic, ainsi que dans les solutions d'archivage et les serveurs de résultats. Récemment (2026), Stephanix a acquis la société Euromedica, qui était un distributeur de produits Stephanix en Bretagne, dans le but de renforcer sa présence technique sur tout le territoire français (**Figure 1**) [4].

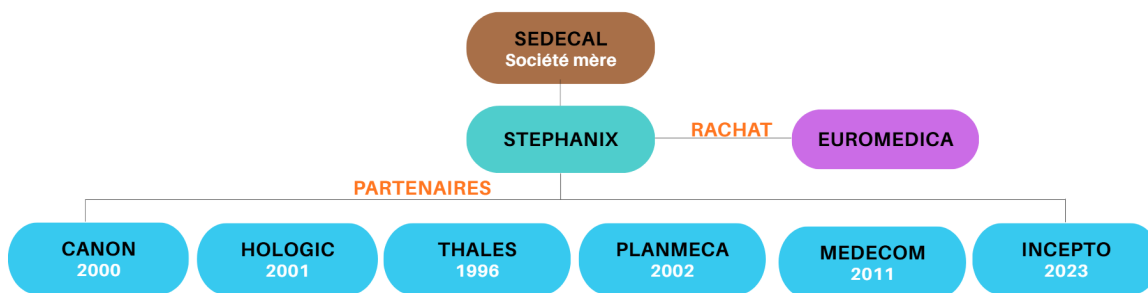


Figure 1: Organigramme entreprise (Source: Auteur)

2.2. Analyse de son environnement

A. Environnement technique

Le monde de la radiologie est aujourd'hui très concurrentiel avec des groupes internationaux qui innovent en radiologie mais force est de constater que Stephanix a pu se faire une place dans ce secteur compétitif. Stephanix dispose de plusieurs sites techniques principaux à Lille, Paris, Saint-Etienne, Rennes et Toulouse et compte 200 collaborateurs et environ 90 techniciens.

B. Environnement socio-économique

Stephanix évolue dans un monde avec une hausse de la consommation radiologique due à une démographie grandissante, à une plus grande fréquence de recours aux soins de la population ainsi qu' à une extension des cas d'application de la radiologie due aux progrès technologiques. La société évolue donc dans un environnement demandeurs des solutions mais freiné par les coûts d'investissement à disposition et donc il est plus que nécessaire de trouver le bon compromis entre les coûts et les technologies[5].

C. Environnement réglementaire

Stephanix, comme toute entreprise qui vend en Europe et à l'étranger, est confronté à différentes réglementations. Leurs solutions sont marquées CE, ce qui est indispensable pour la commercialisation dans l'espace européen. Elles sont également enregistrées auprès des autorités réglementaires hors Europe notamment la Food and Drug Administration (FDA) aux Etats-Unis; auprès de Santé Canada ainsi qu'auprès de la Saudi Food and Drug Authority (SFDA) en Arabie saoudite. Ces conformités permettent à la société d'être présente dans plus de 100 pays et de réaliser à peu près 30% de leur chiffre d'affaires en export.

Stephanix a également obtenu les certifications "**Origine France Garantie**" pour ses tables télécommandées en 2014 et "**Service France garantie**" en 2024 pour l'ensemble de sa gamme. L'obtention de ces certifications se base sur le respect de certains critères notamment que le produit soit fabriqué à 100% en France et d'avoir au moins 50% des frais de fabrication d'origine française pour le label "Origine France garantie"[6]. Il en est de même pour le label "service France garantie" qui se base sur certains critères également tels que 90% de la main d'œuvre soumis à un contrat de travail français et en contact direct avec le client[7].

D. Environnement territorial et concurrentiel

Stephanix est une société présente en France et à l'international. Comme dit précédemment, Il est présent dans plus de 100 pays à travers le monde grâce à un large réseau de distributeurs formés au sein de l'usine.

Stephanix évolue dans un environnement territorial fortement industrialisé avec une présence d'entreprises internationales non négligeables[8]. Malgré ça, Stephanix s'impose progressivement comme un acteur français majeur avec plus 40 % de parts de marché en France sur les tables de radiologie. Stephanix occupe une place significative dans le secteur de la radiologie et contribue au maintien d'une expertise française dans un domaine fortement concurrentiel.

2.3. Gammes des produits Stephanix

Stephanix propose une large gamme de dispositifs médicaux d'imagerie médicale. C'est un fabricant de tables télécommandées de radiologie, qui sont donc des produits groupe, car elles sont conçues et fabriquées au sein de son propre environnement industriel. L'entreprise exerce également une activité de distribution des dispositifs médicaux fabriqués par d'autres sociétés partenaires.

Produits groupe



Figure 2: Table télécommandée de radiologie D2RS [9]



Figure 3: Table télécommandée de radiologie D2RS 90/90 [9]

Stephanix fabrique des tables télécommandées de radiologie fluoroscopie qui permettent de réaliser des examens dynamiques et statiques. La fluoroscopie va permettre d'une part, le bon positionnement du patient en prenant des clichés moins irradiants et d'autre part, de guider le radiologue lors des examens dynamiques invasifs de contraste ou encore d'infiltrations dans les articulations. Ce système utilise un capteur plan numérique pouvant être utilisé directement dans la table ou en dehors surtout pour des examens en tirs directs (Extrémités, brancards, etc). Le modèle D2RS 90/90 (**Figure 3**) a quelques avantages par rapport à la D2RS (**Figure 2**) standard en permettant le basculement de la table à +90/-90 et un débattement de hauteur basse jusqu'à 38 cm du sol contre 63 cm de la D2RS et haute jusqu'à 148 cm contre 93 cm. Cette ergonomie est due au pied de la table placé dans une armoire derrière la table mais cette configuration ne permet pas de l'installer dans les espaces plus exigus.

Le plus de ces produits groupe est qu'ils permettent de faire un basculement de la colonne et une rotation du tube pour plus de flexibilité d'utilisation et de rendre quelques examens plus confortables

pour les patients notamment le défilé fémoro-patellaire des rotules (DFP) qui est un examen réalisé généralement en position assise du patient et en pliant les genoux sur une table et en tenant le capteur, Aujourd'hui, cet examen peut être réalisé couché sur le dos et en pliant les genoux grâce à cette rotation du tube, ce qui est beaucoup plus confortable pour le patient. Ces tables sont télécommandées grâce à un pupitre placé derrière le paravent plombé[9].



Figure 4: Salle os-poumon - Suspension Xtreme[10]



Figure 5: Salle os-poumon - Statif Pro [10]



Figure 6: Mobile de radiologie Movix Dreamy[11]

Parmi les produits groupe, on retrouve également des salles os-poumon avec une configuration en suspension plafonnrière (**Figure 4**) existant en 2 modèles (Xtreme Premium et Xtreme), en statif (**Figure 5**) existant en 2 modèles également (Statif Pro, Stum) ou en colonne (Rad Series E+) utilisées pour l'imagerie des poumons ainsi que des extrémités essentiellement mais adapté également pour toutes les zones anatomiques. Ces systèmes peuvent être automatisés (collimations, filtres post-traitements) ou laissés en manuel en fonction de la préférence du client et asservis en synchronisant les déplacements du tube avec celui du capteur. On peut les retrouver en radiologie générale, en pédiatrie, en salles d'urgences, en traumatologie, en environnement pénitencier, etc[10].

Le mobile de radiologie (**Figure 6**) est un système mobile, motorisé et plus compact. Il est conçu pour de la radiographie au lit dans les chambres des patients mais aussi en soins intensifs, en urgences ou encore en service de pédiatrie/néonatalogie et sur le terrain pour des examens en ambulatoire. Il existe en 2 modèles (Movix Dreamy et Movix 4/8 E+ DReam). Contrairement aux installations fixes en salle, le mobile offre une certaine flexibilité de déploiement totale au sein d'un service. Leur mobilité et leur simplicité d'utilisation permettent de réaliser des examens de radiographie directement auprès des patients, offrant ainsi une alternative plus pratique aux systèmes fixes et plus imposants. Que ce soit pour des examens de radiographie en urgence, ou pour des radiographies de routine, l'équipement permet de réaliser de la radiographie mobile directement au chevet du patient[11].

Produits de revente



Figure 7: Arceau chirurgical[12]



Figure 8: Mammographe[13]



Figure 10: Panoramique dentaire (2D)/système Cone Beam (3D)[15]



Figure 9: Ostéodensitomètre[14]

Parmi les produits revendus par Stephanix, on retrouve l'arceau chirurgical de fluoroscopie (**Figure 7**) disponible sous 3 modèles (Omniscop Dream, Omniscop Dream-S /Efficiency). C'est un dispositif indispensable au bloc opératoire notamment dans le guidage instrumental des actes chirurgicaux. Il est constitué d'un bras en C, d'un tube, d'un générateur, d'une console opérateur et d'une station de travail tactile. Adapté pour des chirurgies lourdes et même pour des extrémités[12].

Stephanix est également un distributeur du mammographe (**Figure 8**) de la société américaine Hologic qui permet de faire de l'imagerie mammaire en 2D, de la tomosynthèse qui est de l'imagerie en coupe, de la biopsie stéréo ou sous tomosynthèse, de l'angiographie et de la densitométrie mammaire. Ce système peut être accompagné d'une option IA pour une aide au diagnostic et ainsi réduire le temps de lecture et de sélectionner les coupes les plus susceptibles de présenter des anomalies[13]. Stephanix propose également des ostéodensitomètres (**Figure 9**) toujours de chez Hologic permettant d'évaluer la densité minérale osseuse grâce à deux indicateurs: **T score** qui permet de comparer la densité osseuse du patient avec celle d'un jeune adulte en bonne santé généralement à 30 ans car c'est là où on considère que l'individu est au maximum de sa densité osseuse. Ceci donne une courbe qui sera comparée avec celle d'une allure de descente normale et le **Z score** qui permet de mesurer la densité osseuse d'un patient avec celle d'un individu en bonne santé osseuse du même âge[14].

Enfin, Stephanix propose des dispositifs d'imagerie dentaire en 2D ou 3D (**Figure 10**), qui permettent d'obtenir une image de la dentition, des maxillaires et des structures environnantes. Ces équipements sont notamment utilisés pour réaliser des examens panoramiques, céphalométriques ou encore des acquisitions 3D, utiles pour le diagnostic, l'implantologie ou la chirurgie dentaire[15].

