

## Rapport d'Alternance de fin d'étude

Pour l'obtention du :

**Diplôme** : Master Ingénierie de la Santé

**Option** : Technologies Biomédicales et Territoires de Santé

---

### Alternant Ingénieur d'application X-Ray

---

*De 20/10/2022 à 31/08/2023*

Alternant : **Omar BOUTALAKA**

Maître d'apprentissage : **Gilles HOLLOCOU**

Suiveur UTC : **Jean-François GROSSET**

**GE Healthcare**

283 Rue de la Minière  
78530 Buc

Tél : +33 1 30 70 40 40

**Université de Technologie de Compiègne**

Rue du Dr Schweitzer  
60200 Compiègne

Tél : +33 3 44 23 49 99

*Année Universitaire : 2022/2023*

## Remerciements

---

*La réalisation de cette alternance et ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.*

*Mes vifs remerciements s'adressent à mon maître d'apprentissage M. Gilles Hollocou, pour s'être montré toujours très disponible à l'écoute, pour ses conseils et son encouragement. Je tiens à vous exprimer ici ma gratitude et mon profond respect.*

*Mes sincères gratitudes s'adressent à mon tuteur M. Jean-François Grosset, pour son suivi, ses conseils, pour ses remarques prestigieuses. Ainsi, mes gratitudes remerciement s'adressent au responsable de la formation « Master Ingénierie de la Santé » Mme. Isabelle Claude, M. Jean Matthieu Prot et Mme. Julie Follet pour les efforts qu'ils n'ont cessé de déployer afin de créer les conditions les plus favorables pour le déroulement de la formation.*

*Mes remerciements s'adressent à toutes les personnes de l'équipe Services Sales & Marketing GE Healthcare, pour l'ensemble des connaissances qu'ils m'ont apportées.*

*Enfin, ma profonde reconnaissance va vers mes parents et ma famille, qui m'ont fourni au quotidien un soutien et une confiance sans failles, pour leur patience et sagesse pendant toute la période de mes études.*

## Résumé

---

*Dans les différentes disciplines de l'industrie médicale, les ingénieurs d'application jouent un rôle primordial pour assurer le bon fonctionnement des services hospitaliers. En effet, les ingénieurs d'application accompagnent à la fois les commerciaux et les praticiens hospitaliers tout au long des différentes étapes d'achat et de vente, en fournissant des démonstrations et en assurant la formation et le suivi, après-vente, des produits.*

*Ce mémoire met en valeur ma contribution en tant qu'ingénieur d'application X-Ray, au sein de l'entreprise GE HealthCare dans le cadre d'un contrat d'apprentissage, par la présentation des missions effectuées.*

*Cette alternance s'est déroulée en itinérance dans toute la France, où j'étais responsable de la gamme de produits comprenant les radios mobiles et les détecteurs numériques. Ce document détaille l'entreprise, ses gammes de produits X-Ray, les tâches réalisées et les méthodes mises en place pour répondre aux attentes du métier, ainsi que l'impact de cette période d'apprentissage sur mon évolution professionnelle.*

*Mots-clés : ingénieur d'application, imagerie médicale, X-Ray, mobile radio, détecteur numérique, démonstration, vente, marketing, gestion, informatique biomédicale, Ségur numérique.*

## Abstract

---

*In the various disciplines of the medical industry, application engineers play a crucial role in ensuring the smooth operation of hospital services. Indeed, application engineers support both sales representatives and healthcare practitioners throughout the different stages of purchase and sale, by providing demonstrations and ensuring product training and post-sales follow-up.*

*This report highlights my contribution as an X-Ray Application Engineer within GE HealthCare during an apprenticeship contract by presenting the tasks performed.*

*This work-study contract took place as a roaming experience throughout France, where I was responsible for the product range, which included mobile radios X-Ray and digital detectors. This document presents the company, its X-Ray product lines, the tasks performed, and the methods implemented to meet the job expectations. It also discusses the impact of this learning period on my professional growth.*

*Key words: application engineer, medical imaging, X-Ray, mobile radiography, digital detector, demonstration, sales, marketing, management, biomedical informatics, Ségur numérique.*

## Sommaire

---

Remerciements.....	2
Liste des figures.....	7
Liste des acronymes .....	8
Introduction.....	9
I. Présentation de l'entreprise GE HealthCare .....	10
1. Historique .....	10
2. Spécialités cliniques .....	11
3. Equipe d'accueil.....	11
II. Ingénieur application X-Ray.....	12
1. Contexte et enjeux .....	12
2. Missions .....	14
3. Méthode .....	15
4. Applications cliniques avancées .....	17
a. Traitement d'images HELIX.....	17
b. QuickEnhance .....	18
c. AutoGrid .....	18
5. L'intelligence artificielle & radiologie.....	18
a. Quality Care Suite.....	18
b. Critical Care Suite .....	19
c. Commentaire.....	20
6. Planification & Démonstration .....	21
7. Après-vente .....	23
a. Vérification .....	23
b. Installation & Formation & Suivi .....	25
8. Points de succès.....	25
9. Points d'échecs.....	26
10. Mission transverse .....	26
a. Historique & objectif .....	28
b. Dates clés et opportunités & risques.....	29
III. Bilan personnel et professionnel.....	30
1. Compétences et comportements acquis.....	30
2. Compétences et comportements à acquérir.....	31

<b>3. Liens avec la formation théorique .....</b>	<b>31</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>32</b>
<b>Bibliographie &amp; webographie .....</b>	<b>33</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>34</b>

## Liste des figures

---

Figure 1: Répartition activités GEHC en France source [2] .....	11
Figure 2: Répartition géographique des vendeurs de l'équipe (source interne).....	12
Figure 3: Nombre d'actes d'imagerie médicale en France en 2015, selon le type d'imagerie [3] .....	12
Figure 4: Product Portfolio WHXR division (source interne) .....	13
Figure 5: Les solutions de radiologie mobile proposées par GEHC (source auteur).....	13
Figure 6: Les solutions de digitalisation numérique proposées par GEHC (source auteur) .....	14
Figure 7: Extrait étude mobile radio (source auteur) .....	15
Figure 8: Extrait étude détecteur (source auteur).....	15
Figure 9: Extrait Guide rapide XR240 (source auteur) .....	16
Figure 10: Image produit Optima AMX 240 [4].....	17
Figure 11: Exemple image avec traitement HELIX & : Image de la mire de test de résolution [5] .....	17
Figure 12: Exemple traitement QuickEnhance [5].....	18
Figure 13: Exemple application AutoGrid [5].....	18
Figure 14: Illustration visualiseur d'image Quality Care Suite [5].....	19
Figure 15: Exemple détection pneumothorax [5].....	19
Figure 16: Exemple capture sonde endotrachéale [5].....	20
Figure 17: Processus démonstration (source auteur).....	22
Figure 18: Test & Vérification (source auteur).....	24
Figure 19: Table radiologique & Fantômes tests (source auteur) .....	24
Figure 20: Console d'acquisition (source auteur) .....	24
Figure 21: Couloirs projet Ségur numérique [7] .....	27
Figure 22: Architecture générale du partage de document d'imagerie DRIMbox source- consommatrice [8] .....	28
Figure 23: Dates clés de la mise en place projet DRIMbox (source auteur) .....	29

## Liste des acronymes

---

*ANS : Agence du numérique en santé*

*APHP : Assistance Publique – Hôpitaux de Paris*

*CR : Computed Radiography*

*DICOM : Digital imaging and communications in medicine*

*DM : Dispositif médical*

*DMP : Dossier Médical Partagé*

*DR : Digital Radiography*

*DRIM-M : Data de la Radiologie et de l'Imagerie Médicale et Médecine Nucléaire*

*ETT : Endotracheal tube*

*FBFA : France, Belgique, Luxembourg et Afrique francophone*

*GE : General Electric*

*GEHC : General Electric HealthCare*

*IA : Intelligence Artificielle*

*IRM : Imagerie par résonance magnétique*

*KPI : Key Performance Indicators*

*MES : Mon espace santé*

*PACS : Picture archiving and communication system*

*PTX : Pneumothorax*

*R&D : Recherche et développement*

*RIS : Radiology Information System*

*UGAP : Union des groupements d'achats publics*

*TDM : Tomodensitométrie*

*WHXR: Women's Health and X-Ray*



## Introduction

L'imagerie médicale repose sur l'ensemble des techniques et principes physiques permettant d'acquérir des images à des fins de diagnostic, de traitement, de suivi et de recherche. Le marché mondial de l'imagerie médicale est toujours en croissance grâce à l'introduction de nouvelles techniques, notamment par l'exploitation de l'intelligence artificielle.

En 2021, la taille de ce marché est estimée à 37,97 milliards de dollars [1] (35,45 milliards d'euros), un chiffre important qui est toujours en croissance, surtout après la crise sanitaire du Covid-19. Sur le marché des dispositifs d'imagerie, plus de 75% des équipements existants appartiennent à quatre grandes entreprises : GE HealthCare, Siemens, Philips et Canon.

Le métier d'ingénieur d'application est un métier primordial dans le domaine de la santé, il occupe une position centrale en faisant le lien entre la théorie et la pratique, la recherche et la clinique. Les ingénieurs d'application sont les interlocuteurs privilégiés des professionnels de santé en ce qui concerne l'utilisation et l'exploitation des produits.

Sur cette même optique, le présent rapport retrace une année d'alternance en tant qu'Ingénieur d'Application X-Ray au sein de l'entreprise GE Healthcare, plus précisément au sein de l'équipe de vente et de marketing, dans le cadre de mon cursus de Master 2 Ingénierie de la Santé, parcours Technologies Biomédicales et Territoires de Santé

Le présent rapport est structuré en 3 chapitres principaux dont le contenu est comme suit :

- ✓ Le 1<sup>er</sup> chapitre comporte la présentation de l'organisme d'accueil et de son secteur d'activité.
- ✓ Le 2<sup>ème</sup> chapitre présente le contexte, les enjeux et les objectifs des missions réalisées en tant qu'ingénieur d'application X-Ray. Il aborde également quelques applications avancées liées à la radiologie et leurs impacts sur les services de soins. De plus, il présente les points de succès et d'échecs lors des différentes missions.
- ✓ Le 3<sup>ème</sup> chapitre dresse un bilan personnel et professionnel de cette année d'alternance.

# I. Présentation de l'entreprise GE HealthCare

## 1. Historique

GE Healthcare est l'un des leaders de l'industrie de la santé, spécialisé dans la conception, la commercialisation et l'installation de dispositifs et d'équipements médicaux, ainsi que dans la prestation de services associés, tels que la maintenance et la formation clinique.

Présent en France depuis 1987, cet acteur est solidement ancré dans l'hexagone grâce à son empreinte industrielle, son centre de R&D et de production situé à Buc, ainsi qu'à ses partenariats de recherche avec des entreprises et des centres de recherche.

Historiquement, GEHC a été fondée à New York et son siège se trouve à Chicago. Jusqu'en 2023, c'était une filiale de General Electric. Cependant, en janvier 2023, GEHC est devenu indépendant de GE grâce à une introduction en bourse sur le marché boursier Nasdaq.