2.4. L'histoire et l'environnement de l'ingénieur d'application chez Stephanix

Histoire

Chez STEPHANIX, le métier d'ingénieur d'application est apparu en 2007, dans un contexte d'évolution progressive des équipements de radiographie en les rendant plus dépendants des outils informatiques intégrant des logiciels d'acquisition, de traitement, de visualisation, de transmission et d'archivage des images. Avant cette évolution, les tables de radiographie reposaient principalement sur une organisation technique et dans ce contexte, le besoin d'un profil intermédiaire, spécialisé dans l'accompagnement applicatif, dans le paramétrage des logiciels ou encore dans la formation des utilisateurs à des interfaces complexes, n'était pas nécessaire. Le rôle était donc assuré soit par les chefs produit soit par les techniciens qui présentaient le fonctionnement général de l'équipement, ses caractéristiques techniques, ses possibilités d'utilisation ainsi que le processus de visualisation des clichés.

Le manipulateur en électroradiologie médicale conservait, quant à lui, une place centrale dans la réalisation des examens. Il assurait le positionnement du patient, le choix des constantes d'acquisition, la préparation de l'examen et le contrôle de la qualité du cliché obtenu. La chaîne de travail était donc davantage fondée sur l'expertise métier du manipulateur et sur la maîtrise technique de l'équipement par les techniciens ou les chefs produits. Cette évolution technologique a fait émerger de nouveaux besoins d'accompagnement. Il ne suffisait plus seulement d'expliquer le fonctionnement mécanique ou technique d'un équipement mais il devenait nécessaire de comprendre les pratiques radiologiques des utilisateurs, d'analyser leurs besoins, d'adapter les paramètres aux usages cliniques, d'accompagner la prise en main des interfaces logicielles et de veiller à la qualité de l'image produite. Or, les chefs produits et les techniciens, bien qu'essentiels, ne disposaient pas toujours d'une connaissance suffisante des pratiques de terrain, du positionnement patient, des incidences radiologiques ou encore des attentes concrètes des manipulateurs en matière de qualité d'image. C'est dans ce contexte qu'est né le métier d'ingénieur d'application au sein de l'entreprise. L'ingénieur d'application intervient ainsi comme un acteur d'interface, capable à la fois de comprendre les contraintes techniques du produit et les exigences pratiques des professionnels de santé.

L'équipe d'ingénieurs d'application s'est ensuite progressivement structurée. En 2009, elle s'est agrandie avec le recrutement de deux ingénieurs d'application supplémentaires, marquant une étape importante dans le développement de cette fonction au sein de l'entreprise. Au fil des années, l'équipe a continué à se renforcer, en parallèle de l'évolution des équipements et de la diversification des solutions proposées. Aujourd'hui, le métier d'ingénieur d'application s'est élargi. S'il a longtemps été principalement exercé par d'anciens manipulateurs en électroradiologie médicale, il s'ouvre désormais à d'autres profils issus de formations techniques, biomédicales ou scientifiques

Environnement

Comme l'illustre la **Figure 11**, l'ingénieur d'application a un rôle non négligeable dans l'organisation. Il représente un intermédiaire clé entre les différents services internes et les clients. L'ingénieur d'application est le corps de métier qui représente l'entreprise chez le client avec le commercial et incarne donc l'image de la société sur le terrain à travers son expertise, sa capacité à répondre aux questions des utilisateurs et son accompagnement.

En relation avec les différents services internes, l'ingénieur d'application est accompagné et chacun des services joue un rôle complémentaire indispensable dans le bon déroulement de tout le processus de l'avant-vente jusqu'au suivi post-installation. Le service commercial intervient dans la relation client avant-vente en identifiant les besoins, en présentant les différentes solutions proposées par l'entreprise sans entrer dans les détails techniques, il discute en termes de coûts, d'options possibles, etc...Il assure un suivi commercial. L'ingénieur d'application, quant à lui, va donc venir appuyer le commercial en parlant de l'aspect technique, toujours en avant-vente.

Lorsque le client souhaite poursuivre le processus, l'administration et la direction des ventes (ADV) assurent le suivi administratif et organisationnel des dossiers en gérant les commandes, en organisant les démonstrations en fonction de la disponibilité du matériel et du personnel dont l'ingénieur d'application. Une fois les démonstrations réalisées et l'équipement acheté, le service d'implantation prend le relais en réalisant des études sur la dispositions de la salle qui accueillera l'équipement, ils vont penser l'agencement comme par exemple la position du dispositif par rapport aux portes d'entrée et de sortie des patients ou encore la position de l'équipement en fonction des autres dispositifs présents dans la salle, dans le but de faire une installation optimisant l'espace le plus possible

Après cette étude, le service technique va se charger de l'installation, de la réalisation des contrôles qualité interne (CQI) si besoin en fonction de la modalité concernée, des réglages,etc. et l'ingénieur d'application travaillera avec eux afin de se renseigner sur l'avancée de l'installation, des potentielles difficultés rencontrées dans le but d'organiser au mieux sa mise en service chez le client.

En cas d'incidents ou de soucis techniques du logiciel lors de la mise en service ou même après, l'ingénieur d'application va faire appel au service support qui intervient pour traiter les incidents remontés notamment en apportant une assistance à distance et en assurant le suivi des problématiques rencontrées par les clients jusqu'à leurs résolutions. Lorsque la prise en main de l'équipement est bien maîtrisée par le client, l'ingénieur d'application peut recueillir, lors d'un suivi par exemple, les avis clients ainsi que leurs suggestions d'amélioration et les faire remonter au service de recherche et développement car elles peuvent faire l'objet d'une étude et d'une intégration dans les dispositifs. L'ingénieur d'application peut donc souligner aux clients que c'est une idée utilisateur et dans ce sens, se sentir impliqué dans le développement de nouvelles technologies. Toute cette coordination est au service du client pour l'accompagner dans sa prise en main.

En bref, l'ingénieur d'application ne travaille pas seul, il travaille en complémentarité avec plusieurs autres services afin de l'accompagner dans sa mise en service/formation dans le but d'assurer une fluidité des processus d'acquisition. Il s'agit d'un maillon indispensable dans le relais efficace d'informations grâce à sa présence au plus près du client, il remonte les différentes difficultés rencontrées, les axes d'amélioration identifiées sur le terrain.

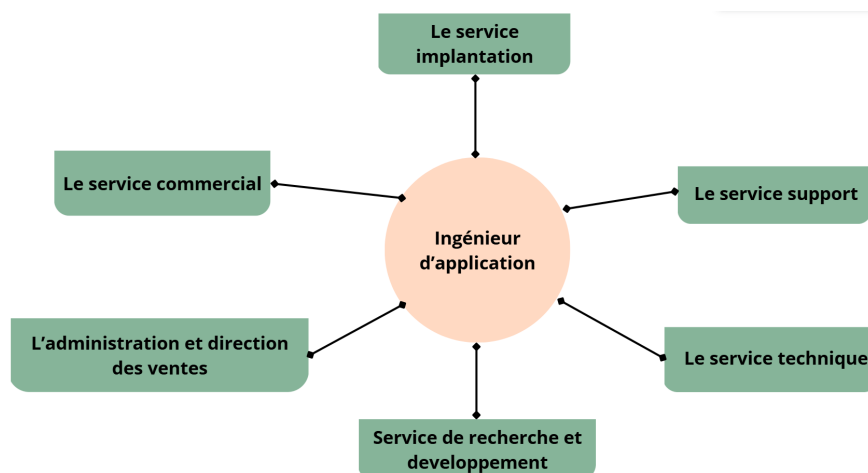


Figure 11: Relation interprofessionnelle en ingénierie d'application (*Source: Auteur*)

3. Missions réalisées

3.1. Contexte, enjeux, problématique, objectifs

Chez Stephanix, j'ai occupé le poste de stagiaire Ingénieur d'application où j'intervenais en duo avec un ingénieur d'application expert sur le territoire français et ponctuellement en export (**Figure 12**). J'ai rejoint une équipe dynamique de 5 ingénieurs d'application répartis comme suit:

- 2 ingénieurs: basés sur Paris
- 1 ingénieurs: basé à Marseille
- 1 ingénieur: basé à Nantes
- 1 ingénieure: basée à Lyon

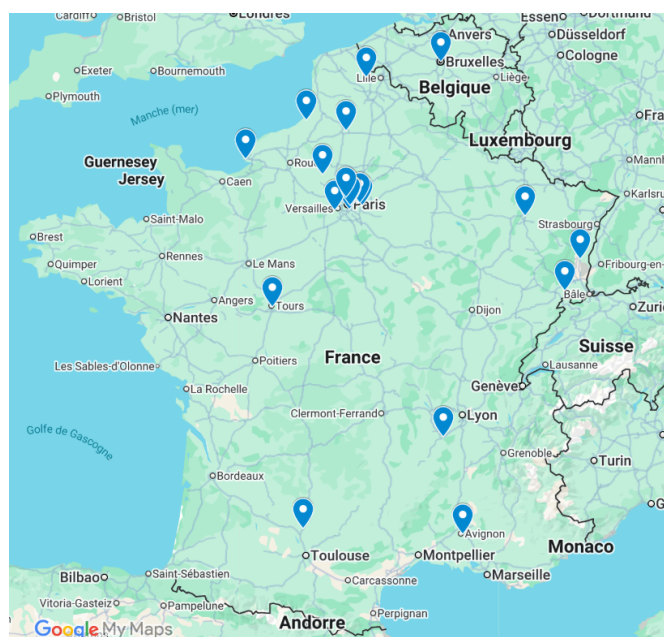


Figure 12: Répartition géographique de mes interventions professionnelles(*Source: Auteur*)

Mon rôle au sein de cette équipe consistait à renforcer la présence de Stephanix au plus près des utilisateurs finaux. Cette mission s'inscrit dans un contexte d'élargissement du périmètre commercial de l'entreprise, notamment avec le développement de son activité de vente d'équipements de biopsie. Par ailleurs, ces dernières années, Stephanix a consolidé son implantation en France sur le marché des tables de radiologie selon une source interne, ce qui justifie également le renforcement des équipes afin d'accompagner cette croissance et de répondre plus efficacement aux besoins des clients. L'objectif de mon stage était de découvrir le métier d'ingénieur d'application, d'en comprendre l'environnement professionnel et d'être formé aux différents dispositifs commercialisés par l'entreprise. Dans ce cadre, mes missions portaient notamment sur la réalisation de démonstrations avant-vente, la participation aux mises en service, l'accompagnement des formations utilisateurs ainsi que le suivi post-installation. Ces différentes étapes nécessitent une préparation rigoureuse en amont, notamment par la prise de contact avec le client afin d'organiser les interventions et de définir les créneaux horaires adaptés. Cette première prise de contact était assurée par l'ingénieur d'application avec qui j'étais en duo sur cette mise en service et formation.

J'ai été formé principalement sur la table télécommandée D2RS 90/90 et D2RS, le mobile de radiologie, la salle os-poumon, le mammographe et les aiguilles de macrobiopsie. Dès le début du stage et en concertation avec mon maître de stage, on a décidé de faire une brève formation de présentation des dispositifs et directement passer sur le terrain. Cette méthode a été privilégiée car elle permettait un apprentissage plus concret, fondé sur l'observation, la pratique et la confrontation directe aux réalités du métier. Ainsi, dès la deuxième semaine de stage, j'ai participé à la mise en service d'une table télécommandée de radiologie. À l'issue de cette intervention, un échange avec mon tuteur de stage a permis de faire le point sur cette première expérience. Celle-ci s'étant révélée particulièrement formatrice, nous avons décidé de poursuivre cette approche tout au long du stage.

3.2. Moyens et méthodes mis en place

Pour assurer le bon déroulement de mes missions, plusieurs moyens ont été mis à ma disposition, qu'ils soient techniques, humains, financiers ou méthodologiques. Ces ressources ont joué un rôle important dans mon intégration au sein de l'entreprise, dans la compréhension des solutions proposées et dans la réalisation progressive des missions qui m'ont été confiées. Sur le plan technique, j'ai bénéficié d'un ordinateur professionnel me permettant d'accéder aux différentes ressources internes de l'entreprise. Cet outil m'a notamment permis de consulter les documents techniques internes, les supports de formation, les informations relatives aux clients ainsi que les éléments nécessaires à la préparation des interventions. Il m'a également servi à communiquer avec les équipes, à réaliser des interventions à distance et à m'entraîner à préparer mes fiches liées aux activités réalisées. Un téléphone professionnel a également été mis à ma disposition afin de faciliter les échanges avec l'ensemble des salariés de la société. Il m'a permis de rester joignable lors des déplacements, de communiquer avec mon tuteur, les équipes techniques ou encore d'assurer un meilleur suivi des demandes terrain. J'ai disposé d'un espace de travail au sein des bureaux de l'entreprise. Cet environnement m'a permis de travailler dans de bonnes conditions, d'échanger facilement avec les membres de l'équipe et de m'intégrer progressivement dans la société.

Sur le plan humain, j'ai pu m'appuyer sur l'accompagnement de plusieurs collaborateurs de l'entreprise, notamment l'ensemble des ingénieurs d'application, les équipes commerciales ainsi que les équipes techniques. Ces différents interlocuteurs ont été disponibles pour répondre à mes questions, m'aider à mieux comprendre les solutions proposées et m'accompagner dans la réalisation

de mes missions. Leurs retours d'expérience ont également constitué une ressource importante, car ils m'ont permis de mieux appréhender les réalités du terrain, les attentes des clients et les exigences propres au métier d'ingénieur d'application. Grâce à leur expertise, j'ai pu observer différentes méthodes de travail, comprendre les étapes de préparation d'une intervention, analyser les besoins des utilisateurs et participer progressivement aux missions confiées. Les échanges avec les commerciaux m'ont permis de mieux comprendre la relation client, les enjeux liés aux démonstrations avant-vente ainsi que l'importance de l'adaptation du discours selon les interlocuteurs. Enfin, les équipes techniques m'ont apporté des éléments essentiels sur le fonctionnement des équipements, les contraintes d'installation et les problématiques pouvant être rencontrées lors du déploiement des solutions. Sur le plan financier, l'entreprise a également mis en place les moyens nécessaires au bon déroulement des déplacements professionnels. Les frais liés aux transports, à l'hébergement et à la restauration ont été pris en charge dans le cadre des missions réalisées sur le terrain. Cette organisation m'a permis de participer aux interventions dans de bonnes conditions et de me concentrer pleinement sur les objectifs pédagogiques et professionnels du stage.

Sur le plan méthodologique, mon apprentissage s'est construit de manière progressive, à travers une alternance entre formation théorique, observation sur le terrain, échanges avec les ingénieurs d'application et débriefings après les interventions. Dans un premier temps, j'ai bénéficié d'une formation initiale assurée par les chefs produits. Ces derniers disposent d'une connaissance approfondie des solutions proposées par l'entreprise, aussi bien sur leurs caractéristiques actuelles que sur leurs évolutions futures. Cette première formation m'a permis d'acquérir une base avant d'être confrontée aux situations de terrain. En complément de cette formation, j'ai eu accès à plusieurs ressources internes régulièrement mises à jour. Ces documents regroupent les différentes gammes de produits, leurs spécifications techniques, leurs options, leurs fonctionnalités ainsi que les informations nécessaires à leur présentation. Avant chaque intervention, je pouvais ainsi relire les éléments relatifs à la solution concernée afin de préparer la rencontre client. Cette préparation me permettait d'avoir en tête les points importants, de formuler des questions et de mieux comprendre la manière dont l'ingénieur d'application sélectionne les informations pertinentes à présenter. En effet, toutes les spécifications techniques ne sont pas systématiquement détaillées auprès du client ; elles doivent être adaptées au contexte, au niveau de connaissance des utilisateurs et aux besoins exprimés.

Avant chaque rencontre avec un client, un temps d'échange était également organisé avec l'ingénieur d'application. Cette étape de préparation permettait de cerner le contexte de l'intervention, les attentes du client, les raisons du choix de la solution, les options retenues ou non, ainsi que les éventuelles problématiques déjà identifiées. Il était également important de savoir si le client connaissait déjà le matériel ou s'il s'agissait d'une première prise en main. Dans le premier cas, l'objectif n'était pas de refaire une présentation complète, mais plutôt d'insister sur les nouvelles fonctionnalités, les évolutions du produit ou les questions spécifiques des utilisateurs. Dans le second cas, la formation devait être plus globale et progressive. Lors des interventions, ma démarche reposait principalement sur l'observation active. J'analysais la posture de l'ingénieur d'application face au client, sa manière de présenter la solution, d'adapter son discours, de répondre aux questions et de gérer les éventuelles difficultés. Enfin, chaque intervention faisait l'objet d'un débriefing avec l'ingénieur d'application. Ces échanges permettaient de revenir sur le déroulement de la mise en service ou de la formation, d'analyser les points positifs, les difficultés rencontrées, les particularités du client ainsi que les éventuelles actions à prévoir par la suite. Ces débriefings ont constitué un moment important dans mon apprentissage, car ils m'ont permis de prendre du recul sur les situations observées

3.3. Déroulement des missions

3.3.1. Connaissance du client

Dans cette partie du rapport consacrée à la description de mes missions, j'ai choisi de commencer par la connaissance du client, car c'est une étape essentielle dans le métier d'ingénieur d'application, même si elle n'est pas toujours présentée comme une mission à part entière. En effet, cette phase de préparation est souvent moins visible que les démonstrations, les formations ou les mises en service, mais elle conditionne directement la qualité de l'accompagnement réalisé sur le terrain. Elle permet à l'ingénieur d'application de ne pas intervenir de manière standardisée, mais d'adapter son discours, ses explications et son organisation aux besoins réels du client. La connaissance du client permet également de préparer les étapes suivantes de l'intervention. Elle aide à anticiper les besoins, à organiser le déroulement de la mise en service, à prévoir le temps nécessaire pour la formation théorique et pratique, en fonction du nombre de personnes à former. Cette organisation est particulièrement importante dans un service d'imagerie médicale avec une activité intense. Pour construire cette connaissance du client, l'ingénieur d'application doit également échanger avec les différentes parties internes déjà en contact avec le client. Les échanges avec le commercial sont particulièrement importants, car ils permettent de comprendre l'historique du dossier, les besoins exprimés lors de la vente, les options choisies, les engagements pris et les éventuelles attentes spécifiques du client. Cette coordination permet de garantir une cohérence dans le discours tenu par l'entreprise et d'éviter les malentendus entre ce qui a été présenté en amont et ce qui est réellement mis en œuvre lors de l'intervention.

Une fois ce travail de préparation réalisé par l'ingénieur d'application, je prenais le temps d'échanger avec lui afin de mieux comprendre le client avant l'intervention. Il me présentait les éléments importants issus des échanges avec le commercial, notamment le contexte du projet, les besoins exprimés, les solutions choisies, ainsi que les éventuelles attentes particulières du client. Ces échanges me permettaient de mieux cerner le profil de l'établissement, son niveau de connaissance du matériel, les équipements déjà utilisés et les points de vigilance à prendre en compte lors de la formation ou de la mise en service, ainsi que de comprendre les choix réalisés par l'ingénieur d'application.

3.3.2. Démonstrations avant vente

Au cours de mon stage, j'ai eu l'occasion de participer à quelques démonstrations avant-vente, réalisées en binôme avec un ingénieur d'application expert. Ces missions ont constitué une expérience particulièrement formatrice, car elles m'ont permis d'observer concrètement l'un des aspects les plus stratégiques du métier d'ingénieur d'application. En effet, la démonstration avant-vente ne se limite pas à une simple présentation technique d'un dispositif médical. Elle représente un moment décisif dans la relation commerciale avec le client, puisqu'elle permet de mettre en valeur les performances de l'équipement, de répondre aux attentes des utilisateurs et de convaincre les utilisateurs finaux de la pertinence de la solution proposée par l'entreprise.

Ces démonstrations font partie des missions les plus exigeantes du métier, aussi bien pour moi en tant qu'ingénieur d'application en formation que pour l'entreprise dans son ensemble. Elles interviennent généralement dans un contexte concurrentiel fort, où Stephanix se retrouve en compétition avec plusieurs autres fournisseurs proposant des équipements similaires. Dans ce cadre, chaque détail peut avoir une influence sur la décision finale du client, notamment la qualité de la présentation, la maîtrise

technique de l'appareil, la fluidité de la démonstration, la capacité à répondre aux questions, mais aussi l'image de professionnalisme renvoyée par l'ensemble des intervenants. La démonstration devient donc un véritable outil de différenciation face à la concurrence.

C'est précisément en raison de ces enjeux que ma participation à ces missions devrait être encadrée. En tant que stagiaire, il m'aurait été difficile de mener seule une démonstration avant-vente, car ce type d'intervention demande à la fois une excellente maîtrise du dispositif présenté, une bonne connaissance du contexte clinique et une capacité à s'adapter rapidement aux réactions du client. L'accompagnement par un ingénieur d'application expérimenté était donc indispensable. Il me permettait d'observer les bonnes pratiques, de comprendre la posture à adopter face au client et de mesurer le niveau d'exigence attendu.

L'organisation de ces démonstrations varie fortement selon le type de dispositif médical présenté. Pour les équipements les plus volumineux, tels que les tables télécommandées de radiographie ou les mammographes, les démonstrations ne peuvent généralement pas être organisées directement dans les locaux de l'entreprise ou déplacées facilement chez le client. Ces appareils nécessitent une installation spécifique, un environnement adapté, ainsi que des contraintes techniques importantes liées à leur taille, à leur poids et à leur raccordement. Pour cette raison, les démonstrations sont le plus souvent réalisées directement en environnement clinique, au sein d'établissements de santé de référence partenaires de Stephanix.