Au moment de son introduction en bourse, GEHC comptait environ 47 000 employés dans le monde, répartis dans plus de 160 pays. Son chiffre d'affaires en 2021 s'élevait à 18 milliards de dollars. De plus, l'entreprise avait déposé 11 000 brevets dans le monde et possédait une base installée de 4 millions d'équipements, effectuant plus de 2 milliards d'examens par an [2].

En effet, toutes ces données ont pour vision de créer un monde où la santé n'a pas de limites « Create a world where HealthCare has no limits » grâce au développement du diagnostic, du traitement et du suivi des patients par le biais de machines intelligentes, d'analyses, d'applications et de services.

Le fait que GEHC soit devenue indépendante présente de nombreuses opportunités et risques. Les opportunités résident dans son indépendance financière, ce qui lui permettra de gérer librement ses investissements mondiaux en R&D. Cependant, cela comporte également des risques, car elle est directement exposée au marché, ce qui signifie que ses résultats dépendront principalement du travail de son personnel plutôt que du groupe GE, ce qui soulève certains défis.

En France, l'activité de GEHC comprend le développement, la production, la distribution, la commercialisation et la maintenance des DM principalement dans le domaine de l'imagerie médicale, avec plus de 2 500 employés et 90% de la production exportée dans le monde entier. En 2021, GEHC France, a réalisé un chiffre d'affaires de 1,7 milliard d'euros [2].



Figure 1: Répartition activités GEHC en France source [2]

## 2. Spécialités cliniques

Les quatre grands domaines d'activité de GEHC sont les ultrasons, les produits de contraste, les respirateurs, les moniteurs et l'imagerie. Parmi ces quatre domaines, l'imagerie est le plus important en termes de part de marché.

L'imagerie est divisée en plusieurs modalités : la radiographie X-Ray, la tomodensitométrie (scanner), l'imagerie par résonance magnétique (IRM), l'imagerie de la femme, la médecine nucléaire... Ainsi, GEHC propose plusieurs solutions informatiques et outils numériques dans le but de faciliter et d'accompagner les différents services hospitaliers, en particulier les services biomédicaux, pour la gestion du parc d'imagerie et la maintenance des différents dispositifs médicaux liés à l'activité de l'entreprise.

## 3. Equipe d'accueil

Cette année d'alternance s'est déroulée au sein de l'équipe « Service Sales & Marketing », dont la mission de cette équipe est de présenter, promouvoir et vendre des produits et services d'imagerie médicale.

Cette équipe est composée de :

- ✓ **Service Sales & Marketing Manager** : c'est le manager de toute l'équipe pour la zone FBFA (France, Belgique, Luxembourg et Afrique francophone).
- ✓ **Point of Sales Manager** : c'est le responsable des upgrades des DM d'imagerie.
- ✓ **Service Key Account Leader** : il gère et s'occupe des différents services dans les grands comptes APHP, UGAP et ARMEES.
- ✓ **Service Account Leader** : c'est la personne responsable des ventes de services et qui travaille en parallèle avec d'autres profils nommés **Product Sales Specialist** pour la vente de produits.
- ✓ **Lead Sales Specialist** : C'est le responsable des démonstrations cliniques dont le but est de renforcer les discours de vente.

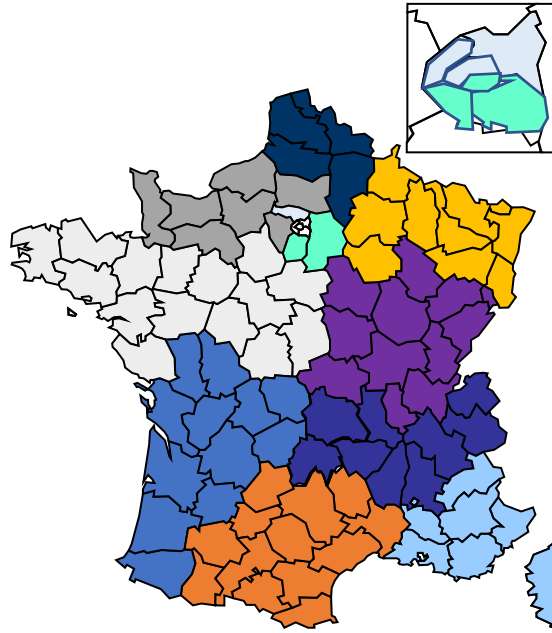
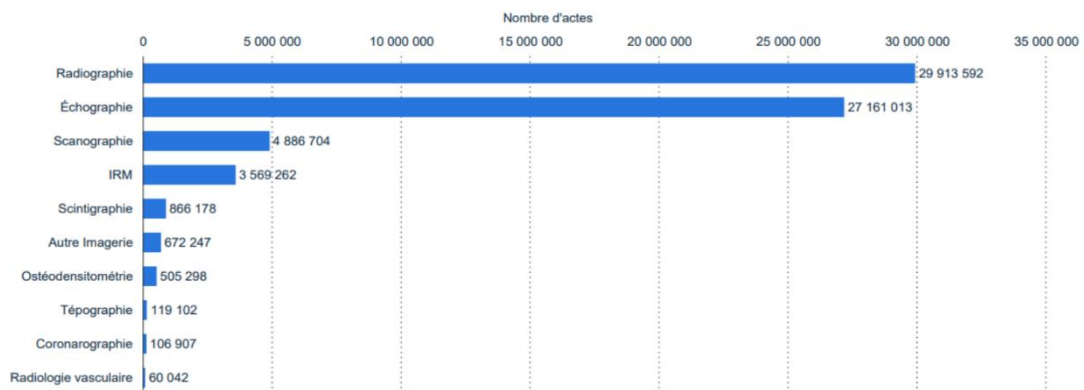


Figure 2: Répartition géographique des vendeurs de l'équipe (source interne)

## II. Ingénieur application X-Ray

### 1. Contexte et enjeux

La radiographie est l'examen le plus répandu dans le monde entier et est considérée comme un outil clé de diagnostic pour les médecins. Elle permet d'établir un suivi diagnostique pour les patients. Selon une étude publiée en 2015 portant sur l'activité d'imagerie médicale en France, la radiographie est en tête avec 30 millions d'examens réalisés chaque année, ce chiffre est significativement plus élevé que celui du scanner, qui compte 5 millions d'examens, et de l'IRM, qui en compte 3,5 millions [3]. Pour cela, on peut considérer que la radiographie est la base de l'imagerie médicale dans les services d'imagerie.