Ce choix présente plusieurs avantages. Il permet d'abord d'éviter le déplacement complexe d'un matériel lourd et coûteux. Il offre également aux clients potentiels la possibilité d'observer l'équipement dans des conditions proches de son utilisation réelle. Les professionnels de santé peuvent ainsi se projeter plus facilement dans leur propre pratique quotidienne, en observant le fonctionnement de l'appareil dans un service de radiologie déjà opérationnel. La démonstration gagne alors en crédibilité, car elle ne repose pas seulement sur un discours commercial ou technique, mais sur une mise en situation concrète, dans un environnement médical réel.

Je n'ai toutefois pas pu participer à ce type de démonstration en établissement de référence. Cette limite s'explique principalement par des contraintes d'organisation et de confort pour les personnes présentes. Dans ce type de contexte, plusieurs acteurs interviennent déjà simultanément, notamment les clients potentiels, les manipulateurs en électroradiologie médicale en activité, l'ingénieur d'application, le commercial, et parfois d'autres interlocuteurs de l'établissement d'accueil. La présence d'une personne supplémentaire, aurait pu rendre la situation moins fluide, gêner les échanges et altérer la qualité de la démonstration. Dans un contexte aussi concurrentiel, il est essentiel de préserver des conditions optimales de présentation. Ma participation s'est donc naturellement concentrée sur des dispositifs moins imposants, notamment le mobile de radiographie.

Les démonstrations réalisées autour du mobile de radiographie ont été particulièrement intéressantes, car elles m'ont permis de comprendre toute la préparation nécessaire en amont d'une démonstration. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, une démonstration ne commence pas au moment où l'appareil est présenté aux utilisateurs. Elle débute bien avant, avec l'organisation logistique, la planification des intervenants, l'acheminement du matériel, la vérification de sa disponibilité et la coordination entre les différents services de l'entreprise. Cette phase préparatoire est essentielle, car la réussite de la démonstration dépend en grande partie de la qualité de cette organisation.

Aux côtés du technicien et de l'ingénieur d'application expert, j'ai ainsi pu participer à la réception du mobile de radiographie sur le site du client. Cette étape permet de s'assurer que l'appareil est bien arrivé dans les délais, qu'il n'a pas été endommagé lors du transport et qu'il peut être paramétré dans de bonnes conditions. Une fois le dispositif réceptionné, il est nécessaire de procéder à différents réglages et paramétrages afin de l'adapter à l'environnement du client. Ces opérations peuvent concerner la configuration générale de l'appareil, les paramètres d'acquisition, les connexions informatiques, etc.

L'un des aspects les plus importants de cette préparation consistait à vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble de la chaîne d'imagerie. Il ne suffisait pas que le mobile de radiographie réalise correctement les acquisitions; il était également indispensable de s'assurer que les images obtenues pouvaient être transférées sans difficulté vers le système d'archivage du client, ainsi que vers le système d'impression lorsque celui-ci était utilisé. Cette vérification était d'autant plus essentielle que les démonstrations étaient réalisées sur de véritables patients. Les clichés produits devaient donc être intégrés au dossier médical selon les procédures habituelles de l'établissement, ce qui rendait l'archivage systématique et, dans certains cas, l'impression des images indispensables. Cette étape permettait ainsi de démontrer non seulement les performances du dispositif, mais également sa parfaite intégration dans l'environnement informatique et organisationnel du client.

Ces expériences m'ont permis de prendre conscience du rôle central de l'ingénieur d'application dans ce type de mission. Il doit être capable de faire le lien entre plusieurs dimensions telles que la dimension technique de l'appareil, les besoins cliniques des utilisateurs, les contraintes informatiques de l'établissement et les enjeux commerciaux de l'entreprise. Son intervention ne consiste donc pas uniquement à expliquer le fonctionnement d'un dispositif. Il doit aussi anticiper les difficultés, rassurer les utilisateurs, valoriser les points forts de la solution et contribuer à créer un climat de confiance avec le client.

J'ai également compris que la réussite d'une démonstration repose sur une coordination efficace entre plusieurs services. L'administration des ventes, le service technique, l'équipe commerciale et l'ingénieur d'application doivent travailler ensemble pour garantir le bon déroulement de la mission. L'administration des ventes joue notamment un rôle central, car elle doit s'assurer de la disponibilité du matériel, organiser son transport, coordonner la présence du technicien et de l'ingénieur d'application, et veiller au respect du calendrier prévu. Une erreur dans cette organisation peut avoir des conséquences importantes : retard de livraison, absence d'un intervenant, appareil non fonctionnel ou impossibilité de réaliser certaines parties de la démonstration.

Dans un contexte de concurrence, ces défaillances peuvent fortement nuire à l'image de l'entreprise. Lorsqu'un client compare plusieurs fournisseurs, il n'évalue pas uniquement les caractéristiques techniques des équipements. Il observe également la qualité de l'accompagnement, la réactivité des équipes, la maîtrise de l'organisation et le sérieux de l'entreprise. Une démonstration mal préparée peut donc donner une impression négative, même si le produit présenté possède de réelles qualités. À l'inverse, une démonstration fluide, bien organisée et techniquement maîtrisée peut renforcer la crédibilité de l'entreprise et influencer favorablement la décision du client.

Ces missions m'ont donc permis de mieux comprendre les exigences du métier d'ingénieur d'application en phase avant-vente. Elles m'ont montré que ce métier demande non seulement des compétences techniques, mais aussi une grande rigueur organisationnelle, une capacité d'adaptation et

un excellent sens de la communication. L'ingénieur d'application doit être capable de représenter l'entreprise auprès du client, tout en apportant une expertise concrète sur l'utilisation du dispositif médical. Enfin, cette expérience m'a permis de mesurer l'importance de la préparation et de l'anticipation. Une démonstration réussie ne repose pas uniquement sur la qualité de la présentation le jour même. Elle dépend de tout un travail réalisé en amont, souvent peu visible, mais indispensable. Cette prise de conscience a été particulièrement enrichissante pour moi, car elle m'a permis de mieux appréhender la réalité du terrain en contexte concurrentiel.

3.3.3. Mise en service

Une fois la démonstration avant-vente concluante et la décision d'achat validée par le client, une nouvelle étape débute qui est celle de l'installation et de la mise en service du dispositif médical. Dans un premier temps, le matériel est livré puis installé par les techniciens, qui assurent la partie technique liée au montage, au raccordement et aux premières vérifications de fonctionnement. Une fois cette installation réalisée, l'ingénieur d'application prend le relais afin d'adapter le dispositif à l'environnement de travail du client et aux besoins spécifiques des utilisateurs. L'ingénieur d'application commence alors la phase de paramétrage qui constitue une étape essentielle dans le processus de mise en service. En effet, le dispositif doit également être configuré de manière à correspondre aux pratiques de l'établissement, aux habitudes des manipulateurs en électroradiologie médicale et aux exigences du service. L'objectif est donc de personnaliser autant que possible le dispositif médical, afin qu'il soit réellement adapté à l'activité du client et qu'il facilite son utilisation au quotidien.

Le rôle de l'ingénieur d'application est alors de faire le lien entre les possibilités techniques de la machine et les attentes des utilisateurs. Il doit comprendre leur manière de travailler, identifier leurs besoins et adapter les réglages en conséquence. Cette personnalisation permet de rendre l'utilisation du dispositif plus fluide, plus intuitive et plus efficace. Elle contribue également à réduire les manipulations inutiles, à gagner du temps lors de la prise en charge des patients et à améliorer l'intégration du nouvel équipement dans l'organisation du service.

Au début de mon stage, j'ai d'abord été formé au paramétrage des dispositifs. Cette formation m'a permis de comprendre les différentes étapes à suivre, les éléments à vérifier et les conséquences que pouvaient avoir certains réglages sur l'utilisation quotidienne de l'appareil. J'ai progressivement appris à modifier les paramètres du logiciel d'acquisition, à adapter les protocoles existants et à répondre à certaines demandes formulées par les clients. Une fois cette phase d'apprentissage réalisée, j'ai commencé à effectuer certains paramétrages de manière plus autonome, parfois à distance en amont de la mise en service, parfois directement sur le site du client. Le paramétrage pouvait concerner plusieurs aspects du dispositif. Une première partie portait sur le logiciel d'acquisition. Il s'agissait notamment d'adapter l'affichage, les barres d'outils, les catégories ou encore l'organisation générale de l'interface.

Une autre partie du travail consistait à vérifier et, si nécessaire, à modifier les protocoles d'acquisition. Ces protocoles déterminent les paramètres utilisés pour réaliser les examens radiographiques. Ils doivent donc être cohérents avec les pratiques du service et adaptés aux types d'examens réalisés. L'ingénieur d'application doit s'assurer que les protocoles proposés correspondent à l'activité du client, tout en garantissant une qualité d'image satisfaisante. Lorsque certains protocoles ne donnaient pas entièrement satisfaction, des ajustements pouvaient être réalisés en fonction des retours des

utilisateurs. Le traitement d'image faisait également partie des éléments à adapter. Après la réalisation de certains examens, il était nécessaire d'analyser le rendu des images obtenues et de prendre en compte les observations du client. Selon les remarques formulées, des modifications pouvaient être apportées afin d'améliorer le résultat visuel, d'adapter le contraste ou encore d'adapter les constantes. Cette étape était importante, car la qualité perçue de l'image influence directement l'acceptation du dispositif par les utilisateurs.

Le paramétrage pouvait aussi concerner les autposes dans le cas de la table télécommandée par exemple. Certaines autposes existantes devaient être reprises ou ajustées, tandis que de nouvelles pouvaient être créées selon les besoins du client. Ces réglages permettent d'automatiser certaines positions de la table et de faciliter la réalisation de tous les examens. Ils participent donc à l'amélioration de l'ergonomie et à la réduction des manipulations répétitives pour les utilisateurs. J'ai également été amené à créer des mises en page d'impression automatique à la demande des clients. Cette fonctionnalité permet d'organiser les images selon un format prédéfini, afin d'automatiser la mise en page d'impression. Là encore, le but était de limiter les actions manuelles et de rendre le travail des utilisateurs plus simple et plus rapide.

Un autre exemple de personnalisation concernait la création de packs. Les packs permettent de regrouper plusieurs protocoles afin de simplifier leur sélection lors de la réalisation d'un examen. Ce regroupement représente un réel gain de temps pour les manipulateurs, car il évite de multiplier les clics et les recherches dans le logiciel. L'intérêt est de leur permettre de consacrer davantage de temps au patient plutôt qu'au choix des protocoles.