Indication: France: 2015  
 Vous trouverez les notes de bas de page ainsi que des indications complémentaires en page 60 de ce document.  
 Source(s): Cour des Comptes (France); ID:653186

L'activité d'imagerie médicale **statista**

Figure 3: Nombre d'actes d'imagerie médicale en France en 2015, selon le type d'imagerie [3]

Pour cette modalité, GEHC possède une branche nommée "Women's Health and X-Ray" qui englobe tous les équipements utilisant les rayons X. La figure suivante présente le portefeuille de produits de cette division :



Figure 4: Product Portfolio WHXR division (source interne)

Plus précisément, dans cette modalité, je travaille sur deux types de produits : les appareils de radiographie mobiles et les détecteurs numériques.

- ✓ L'appareil de radiographie mobile (figure 5) est un système léger et compact offrant une mobilité maximale, il permet une grande flexibilité de positionnement dans une structure hospitalière et permet de réaliser des radiographies osseuses et pulmonaires pour des patients alités ou difficilement déplaçables, ainsi que pour des patients opérés, par exemple en cours d'intervention au bloc opératoire.



Figure 5: Les solutions de radiologie mobile proposées par GEHC (source auteur)

- ✓ Les détecteurs numériques, quant à eux, fonctionnent selon le principe de la conversion directe des rayons X ou des photons en une image numérique, ils sont utilisés pour la numérisation des salles radiologiques qui utilisent encore d'anciennes technologies de conversion analogique des rayons X CR « Computed Radiography ».



Figure 6: Les solutions de digitalisation numérique proposées par GEHC (source auteur)

## 2. Missions

Mes missions au cours de cette alternance ont été multiples et m'ont permis de balayer l'ensemble des thématiques abordées pour un ingénieur d'application avec un aspect commercial. Plusieurs d'entre eux étaient fixés par mon tuteur et moi-même dès le début du contrat, tandis que d'autres ont été définis au fur et à mesure de mes progrès, notamment en ce qui concerne le pilotage du projet, la gestion du planning, le lancement de nouveaux produits, ainsi que la communication interne et externe...

Mes missions clés sont :

- ✓ Démontrer la valeur ajoutée des produits GEHC en amont des processus d'achat des clients.
- ✓ Vérifier et valider le discours de la valeur mis au point par les équipes marketing.
- ✓ Réaliser des démonstrations et des formations cliniques en radiologie conventionnelle pour les clients.
- ✓ Accompagner les commerciaux lors des visites chez les clients.
- ✓ Rédiger des rapports/bilans après chaque intervention clinique.
- ✓ Assurer la satisfaction des clients lors de la mise en route de nouveaux équipement (installation et suivi),
- ✓ Assurer une veille concurrentielle et technologique.
- ✓ Remonter les remarques des utilisateurs sur les améliorations possibles des machines.

Donc, la question qui se pose est la suivante : **comment assurer la prise en charge de la gamme de produits radio-mobile et des détecteurs numériques, afin de renforcer le discours de vente auprès des clients ?**

Un autre point essentiel abordé avec mon tuteur, concerne la création d'un guide de transfert des connaissances acquises à l'intention du prochain alternant, étant donné que le poste d'alternance sera renouvelé.

### 3. Méthode

Pour répondre aux différentes missions, mon encadrant m'a confié la réalisation de deux études de marché. La première consiste en une étude comparative entre les différents mobiles de radiographie X-Ray existants sur le marché, en mettant en avant les concurrents ainsi que les technologies proposées par chacun d'entre eux. La seconde étude porte sur le marché des détecteurs numériques.

Ces deux études m'ont permis d'acquérir une vision concurrentielle des différents produits existants, à la fois du point de vue de leurs applications et de leurs aspects commerciaux.

AMX Navigate	FDR Go Plus	MOBILETT Elara Max	Mobile Diagnost wDR	Movix DReamy	DRX-Revolution	DR 100s
Optima XR240				Movix Series DREAM	DRX-Revolution nano	DX-D 100+

Figure 7: Extrait étude mobile radio (source auteur)