Enfin, certains réglages pouvaient porter sur des aspects plus mécaniques ou ergonomiques de l'appareil. Par exemple, lorsqu'un client signalait que le déplacement latéral du plateau de la table était trop rapide ou provoquait des à-coups, il était possible de modifier sa vitesse. Ce type d'ajustement permettait d'obtenir un mouvement plus fluide, donnant davantage l'impression que le plateau glissait naturellement. Ces détails peuvent paraître mineurs, mais ils sont importants dans l'expérience d'utilisation quotidienne du dispositif.

Ainsi, cette mission de paramétrage m'a permis de comprendre que la mise en service d'un dispositif médical ne se résume pas à son installation technique. Elle implique un véritable travail d'adaptation aux besoins du client. L'ingénieur d'application doit être capable d'écouter les utilisateurs, de comprendre leurs habitudes, de traduire leurs demandes en réglages concrets et de proposer une configuration cohérente avec leur activité. Cette étape est donc déterminante, car elle conditionne en grande partie l'appropriation du dispositif par les équipes et la satisfaction du client après l'achat.

3.3.4. Formation des utilisateurs

Les formations constituaient une étape essentielle après l'installation et le paramétrage du dispositif médical. Leur objectif principal était de permettre aux utilisateurs de s'approprier le matériel afin de l'utiliser de manière autonome et efficace dans leur pratique quotidienne. Ces formations concernaient principalement les manipulateurs en électroradiologie médicale pour les tables télécommandées, les mobiles de radiographie et les salles os-poumon. Pour les mammographes, elles pouvaient également inclure les médecins radiologues, notamment lorsque la formation portait sur les scénarios de lecture ou certaines fonctionnalités liées à la console d'interprétation des images.

Les formations étaient généralement organisées sur deux à trois jours, selon le type d'équipement, le niveau d'expérience des utilisateurs et les besoins du service. Lorsque les utilisateurs connaissaient déjà un dispositif similaire, l'ingénieur d'application reprenait les points essentiels, présentait les nouvelles fonctionnalités et répondait aux questions. À l'inverse, lorsque l'équipement était totalement nouveau pour les équipes, la formation était plus complète et progressive, avec une présentation du matériel, du logiciel d'acquisition et des principales manipulations à réaliser.

Dans un premier temps, l'ingénieur d'application assurait la formation initiale, parfois à blanc, c'est-à-dire sans patient, afin de permettre aux utilisateurs de découvrir le dispositif dans un contexte plus calme. Cette première phase portait notamment sur l'allumage et l'arrêt de l'appareil, le fonctionnement du logiciel d'acquisition, la sélection des protocoles, la réalisation des clichés, les réglages disponibles et les manipulations courantes. Une fois cette première formation réalisée, je pouvais prendre le relais en accompagnant les utilisateurs lors des examens. Mon rôle consistait alors à observer leur utilisation du dispositif, à identifier les points qui n'étaient pas encore totalement assimilés et à en informer l'ingénieur d'application expert. Cette phase d'accompagnement permettait de vérifier que les informations transmises avaient bien été comprises et qu'elles étaient correctement appliquées en situation réelle. Lorsqu'un manipulateur me formulait une demande ou rencontrait une difficulté, j'étais accompagné par l'ingénieur d'application afin de m'assurer que j'avais bien compris le besoin et que la réponse apportée était adaptée.

Cette mission de formation a été l'une des plus longues à assimiler pour moi, car elle exigeait une connaissance détaillée du dispositif et de son utilisation concrète. Elle m'a permis de mieux connaître le matériel, de découvrir de nombreuses fonctionnalités ainsi que d'apprendre des astuces d'utilisation. Elle m'a également permis de mesurer l'importance de la pédagogie dans le métier d'ingénieur d'application. Elles portaient d'abord sur les principales spécificités techniques du matériel, puis sur l'utilisation du logiciel d'acquisition, qui représente une partie centrale de la formation. Les utilisateurs devaient apprendre à sélectionner les protocoles, réaliser les clichés, modifier certains paramètres, traiter les images, ajouter des annotations, copier des images ou encore envoyer et renvoyer les examens vers le système d'archivage ou d'impression.

Certains examens plus complexes nécessitent des explications spécifiques, comme les examens de contraste, la gonométrie, le télé-rachis, etc, ou encore des examens particuliers comme les clichés en direct des rotules en position couchée sur le dos ou le pied en charge. Ces situations demandaient de bien expliquer les différentes étapes : positionnement de la table, centrage du patient, acquisition des clichés et traitement éventuel des images reconstruites. L'objectif était que les manipulateurs puissent reproduire ces examens de manière autonome. La formation portait également sur la modification des informations patient, la gestion d'une erreur d'identité, l'extractibilité du capteur et de la grille, ou encore la création de nouveaux protocoles d'acquisition. Cette dernière possibilité était généralement réservée aux manipulateurs référents, afin d'éviter que tous les utilisateurs modifient librement les protocoles existants et de garantir une meilleure cohérence dans l'utilisation du dispositif.

Enfin, il fallait adapter son discours au niveau de chaque utilisateur. Certains manipulateurs, notamment les plus âgés ou les moins à l'aise avec l'informatique, avaient besoin de plus de temps pour assimiler les manipulations. Il était alors nécessaire d'utiliser des mots plus simples, de reformuler les explications, de répéter certaines étapes ou de proposer des moyens mnémotechniques. Ainsi, cette mission m'a permis de comprendre que la formation consiste surtout à accompagner les

utilisateurs dans leur prise en main, à répondre à leurs difficultés et à s'assurer que le dispositif puisse être utilisé correctement dans les conditions réelles de travail.

3.3.5. Suivi post-installation

Le suivi post-installation constitue la dernière étape après la mise en service et la formation des utilisateurs. Même lorsque le dispositif médical est installé, paramétré et que les équipes ont été formées, il reste nécessaire de s'assurer que son utilisation se déroule correctement dans la durée. Cette phase permet donc d'accompagner les utilisateurs après les premiers jours d'utilisation, mais également tout au long de la vie du dispositif, afin de répondre à leurs questions et d'identifier les éventuelles difficultés rencontrées.

Au fur et à mesure de l'utilisation du dispositif, les utilisateurs peuvent se rendre compte qu'ils souhaitent certaines améliorations ou adaptations complémentaires. Il peut s'agir, par exemple, de modifier un protocole, d'ajuster un réglage, de revoir une fonctionnalité ou encore d'adapter davantage le dispositif à leurs habitudes de travail. Cette étape peut également être nécessaire lorsqu'une nouvelle personne rejoint l'équipe. Dans ce cas, l'ingénieur d'application peut intervenir pour former ce nouvel utilisateur ou reprendre certains points essentiels afin de garantir une bonne continuité dans l'utilisation du matériel.

L'ingénieur d'application reste également l'interlocuteur principal en cas de difficulté rencontrée par le client. Son rôle est alors d'analyser la demande afin de déterminer si le problème est d'origine technique ou applicative. Si la difficulté concerne l'utilisation du logiciel, les protocoles, les réglages ou les fonctionnalités de l'appareil, elle relève plutôt de l'applicatif. En revanche, si le problème concerne le fonctionnement technique du dispositif, l'intervention d'un technicien peut être nécessaire. Le suivi peut être réalisé à distance ou directement sur site, selon la nature de la problématique ou de la demande. Pour ma part, lorsque l'intervention se faisait à distance, je me connectais avec l'ingénieur d'application afin de réaliser les ajustements demandés. Lorsqu'une intervention sur site était nécessaire, je me déplaçais avec lui afin d'observer la situation directement auprès des utilisateurs et de participer à l'accompagnement. Tout au long de ces missions, j'étais suivie et accompagnée par l'ingénieur d'application, ce qui permettait à la fois de garantir ma formation progressive et de s'assurer de la bonne exécution des missions réalisées auprès du client.

Ainsi, le suivi post-installation permet de garantir une utilisation optimale du dispositif médical après sa mise en service et tout au long de sa durée de vie. Il contribue à améliorer progressivement l'expérience utilisateur, à adapter le matériel aux besoins à l'instant t du service et à maintenir une relation de confiance avec le client.

4. Formation au métier de manipulateur d'électroradiologie médicale

Tout au long de mon stage, je me suis rendue compte que pour être un bon ingénieur d'application en radiologie, il fallait avoir des connaissances du métier de manipulateur radio. Le manipulateur d'électroradiologie médicale est donc un professionnel de santé qui intervient sous la responsabilité du médecin radiologue. Son rôle consiste à utiliser différents équipements d'imagerie médicale, tels que la radiographie conventionnelle, le scanner, l'IRM, la radiothérapie ou encore la médecine nucléaire, afin de contribuer à l'établissement d'un diagnostic ou de participer à la mise en œuvre de certains traitements[16].

Ce métier se situe à la croisée du soin et de la technique. Le manipulateur ne se contente pas uniquement de réaliser des clichés ou d'utiliser des appareils complexes mais il accompagne également le patient tout au long de l'examen. Il l'accueille, lui explique le déroulement de la procédure, répond à ses éventuelles inquiétudes et veille à le rassurer. Il doit ensuite installer le patient dans la position adaptée à l'examen demandé, tout en tenant compte de son état, de sa mobilité et de ses douleurs éventuelles. Une fois le patient positionné, le manipulateur s'assure qu'il maintient correctement cette position pendant la prise des clichés. Le positionnement du patient est un élément essentiel en imagerie médicale. Il permet non seulement d'obtenir un cliché conforme aux critères de réussite attendus, mais également de limiter les reprises d'examen. Un mauvais positionnement peut entraîner une image inexploitable, nécessitant une nouvelle exposition aux RX. Ainsi, la maîtrise des incidences radiologiques et des règles de positionnement contribue directement à la qualité de l'image, mais aussi à la radioprotection du patient, en évitant des irradiations inutiles[17].

Dans le domaine de la radiologie, l'ingénieur d'application joue un rôle important. Lors de l'acquisition d'un nouveau dispositif, sa mission consiste à former les manipulateurs à l'utilisation du matériel, à leur transmettre les connaissances nécessaires concernant les réglages, les fonctionnalités spécifiques de l'appareil, les protocoles disponibles et les possibilités de personnalisation. Il doit donc être capable d'accompagner les utilisateurs dans la prise en main du dispositif, mais aussi de répondre à leurs interrogations pratiques. L'ingénieur d'application doit pouvoir comprendre les demandes formulées par les manipulateurs et les médecins. Ces demandes peuvent porter sur les incidences radiologiques, les constantes d'acquisition, la dose délivrée, la pénétration des RX ou encore le rendu final de l'image. Pour y répondre efficacement, il est indispensable qu'il maîtrise au minimum leur vocabulaire professionnel. Il ne s'agit donc pas seulement de connaître l'équipement d'un point de vue technique, mais aussi de comprendre les besoins cliniques exprimés par les utilisateurs[17].