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aero DR HD1417           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Format 24x30 cm</li> <li>• 1,7kg</li> <li>• 146 images /4 heures</li> </ul> </li> <li>✓ Aero DR 1417           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Format 36x45 cm</li> <li>• 2,9kg</li> <li>• 211 images /5,8 heures</li> </ul> </li> <li>✓ Aero DR 1717           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Format 43x43 cm</li> <li>• 3,6kg</li> <li>• 189 images /5,2 heures</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ DRX Plus 3543 et 4343 pour la radiologie générale.</li> <li>✓ DRX Plus 3543C et 4343C pour les examens pédiatriques et autres applications sensibles à la dose.</li> <li>✓ DRX 2530C :           <ul style="list-style-type: none"> <li>Taille de l'image : 25 x 30 cm</li> <li>Épaisseur de pixel : 0,139 mm</li> <li>Dimensions hors-tout : 28,4 x 41,5 x 1,6 cm</li> <li>2,49kg</li> </ul> </li> </ul> <p><b>DRX-Mobile Retrofit Kit :</b> Compatible avec GE, Siemens et Shimadzu « système mobile »</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ FDR D-EVO II C24           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Format 24x30 cm</li> <li>• 1,5kg</li> <li>• 146 images /4 heures</li> </ul> </li> <li>✓ FDR D-EVO II C35/C43/G35/G43           <ul style="list-style-type: none"> <li>• G43 : 3,1 kg,</li> <li>• C35 : 2,6 kg,</li> <li>• C43 : 3,2 kg,</li> <li>avec batterie</li> </ul> </li> <li>✓ FDR D-EVO III G35/G43 :           <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,8kg sans le bloc-batterie</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ DR 10s</li> <li>✓ DR 14s</li> <li>✓ DR 14e</li> <li>✓ DR 17e</li> <li>✓ Dx-D 40</li> <li>✓ Dx-D 45</li> <li>✓ Dx-D 60</li> </ul> <p>✓ Technologie de l'écran de conversion à l'Iodure de césium (CsI) ou à l'oxy-sulfure de gadolinium (GOS)</p>	

Figure 8: Extrait étude détecteur (source auteur)

Ensuite, pour bien maîtriser la gamme des mobiles radios, j'ai eu l'opportunité de me former sur la gamme « Optima 240 AMX ». Cette formation s'est déroulée en deux phases, la première étant théorique et la seconde pratique. J'ai bénéficié de l'accompagnement d'une ingénieure d'application X-Ray, avec qui j'ai animé des formations cliniques destinées à des manipulateurs radio sur différents sites.

La formation clinique vise à présenter la manière d'utiliser l'appareil en mettant l'accent sur ses différents points forts et avantages. Pour cela, lors d'une démonstration, nous abordons les différents aspects matériels et logiciels du système, tels que la configuration de l'appareil, la création d'examens, la gestion et l'acquisition des images, la modification des protocoles, ainsi que le traitement des images...

Suite à mes deux études, j'ai rédigé un guide d'utilisation concis pour l'utilisation du mobile radio (*figure 9*). Son objectif est de simplifier la présentation des principales fonctionnalités de l'appareil aux utilisateurs. Ce guide sera particulièrement utile pour le prochain alternant qui prendra le relais, car j'ai pris le soin de détailler les différentes fonctionnalités. En commençant par la mise en route du mobile et la présentation de son aspect matériel, j'ai abordé la mise sous tension, le déverrouillage, le verrouillage et la manipulation générale de l'appareil. Ensuite, j'ai traité de la gestion et l'acquisition des images, en couvrant les sujets tels que l'ouverture de sessions, la barre d'état, la gestion de la liste de travail « worklist », l'acquisition d'images, ainsi que l'utilisation du logiciel de post-traitement d'imagerie « Image Viewer ». Par la suite, j'ai mis l'accent sur les fonctionnalités des détecteurs. Enfin, j'ai donné un exemple pratique pour illustrer la réalisation d'un examen.



Figure 9: Extrait Guide rapide XR240 (source auteur)



Après avoir finalisé le guide rapide d'utilisation du mobile, je me suis focalisé sur les applications cliniques avancées pour évaluer leurs utilités ainsi que pour mieux comprendre la cohérence du discours de l'équipe marketing avec les attentes du marché.

#### 4. Applications cliniques avancées

Le produit « Optima AMX 240 » (figure 10 [4]) est reconnu comme l'un des modèles les plus robustes sur le marché des mobiles radiologiques. Il est considéré comme un produit haut de gamme dans cette modalité, grâce à ses nombreuses fonctionnalités, techniques et applications. Il est le premier mobile à avoir introduit l'intelligence artificielle pour aider au triage et améliorer la productivité des services de soins.



Figure 10: Image produit Optima AMX 240 [4]

Parmi les fonctionnalités de ce système on trouve :

- ✓ La facilité de déplacement où l'encombrement du système ce qui permet un contrôle facile dans les espaces restreints.
- ✓ QuickCharge cela concerne la manière de chargement de détecteurs numériques où la particularité de ce système c'est que le chargement se fait d'une manière automatique dans le bac dédié aux détecteurs.
- ✓ QuickConnect l'intérêt de cette fonction est la création d'un canal sans fil adaptation pour établir la connexion entre le mobile et le détecteur.

Un autre avantage de ce système est sa polyvalence, car il peut être utilisé dans plusieurs services de l'hôpital, ce qui permet de soutenir le personnel médical dans les soins intensifs, néonataux, en salle d'opération...

##### a. Traitement d'images HELIX

Pour ce qui concerne le traitement d'image, le mobile radio "Optima AMX 240" est équipé d'un logiciel de traitement avancé appelé "Helix™". Ce logiciel permet d'obtenir des détails anatomiques précis et des performances constantes en radiologie, même dans des conditions d'examen difficiles et avec des variations de la technique d'exposition. Grâce à une ultra-haute résolution et à l'efficacité de la dose du détecteur associé "FlashPad HD", ce système permet de détecter une augmentation de 40% des détails anatomiques à faible dose [5]. De plus, le traitement d'image permet une meilleure visualisation des détails osseux ainsi qu'une délimitation claire des tissus mous.