Lors d'une formation, par exemple, il peut arriver que les manipulateurs ou le médecin indiquent que les images obtenues ne sont pas satisfaisantes, en disant simplement qu'elles « ne sont pas belles » ou qu'elles ne correspondent pas au rendu attendu. Dans ce type de situation, l'ingénieur d'application doit être capable d'analyser l'image et d'identifier les paramètres à ajuster. Il peut s'agir, par exemple, d'augmenter les kV, qui influencent la pénétration des RX, de modifier les mAs, qui correspondent à la quantité de RX produits et donc à la dose délivrée, ou encore d'ajuster les paramètres de traitement d'image afin d'obtenir un meilleur contraste/luminosité, une meilleure netteté ou une image plus adaptée à leur analyse médicale.

Avec l'expérience, l'ingénieur d'application développe progressivement un regard plus précis sur les clichés radiologiques. Face à ces observations et n'étant pas issue d'une formation initiale de manipulateur en électroradiologie médicale, il m'a donc été nécessaire de me former aux bases de ce métier. Cette formation m'a permis de mieux comprendre les principales incidences radiologiques, les constantes associées ainsi que les paramètres de traitement d'image utilisés en radiologie. Cette montée en compétence est indispensable pour pouvoir dialoguer efficacement avec les manipulateurs et les médecins, comprendre leurs attentes et proposer des ajustements pertinents lors des formations ou des démonstrations. Voici quelques exemples d'incidences radiologiques associées à l'examen du thorax.

Exemple des incidences radiographiques du thorax

Thorax de face PA (Figure 13)

Pour l'incidence du thorax de face en postéro-antérieur (PA), réalisable également en antéro-postérieur (AP), le patient est placé debout, face au détecteur, le thorax bien appliqué contre la plaque. Les épaules sont abaissées et projetées vers l'avant pour dégager les omoplates des champs pulmonaires. Le menton est relevé pour ne pas se superposer aux sommets pulmonaires. L'examen est réalisé en inspiration profonde bloquée, afin d'obtenir une bonne expansion pulmonaire. Les constantes utilisées sont généralement une haute tension, environ 110 à 125 kV, avec une faible charge entre 1.5 et 3 mAs, adaptée à la morphologie du patient et à l'appareil. La distance foyer-détecteur est habituellement d'environ 180 cm. Cette incidence permet d'observer le champ pulmonaire en totalité, la silhouette cardiaque, les coupes diaphragmatiques ainsi que le grill costal. On recherche notamment une anomalie pulmonaire comme par exemple un épanchement pleural, un pneumothorax, une anomalie cardiaque. La qualité du cliché se vérifie par l'absence de rotation, la bonne inspiration, la visibilité des sommets et des bases pulmonaires, ainsi que le dégagement des omoplates[18], [19].

Thorax de profil (Figure 14)

Pour l'incidence du thorax de profil, le patient est placé debout, le côté gauche ou droit contre le détecteur afin de limiter l'agrandissement de la silhouette cardiaque. Les bras sont relevés au-dessus de la tête ou placés de manière à dégager le thorax. Le patient doit être strictement de profil, avec les épaules superposées. Comme pour la face, le cliché est réalisé en inspiration profonde bloquée. Les constantes sont proches de celles de la face, avec une tension d'environ 125 kV, mais une charge un peu plus élevée, comparée à la face, de 6 mAs en raison de l'épaisseur traversée plus importante. La distance foyer-détecteur est également d'environ 180 cm. Le profil permet de compléter l'analyse de la face en localisant plus précisément certaines lésions. Il permet d'observer les espaces rétro-sternal et rétro-cardiaque, les lobes pulmonaires, les coupes diaphragmatiques, le médiastin et le rachis dorsal. Il est particulièrement utile pour rechercher une opacité masquée par le cœur par exemple. La qualité du cliché repose sur la superposition correcte des côtes postérieures, la bonne inspiration et la visualisation complète du thorax[18], [19].

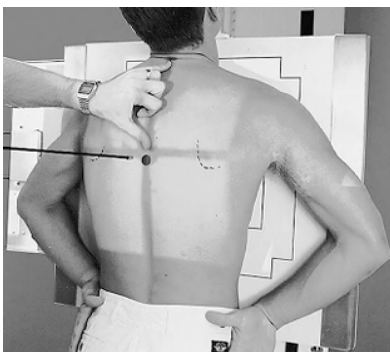


Figure 13: Thorax, face PA[18]

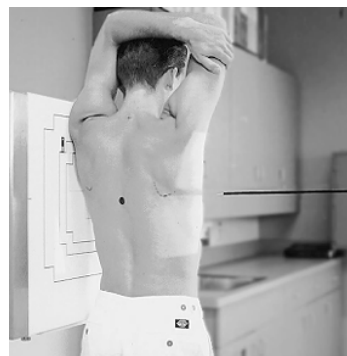


Figure 14: Thorax, profil[18]

Thorax en décubitus latéral (Figure 15): Très peu réalisé

Pour l'incidence du thorax en décubitus latéral, le patient est allongé sur le côté, contre la table ou le brancard, avec les bras relevés au-dessus de la tête afin de dégager les champs pulmonaires. Le rayon est horizontal, ce qui permet de visualiser les niveaux liquidiens ou aériques. Le patient doit être bien de profil, sans rotation, et rester quelques minutes dans cette position avant la prise du cliché pour laisser l'air ou le liquide se répartir correctement. L'examen est réalisé en inspiration profonde

bloquée. Les constantes sont généralement proches de celles du thorax standard, avec une tension élevée d'environ 125 kV et 3 mAs adaptés à l'épaisseur traversée et à la morphologie du patient. La distance foyer-détecteur est idéalement d'environ 180 cm, mais elle peut être adaptée si l'examen est réalisé au lit du patient. Cette incidence est surtout utilisée pour rechercher un épanchement pleural de faible abondance ou un pneumothorax. Si l'on recherche un épanchement, le côté suspect est généralement placé en bas pour que le liquide se déclive. Si l'on recherche un pneumothorax, le côté suspect est plutôt placé en haut pour mieux visualiser l'air pleural. La qualité du cliché repose sur l'absence de rotation, le bon centrage, l'inspiration suffisante et la bonne horizontalité du rayon[18], [19].

Thorax de face AP en lordose (Figure 16): Très peu réalisé également

Pour l'incidence du thorax de face AP en lordose, le patient est placé debout ou assis, le dos contre le détecteur. Il doit se pencher légèrement en arrière, en position de lordose, de manière à projeter les clavicules au-dessus des sommets pulmonaires. Les mains peuvent être posées sur les hanches, les coudes ramenés vers l'avant pour dégager les omoplates. Le patient doit rester bien de face, sans rotation. Le cliché est réalisé en inspiration profonde bloquée[18].

Les constantes sont généralement similaires à celles du thorax de face, avec une tension élevée d'environ 125 kV et 3.5 mAs adaptés à la morphologie du patient. La distance foyer-détecteur est idéalement d'environ 180 cm. Cette incidence permet principalement d'étudier les sommets pulmonaires, souvent masqués par les clavicules sur une radiographie thoracique de face classique. Elle est utile pour rechercher une lésion apicale, une opacité pulmonaire supérieure ou encore une fibrose. Elle ne sert pas à analyser précisément la taille du cœur, car l'incidence AP peut entraîner un agrandissement de la silhouette cardiaque. La qualité du cliché se vérifie par le bon dégagement des clavicules au-dessus des apex, l'absence de rotation et la visualisation complète des sommets pulmonaires[18], [19].



Figure 15: Thorax, décubitus latéral[18]

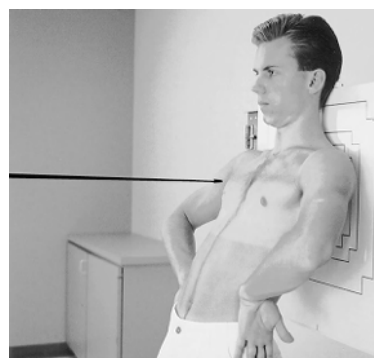


Figure 16: Thorax, face AP en lordose[18]

5. Critères d'auto-évaluation

Dès les premiers jours de stage, j'ai identifié les compétences indispensables pour devenir autonome en tant qu'ingénieur d'application. Afin d'évaluer mon évolution, je me suis fixé des indicateurs de performance à atteindre au cours des quatre mois de stage, durée moyenne à partir de laquelle un

ingénieur d'application peut gagner en autonomie et intervenir seul sur site. Cette progression dépend toutefois du nombre de dispositifs sur lesquels il est formé, ainsi que de sa capacité d'apprentissage.

Pour rappel, j'ai été formé sur les tables télécommandées de radiologie, les salles os-poumon, les mobiles de radiologie, ainsi que sur la mammographie/biopsie.

Les indicateurs fixés et les résultats obtenus sont les suivants:

1. Connaissances des spécifications techniques → 4 mois
2. Mise en service → 3 mois
3. Formation proprement dite → 5 mois
4. Gestion des imprévus → Avec l'expérience mais à 4 mois de stage, je comprenais de plus en plus les problématiques énoncés

Vers la fin de mon stage, je me suis interrogée sur les raisons pour lesquelles certains objectifs n'avaient pas été totalement atteints. Plusieurs éléments peuvent l'expliquer. Tout d'abord, je ne venais pas d'une formation de manipulateur radio, ce qui m'a demandé davantage de temps pour acquérir des compétences liées à la qualité d'image, aux incidences radiologiques et aux constantes, indispensables pour comprendre les besoins des utilisateurs que j'étais amené à former ainsi que de respecter les NRD ainsi éviter tout risque de surirradiation du patient. Ensuite, j'ai été formé sur plusieurs dispositifs, chacun ayant ses propres spécificités techniques. Cela a représenté une difficulté supplémentaire, mais aussi un réel avantage, car cela m'a permis de découvrir un large éventail d'équipements et de rendre mon stage particulièrement enrichissant.

6. Apports du stage

6.1. Mon état de connaissances initial

Avant mon stage, je possédais des bases en physique appliquée à la radiologie, notamment sur la production des RX et leurs principales interactions avec les tissus biologiques. Je savais que les RX sont produits dans un tube radiogène dans lequel des électrons sont émis par une cathode chauffée, puis accélérés vers une anode grâce à une haute tension. Lorsqu'ils frappent la cible de l'anode, leur ralentissement brutal entraîne la production de RX, qui seront ensuite utilisés pour traverser le corps du patient et former une image.

J'avais des connaissances sur les différents effets des RX sur les cellules de l'organisme tels que l'effet photoélectrique, qui correspond à l'absorption complète d'un photon X par la matière, entraînant l'éjection d'un électron. Cet effet est important en radiographie car il participe au contraste de l'image. Je connaissais également l'effet Compton, qui correspond à une interaction au cours de laquelle un photon X est dévié après avoir transféré une partie de son énergie à un électron. Cet effet produit un rayonnement diffusé, susceptible de dégrader la qualité de l'image, et peut être limité grâce à l'utilisation d'une grille antidiffusante.