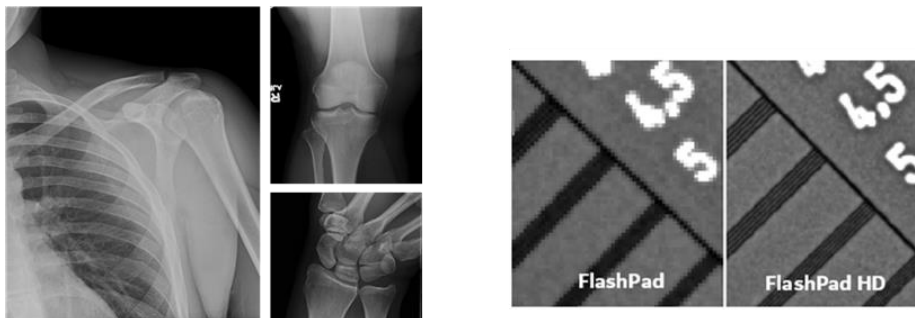


Figure 11: Exemple image avec traitement HELIX & : Image de la mire de test de résolution [5]

### b. QuickEnhance

QuickEnhance est une fonction de traitement d'image permettant une visualisation personnalisée spécifique à l'anatomie pour les instruments, les implants, etc. Ce qui peut être très utile lors d'une intervention chirurgicale.

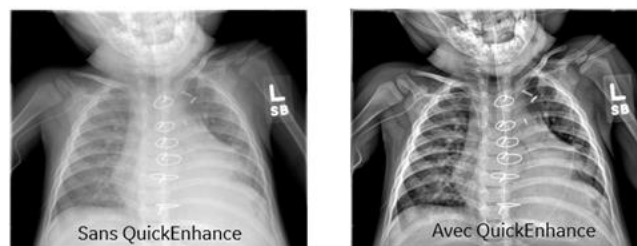


Figure 12: Exemple traitement QuickEnhance [5]

### c. AutoGrid

Une autre fonction est AutoGrid, un algorithme de post-traitement qui élimine les rayonnements diffusés d'une image tout en fournissant un contraste équivalent à celui obtenu avec une grille physique anti-diffusion. Ce traitement est appliqué automatiquement en fonction des protocoles d'acquisition utilisés.

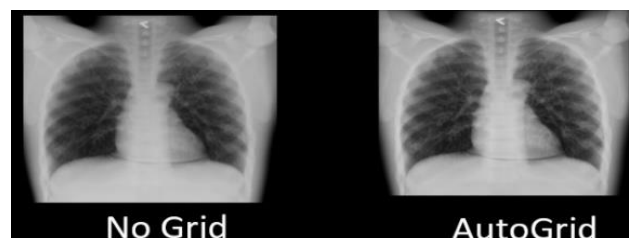


Figure 13: Exemple application AutoGrid [5]

## 5. L'intelligence artificielle & radiologie

La tendance actuelle dans l'industrie de la radiologie médicale est l'utilisation de l'intelligence artificielle pour aider les professionnels de la santé à améliorer la précision, la rapidité et l'efficacité du diagnostic et du traitement des patients, dans différentes modalités telles que l'IRM, la TDM, la radiographie...

L'IA pose une grande question dans différents domaines de l'industrie et de la technologie, en particulier dans le domaine de la médecine. Les membres du personnel médical qui ne comprennent pas la manière ou l'objectif de l'utilisation de l'IA pensent qu'elle va prendre leurs places, leurs travaux. Mais en réalité, l'utilisation de l'IA en imagerie est conditionnée par des réglementations visant à gérer son application dans les services de soins. GEHC est l'une des premières entreprises à avoir intégré l'IA dans le domaine de la radiologie. Pour cette raison, je souhaite présenter les applications proposées et leurs objectifs, ensuite je mets un commentaire sur l'utilité de ses applications.

Le mobile radio présenté par GE HealthCare intègre deux algorithmes logiciels assistés par ordinateur nommés Quality Care Suite et Critical Care Suite pour l'évaluation des radiographies frontales du thorax.

### a. Quality Care Suite

Quality Care Suite comprend un ensemble d'algorithmes permettant :

- ✓ Le **contrôle de protocole intelligent** : cela permet d'effectuer un contrôle qualité automatisé pour détecter les erreurs sur le système d'acquisition, y compris l'utilisation d'un protocole inapproprié.

- ✓ La **rotation automatique intelligente** : cela permet aux techniciens de gagner du temps en économisant 3 à 4 clics sur l'interface utilisateur pour plus de 80% des examens de radiologie thoracique mobiles, ce qui représente une économie de 70 000 clics par an.
- ✓ Le **champ de vision intelligent** : cela permet de détecter lorsqu'un champ pulmonaire est tronqué dans une radiographie thoracique de face et permet aux techniciens de déterminer si une répétition est nécessaire avant d'envoyer l'image au PACS.

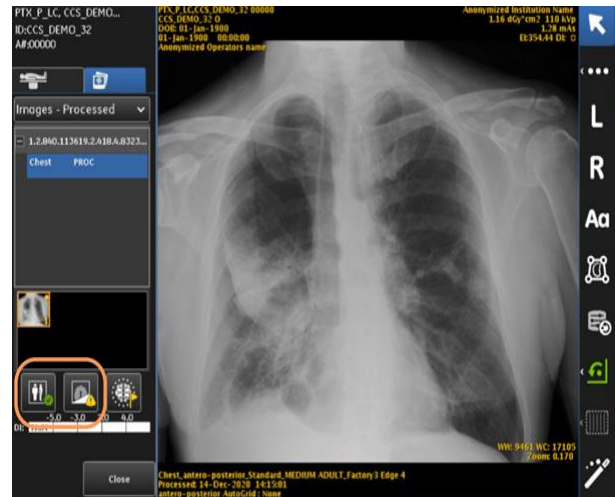


Figure 14: Illustration visualiseur d'image Quality Care Suite [5]

#### b. Critical Care Suite

Critical Care Suite permet de détecter les images qui nécessitent une analyse prioritaire par le radiologue. Cet algorithme fournit également une estimation de la probabilité de présence de pneumothorax PTX. En outre, pour faciliter l'analyse des images pour lesquelles un résultat IA a été détecté, une image de superposition est générée et superposée à la zone de l'image où se trouve le résultat. Cette superposition est fournie à titre d'illustration uniquement.