J'avais aussi des notions sur l'influence de la distance focale, notamment sur l'agrandissement, le flou géométrique et l'intensité du rayonnement reçu. Enfin, je connaissais le principe général de fonctionnement des capteurs numériques: après avoir traversé le patient, les RX atteignent un détecteur qui transforme l'information reçue en signal électrique. Ce signal est ensuite converti en

données numériques afin de produire une image visible sur un écran. Je possédais également des connaissances de base sur les exigences fondamentales de radioprotection, comme la justification des examens, l'optimisation des doses et la protection du patient comme du personnel soignant.

6.2. Compétences développées et à développer

Dans le domaine de la radiologie, l'ingénieur d'application doit impérativement être formé aux mesures de radioprotection. Compte tenu du secteur d'activité de Stephanix, spécialisé dans les solutions d'imagerie médicale sous RX, cette compétence est essentielle pour intervenir sur le terrain en toute sécurité. La radioprotection ne concerne pas uniquement le respect d'une obligation réglementaire, elle fait partie intégrante du métier, car elle conditionne la sécurité des professionnels, des patients et de toute personne amenée à évoluer dans un environnement exposé aux rayonnements ionisants.

Avant de pouvoir participer aux interventions sur site, j'ai donc suivi une formation spécifique à la radioprotection, dispensée par la personne compétente en radioprotection (PCR) de l'entreprise. Cette formation avait pour objectif de me sensibiliser aux risques liés aux rayonnements, mais aussi de m'apprendre les bons réflexes à adopter lors des expositions. Pour valider cette formation, un score minimum de 14/20 était requis. J'ai obtenu la note de 17/20, ce qui m'a permis de confirmer ma compréhension des principes fondamentaux de radioprotection et d'être autorisé à intervenir sur le terrain dans de bonnes conditions. Cette formation m'a notamment permis de mieux comprendre les mesures de protection individuelle et collective. Parmi les règles essentielles figurent le port du dosimètre, son emplacement adapté (au niveau de la poitrine), sa fréquence de renouvellement (tous les 3 mois pour les dosimètres individuels), ainsi que son envoi régulier au PCR de l'entreprise pour le suivi dosimétrique des salariés.

Au fur et à mesure de mes interventions, j'ai pris conscience que le métier d'ingénieur d'application nécessite également de solides compétences relationnelles et une bonne capacité d'analyse. Lorsqu'il intervient auprès d'un client, il doit être capable de comprendre rapidement son environnement de travail. Cela suppose de poser les bonnes questions : qui sont les utilisateurs ? Comment travaillent-ils au quotidien ? Quels sont leurs flux patients ? Quel est le type de patients pris en charge ? Ces éléments sont déterminants pour proposer une solution réellement adaptée. Il est également essentiel de comprendre les habitudes de travail des utilisateurs. En règle générale, j'ai pu remarquer que les équipes médicales sont attachées à leurs pratiques, car celles-ci ont été construites avec l'expérience et répondent souvent à des contraintes propres à leur service. L'objectif n'est donc pas d'imposer une nouvelle manière de travailler, mais d'accompagner le changement en tenant compte de l'existant. Face à ces observations, j'ai développé des compétences liées à l'écoute, à l'observation et à l'identification des questions pertinentes afin d'identifier les besoins réels du client.

J'ai donc développé des compétences de compréhension des attentes immédiates du client : que souhaite-t-il entendre lors de la démonstration ? Quelles problématiques veut-il résoudre ? Quels sont ses besoins actuels, mais aussi ses projets futurs ? Ces informations permettent d'adapter l'argumentaire commercial et technique. Il ne s'agit pas de réciter les caractéristiques d'un équipement, mais de mettre en avant les fonctionnalités qui répondent concrètement aux attentes exprimées par les utilisateurs. Pour renforcer ma crédibilité, il est aussi important de se renseigner sur les solutions précédemment utilisées par le client. Connaître les anciens équipements, leurs limites et les difficultés rencontrées permet d'enrichir l'échange et de montrer que la proposition formulée

répond à des problématiques précises. Toutefois, cette démarche doit rester professionnelle en évitant de critiquer ouvertement les concurrents. J'ai appris à avoir une posture neutre, assez professionnelle et factuelle. Enfin, j'ai acquis des compétences sur les spécifications techniques des solutions que ma société propose. Cette expertise permet de répondre aux questions des utilisateurs, d'expliquer les avantages des dispositifs et d'accompagner le client dans sa réflexion. Cependant, j'ai compris qu'il ne fallait pas choisir à la place du client. Mon rôle est de présenter les solutions, d'en expliquer les possibilités et les limites, puis de laisser le client prendre sa décision en fonction de ses besoins, de ses contraintes et de ses priorités. En termes de compétences à développer, je souhaite approfondir mes compétences sur le métier de manipulateur radio, ainsi que mes compétences en gestion des imprévus techniques surtout dans le cas où le technicien n'est disponible dans le but de pouvoir assurer mes missions dans les meilleures conditions.

6.3. Liens avec la formation

Comme dit précédemment, ma formation en ingénierie de la santé m'a apporté les bases physiques nécessaires pour comprendre la production des RX et le rôle des principales constantes utilisées en radiologie. Elle m'a notamment permis de comprendre, d'un point de vue technique, la technologie derrière la radiographie. Elle m'a également permis d'acquérir une compréhension globale des dispositifs médicaux, de leur environnement clinique, des exigences réglementaires et des enjeux liés à la qualité et à la sécurité des soins.

Ainsi, ma formation m'a donné les bases indispensables pour faire le lien entre les principes physiques, les paramètres techniques des dispositifs et le stage est venu compléter ces connaissances sur le terrain et de comprendre le contexte clinique dans lequel les dispositifs sont utilisés.

6.4. Retours d'expérience sur l'évolution de la radiographie (Centre d'imagerie à EU): 1987 - 2026

Evolution de la radiographie

Avant les années 1980, la radiographie utilisait des cassettes contenant des films argentiques. Une fois exposés aux RX, les sels d'argent du film étaient modifiés, mais l'image restait invisible. On utilisait alors un révélateur, c'est-à-dire une solution aqueuse qui transformait les sels d'argent exposés en argent métallique noir, faisant apparaître les zones sombres de l'image et révéler l'image[20]. À partir des années 1980, la radiographie a évolué vers la radiologie informatisée, avec des cassettes contenant des plaques au phosphore photostimulable. Après exposition, le phosphore piègeait les électrons, puis la cassette passait dans un lecteur laser qui balaie la plaque. Sous l'effet du laser, le phosphore libérait un signal lumineux, ensuite transformé en signal électrique par un photodétecteur, ce qui permet de produire une image numérique[21]. Dans les années 2000, la radiographie a connu une nouvelle évolution avec la radiographie digitale, utilisant un capteur numérique. Celui-ci reçoit directement les photons X et les convertit, selon le type de capteur, soit en lumière puis en signal électrique, soit directement en signal électrique. L'image numérique devient alors immédiatement visible sur l'écran de visualisation (**Figure 17**)[21].

Technique	Support utilisé	Visualisation de l'image
Radiographie conventionnelle	Film argentique	Développement chimique en chambre noire
Radiologie informatisée / CR	Plaque au phosphore photostimulable	Lecture par scanner laser, puis image numérique
Radiographie digitale / DR	Capteur numérique	Image produite directement sur ordinateur

Figure 17 : Comparatif des différentes technologies en radiographie (Source: Auteur)

Retour d'expérience

Mon stage m'a permis de me rendre compte de l'importante évolution de la radiologie au fil du temps, aussi bien sur le plan technologique que dans l'organisation du travail des manipulateurs radio. J'ai particulièrement pris conscience de cette évolution lors de la mise en service d'une table télécommandée de radiologie à EU en Normandie. À cette occasion, le client possédait encore une ancienne table de radiologie de la société General Electric GE, datant de 1987 (**Figure 18**). Cette situation m'a permis d'observer et de comparer deux générations de matériels très différentes. En analysant le fonctionnement de cette ancienne table, j'ai pu mieux comprendre les progrès réalisés dans le domaine de l'imagerie médicale, notamment en matière d'automatisation, d'ergonomie, de rapidité d'exécution et de confort pour le patient.



Figure 18 : Table télécommandée de radiologie GE 1987, Modèle Télévix 1600 (Source: Auteur)

Le fonctionnement de cette ancienne table reposait sur de nombreuses étapes manuelles. Tout d'abord, le manipulateur devait positionner la table, puis sélectionner l'examen à réaliser. Les constantes radiologiques (la tension - KV ou la dose - mAs), devaient ensuite être choisies manuellement en fonction de l'examen et du patient. Après cela, le patient était installé et positionné correctement. L'utilisation des cassettes occupait donc une place centrale dans le processus. Avant chaque cliché, il fallait scanner pour identifier la cassette, puis réaliser l'image. Lorsqu'un nouveau cliché était nécessaire, il fallait changer de cassette et la rescanner. Autrement dit, le nombre de cassettes utilisées

dépendait directement du nombre de clichés réalisés, même s'il était parfois possible de diviser une cassette en plusieurs zones pour réaliser plusieurs acquisitions.

Une autre limite importante concerne la visualisation des images. Lors de la prise du cliché, le manipulateur ne pouvait pas visualiser immédiatement l'image finale. Il avait seulement accès à la scopie, c'est-à-dire à une visualisation à dose réduite permettant d'aider au positionnement, mais pas au résultat définitif de l'examen (ceci est une amélioration apportée). Pour consulter le cliché obtenu, il fallait passer par le système de lecture à laser de cassette permettant de numériser l'image, de la visualiser et de réaliser un traitement d'image. Une fois l'image disponible, elle pouvait ensuite être envoyée vers différents groupes de sortie notamment vers l'imprimante, la console médecin ou encore le PACS (Picture Archiving and Communication System).

Aujourd'hui, les tables de radiologie fonctionnent de manière beaucoup plus automatisée. Après le choix de l'examen, un protocole d'auto positionnement peut être associé à l'acte sélectionné. Les constantes radiologiques sont également appliquées automatiquement selon le protocole choisi, ce qui limite les réglages manuels. La visualisation de la scopie et du cliché final est désormais directe. De plus, l'utilisation d'un seul capteur permet de réaliser plusieurs examens sans avoir à changer constamment de cassette. Cette évolution représente un gain considérable en matière d'efficacité et de simplicité d'utilisation.

Cette comparaison entre une ancienne table de radiologie et une table récente m'a permis de mesurer concrètement l'impact des innovations technologiques sur le travail quotidien. Les nouvelles générations de tables améliorent l'ergonomie, réduisent le temps consacré au paramétrage de l'équipement et permettent aux professionnels de santé de se concentrer davantage sur le patient. Aujourd'hui, un examen peut durer environ **10 minutes**, en incluant le temps consacré à l'installation, à l'accompagnement du patient, à l'envoi de l'examen, alors qu'avec les anciennes générations, la durée pouvait facilement atteindre **15 - 20 minutes**, voire davantage selon le type d'examen réalisé [Informations recueillies auprès de la manip d'EU]

Cette évolution montre que la modernisation des équipements de radiologie ne se limite pas à une amélioration technique. Les dispositifs actuels permettent une prise en charge plus fluide, plus rapide et plus confortable, tout en améliorant la qualité du travail des équipes médicales. Cette prise de recul a été l'un des apprentissages les plus marquants de mon stage.

Futur de la radio

Les machines vont continuer à évoluer avec des capteurs qui seront de plus en plus performants, avec des images de meilleure qualité et des doses de RX plus faibles. A titre d'exemple, le capteur à comptage photonique qui fait partie des grandes évolutions actuelles et qui transforme les photons X en signal électrique sans passer par le signal lumineux. Cette technologie peut améliorer la qualité d'image en diminuant la dose reçue par le patient. Ensuite, l'intelligence artificielle va prendre une place majeure, mais surtout comme outil d'aide au diagnostic. Le futur sera aussi celui d'une radiologie plus prédictive. Au lieu de seulement dire "il y a une lésion", l'imagerie pourra aider à estimer un risque, suivre l'évolution d'une maladie, prévoir la réponse à un traitement, ou guider des thérapies ciblées. On ira donc vers une radiologie moins descriptive et plus décisionnelle et donc, elle ne servira pas seulement à voir, mais aussi à orienter la prise en charge du patient.

6.5. Bilan personnel et professionnel

Sur le plan personnel, ce stage m'a permis de confirmer mon intérêt pour le métier d'ingénieur d'application, ainsi que mon attrait pour le domaine des dispositifs médicaux. Cette expérience m'a confortée dans mon projet professionnel, car elle m'a permis de mieux comprendre le rôle de l'ingénieur d'application dans l'accompagnement des utilisateurs, la maîtrise des équipements et la bonne mise en œuvre des technologies biomédicales en contexte clinique.

Sur le plan professionnel, ce stage a été particulièrement enrichissant. En complément de mes missions principales, j'ai eu l'occasion de découvrir l'utilisation d'autres dispositifs lourds d'imagerie médicale, notamment l'imageur à résonance magnétique (IRM). Cette découverte a été rendue possible grâce aux manipulateurs en électroradiologie médicale qui ont accepté de m'expliquer le fonctionnement de ces équipements et leur utilisation en pratique clinique. Cela m'a permis de juger de la différence entre les logiciels d'acquisition en radiologie conventionnelle et ceux des autres modalités d'imagerie mais également de la différence d'image obtenue.

Cette expérience m'a beaucoup apporté, aussi bien sur le plan personnel que professionnel. Elle m'a permis de faire le lien entre mes connaissances théoriques et la réalité du terrain, tout en renforçant mon intérêt pour les technologies biomédicales et l'imagerie médicale. Elle a confirmé mon envie d'évoluer dans un métier alliant compétences techniques, contact avec les professionnels de santé et accompagnement à l'utilisation des dispositifs médicaux.

7. Conclusion

Ce stage au sein de l'entreprise Stephanix m'a permis de découvrir concrètement le fonctionnement d'une structure spécialisée dans le domaine de l'imagerie médicale, ainsi que les exigences liées au métier d'ingénieur d'application. À travers l'étude de l'entreprise, de son environnement, de ses gammes de produits et des missions confiées, j'ai pu mieux comprendre les enjeux techniques, commerciaux et humains qui entourent la mise en place d'équipements de radiographie.

Cette expérience m'a montré que le rôle de l'ingénieur d'application ne se limite pas à la simple maîtrise technique des produits. Il occupe une position centrale entre l'entreprise, les équipes commerciales et les utilisateurs finaux. Son intervention demande à la fois des compétences techniques solides, une bonne capacité d'adaptation, de la pédagogie et une compréhension précise des besoins du client. Les différentes étapes observées, de la connaissance du client jusqu'à la formation des utilisateurs, m'ont permis de mesurer l'importance de l'accompagnement dans la réussite d'un projet d'installation ou de mise en service. Les missions réalisées m'ont également permis de développer une vision plus concrète du secteur de la radiographie. J'ai pu constater que l'évolution des équipements, des pratiques et des attentes des centres d'imagerie impose une adaptation permanente. L'analyse de l'évolution de la radiographie entre 1987 et 2026 montre bien que ce domaine est en transformation continue, notamment avec la modernisation des technologies, la numérisation des systèmes et l'amélioration de la qualité des images et des conditions de travail des manipulateurs radio.

Ce stage a également été une expérience formatrice. Il m'a permis d'évaluer mon niveau de connaissances initial, d'identifier mes points forts, mais aussi les compétences que je dois encore renforcer. Ce stage a donc confirmé l'intérêt que je porte au métier d'ingénieur d'application qui

associe technologie et relation client. Il m'a permis de construire une réflexion plus précise sur mon projet professionnel. Les connaissances acquises, les situations observées et les compétences développées constituent une base solide pour la suite de mon parcours. Ainsi, cette expérience chez Stephanix a représenté une étape importante dans ma formation. Elle m'a également donné une meilleure compréhension des attentes du métier et des efforts à poursuivre pour progresser. Ce stage restera donc une expérience enrichissante, aussi bien sur le plan professionnel que personnel.

8. Bibliographie

- [1] AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE RADIOPROTECTION (ASNR) , « Accueil | NRD ASNR ». ASNR, France, 9 juin 2026. Consulté le: 18 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://nrd.asnr.fr/>
- [2] RÉPUBLIQUE FRANÇAISE , « Société STEPHANIX à 42150 LA RICAMARIE - SIREN 332 390 566 | L'Annuaire des Entreprises », L'Annuaire des Entreprises : le moteur de recherche officiel. Consulté le: 18 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://annuaire-entreprises.data.gouv.fr/entreprise/332390566>
- [3] LE JOURNAL DES ENTREPRISES, « Comment Stephanix entend poursuivre son ascension dans la radiologie - Le Journal des Entreprises ». Consulté le: 18 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.lejournaldesentreprises.com/article/comment-stephanix-entend-poursuivre-son-ascension-dans-la-radiologie-350519>
- [4] STEPHANIX , « Partenaires », Stephanix. Consulté le: 18 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://stephanix.com/partenaires/>
- [5] S. SANDIER, « Le développement de la radiologie : exemple de diffusion d'une technique et d'une consommation », Consommation, no 4, pp. 67-78, octobre-décembre 1967. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.credoc.fr/download/pdf/Sou/Sou1967-3117.pdf>
- [6] ORIGINE FRANCE GARANTIE, « Origine France Garantie — Certification du Made in France ». Consulté le: 18 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.originefrancegarantie.fr/>
- [7] SERVICE FRANCE GARANTI, « Service France Garanti – La certification française de vos services ! » Consulté le: 18 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://servicefrancegaranti.fr/>
- [8] SYNDICAT NATIONAL DE L'INDUSTRIE DES TECHNOLOGIES MÉDICALES (SNITEM), « L'imagerie en France: état des lieux », vol. 15, oct. 2023, [En ligne]. Disponible sur: https://www.snitem.fr/wp-content/uploads/2023/10/Dossier-de-presse-_Limagerie-en-France.pdf
- [9] STEPHANIX, « Salles télécommandées | Fluoroscopie | Radiographie », Stephanix, s.d. Consulté le: 21 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://stephanix.com/categorie/tables-telecommandees-radiologie/>
- [10] STEPHANIX, « Système radiographie numérique », Stephanix. Consulté le: 21 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://stephanix.com/categorie/salles-os-poumons/>
- [11] STEPHANIX, « Système radiographie mobile | Mobiles de radiologie », Stephanix. Consulté le: 21 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://stephanix.com/categorie/mobiles/>
- [12] STEPHANIX, « Arceaux chirurgicaux mobiles | Radiologie interventionnelle », Stephanix. Consulté le: 21 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://stephanix.com/categorie/arceaux-de-bloc/>
- [13] STEPHANIX, « Appareil de mammographie | Mammographie numérique | Hologic », Stephanix. Consulté le: 21 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://stephanix.com/categorie/mammographies/>
- [14] STEPHANIX, « Ostéodensitomètre DXA scanner | santé osseuse | Hologic », Stephanix. Consulté le: 21 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://stephanix.com/categorie/osteodensitometres-dxa/>
- [15] STEPHANIX, « Systèmes radiographie dentaire | panoramique dentaire | cone beam | Planmeca », Stephanix. Consulté le: 21 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://stephanix.com/categorie/imagerie-dentaire/>
- [16] ONISEP, « manipulateur d'électroradiologie médicale - manipulatrice d' électroradiologie médicale ». Consulté le: 21 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.onisep.fr/ressources/univers-metier/metiers/manipulateur-manipulatrice-d-electroradiologie-medicale>

- [17] DGOS_Michel.C et DGOS_Michel.C, « Manipulateur(trice) en électro-radiologie médicale (MERM) », Ministère de la Santé, de la Famille, de l'Autonomie et des Personnes handicapées. Consulté le: 21 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://sante.gouv.fr/metiers-et-concours/les-metiers-de-la-sante/le-repertoire-des-metiers-de-la-sante-et-de-l-autonomie-fonction-publique/soins/sousfamille/soins-medico-techniques/metier/manipulateur-trice-en-electro-radiologie-medicale-merm>
- [18] J. P. LAMPIGNANO et L. E. KENDRICK, *Positions et incidences en radiologie conventionnelle: Guide pratique*. Elsevier Health Sciences, 2019.
- [19] F. HEITZ, E. MONTAGNE, F. MEYER et D. BUTHIAU, *Imagerie médicale, Tome 1: Radiologie conventionnelle sans produit de contraste*. Heures de France, 1992.
- [20] N. SERMAN, « Processing the Radiograph », Columbia University, School of Dental and Oral Surgery, septembre 2000. Consulté le: 21 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.columbia.edu/itc/hs/dental/sophs/material/processing.pdf>.
- [21] U.S. DEPARTMENT OF LABOR, OFFICE OF WORKERS' COMPENSATION PROGRAMS, « 20 CFR Appendix A to Subpart D of Part 718 - Standards for Administration and Interpretation of Chest Radiographs (X-rays) », LII / Legal Information Institute. Consulté le: 21 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/20/appendix-A_to_part_718