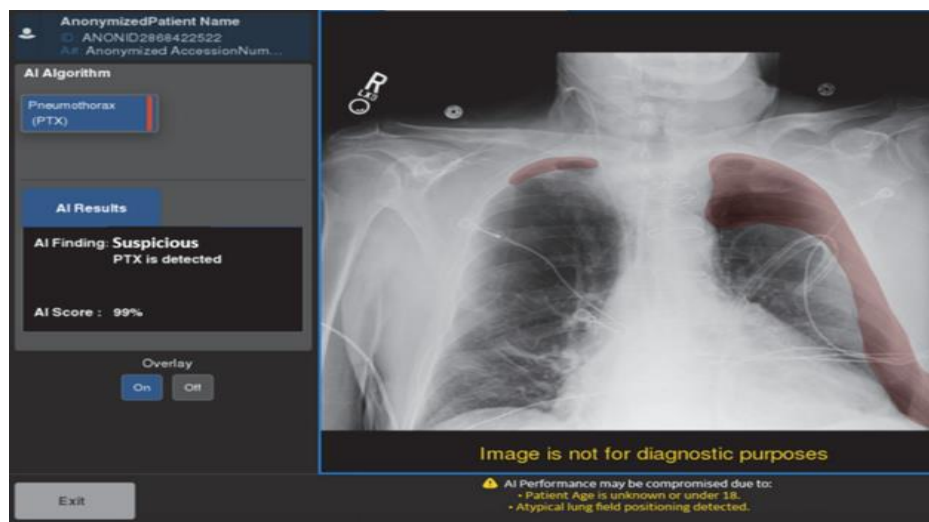


Figure 15: Exemple détection pneumothorax [5]

Ainsi, cet algorithme permet la détection de la présence d'une sonde endotrachéale ETT en mesurant la distance verticale entre l'extrémité de la sonde et la carène. De même, lorsqu'une ETT est détectée, une superposition s'affiche pour mettre en surbrillance l'emplacement de la sonde, ce qui facilite l'analyse et l'interprétation de l'image pour les professionnels de la santé



Figure 16: Exemple capture sonde endotrachéale [5]

L'algorithme PTX et ETT IA du Critical Care Suite a été testé sur des milliers d'images de patients uniques provenant de six sources de données dans trois pays, et avec l'utilisation de 11 fabricants différents de détecteurs de rayons X, y compris des équipements CR/DR et des systèmes fixes/portatifs. Ces tests ont été réalisés en utilisant la forme d'annotation la plus précise au niveau des pixels, ce qui a permis d'augmenter la précision des résultats.

### c. Commentaire

Comme il est mentionné dans les paragraphes ci-dessus, les applications cliniques avancées utilisant l'IA, « Quality Care Suite & Critical Care Suite », ont pour objectif de faciliter la prise en charge des patients et de réduire le temps de travail des professionnels de santé (manipulateurs).

Mais d'un autre côté, la question qui se pose est : **Quelle est la valeur perçue par le client grâce à ces différentes applications avancées ? Dans quelle mesure l'IA peut-elle répondre aux attentes des clients ?**

Même si le radio mobile X-Ray présenté par GEHC offre plusieurs avantages par rapport à ceux des concurrents, d'autres produits concurrents occupent une part importante du marché, même s'ils ne proposent pas les mêmes options et applications avancées.

Cette situation peut être particulière en France, car le système de santé français met à disposition des patients différents types d'examen très accessibles (Scanner, IRM...). Cela conduit à considérer l'examen radiologique comme une procédure standard ne nécessitant pas beaucoup d'exigences ni d'applications avancées. Par exemple, les deux fonctionnalités d'IA ne sont pas très répandues dans les services d'imagerie en France, alors qu'elles sont largement utilisées sur le marché aux États-Unis. Cela pourrait être dû aux différences culturelles en termes de pratiques hospitalières.

Donc, pour répondre à la question précédente, je pense à proposer de mettre en place une collaboration internationale entre les différents services d'imagerie X-ray appartenant à GE afin d'élaborer un sujet d'étude de marché X-Ray sur une échelle mondiale, l'objectif serait de déterminer les indicateurs clés de performance, appelés KPI (Key Performance Indicators) dans le domaine du marketing. Cette étude va nous permettre d'identifier les éléments clés qui influencent les ventes, en comparant les performances de ce produit par rapport aux attentes et objectifs commerciaux dans les différentes régions du monde.

De plus, cela nous permettra d'identifier les sources des problématiques liées au produit, ainsi que les actions à entreprendre pour adapter le produit en fonction des besoins des clients, tout en prenant en considération la culture hospitalière et le système de santé spécifique à chaque région.

La modalité X-Ray chez GE HealthCare est en constante évolution, avec l'introduction d'un nouveau produit radio mobile nommé "Navigate" cela depuis début avril. Ce mobile présente les mêmes avantages que l'Optima 240 la seule différence principale c'est la colonne rétractable qui permet d'avoir un grand champ de visualisation lors de la conduite de l'appareil, ainsi que la taille et la fluidité de l'écran.

## 6. Planification & Démonstration

La planification est considérée comme l'un des points clés de la réussite de n'importe quel projet. C'est une étape qui permet de gérer les différentes parties prenantes, de définir les tâches, d'ajuster les dérives et de maîtriser la gestion du temps alloué à chaque étape.

La démonstration d'un équipement est la première étape d'un processus de vente et d'achat. C'est une étape critique où il est essentiel de convaincre le client de l'utilité du produit et de ses atouts par rapport à la concurrence. Cependant, cela peut être difficile car certaines personnes sont réticentes au changement et préfèrent conserver leurs habitudes, surtout si elles sont déjà habituées à des produits d'une autre entreprise.

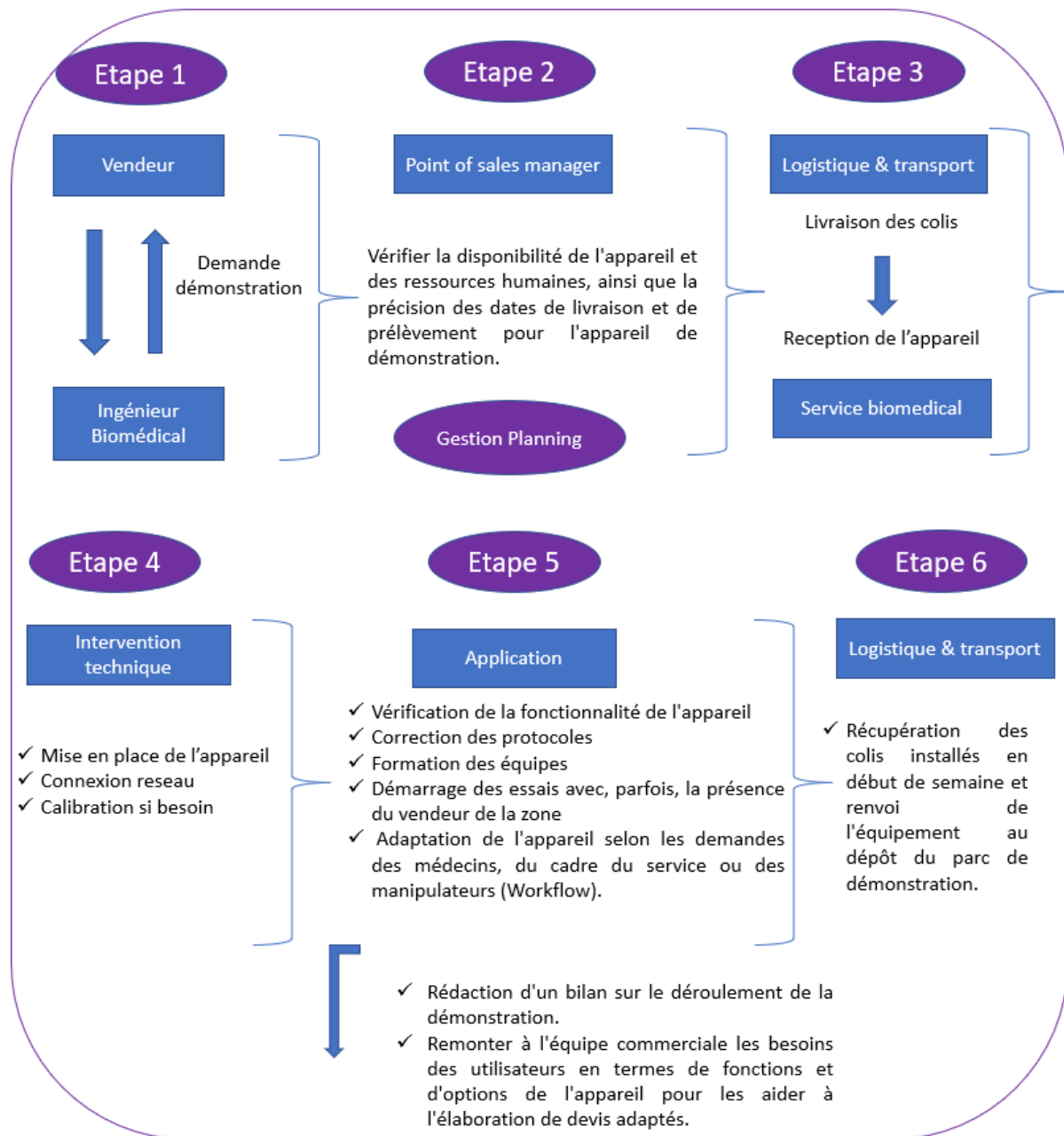


Figure 17: Processus démonstration (source auteur)

La figure précédente présente les différentes étapes du processus d'une démonstration (avant-vente), donc lors d'une demande de démonstration plusieurs acteurs seront interrogés (biomédical, commercial, application, technique, logistique, transport ...) Chacun de ces acteurs joue un rôle spécifique dans le processus.

Pour mon rôle, j'interviens lors de l'étape 2 et de l'étape 5. L'étape 2 consiste à vérifier la disponibilité de l'appareil de démonstration et à gérer les différentes ressources logistiques et techniques, ainsi de savoir les attentes du client en termes d'ergonomie du système, domaine d'utilisation (urgence, pédiatrie...), qualité d'images, demandes spécifiques...

Quant à l'étape 5, c'est là que réside mon rôle principal, où je présente les différents atouts de notre produit en me basant sur ses caractéristiques, ses applications cliniques et ses fonctionnalités techniques avancées. J'adapte également l'appareil aux habitudes spécifiques de l'équipe clinique en reprogrammant les protocoles et en effectuant des réglages spécifiques. De plus durant cette étape, il est important de répondre aux questions des médecins, des cadres et des manipulateurs concernant l'utilisation de l'appareil, et de les convaincre des avantages qu'il offre par rapport à la concurrence. Ainsi, il est crucial d'identifier clairement les points forts et les points faibles du produit. Les points forts servent à renforcer l'argumentaire commercial, tandis que les points faibles sont les aspects à améliorer pour les prochaines mises à jour.

Pour répondre efficacement aux attentes de mon rôle, j'ai élaboré trois fiches (voir Annexe) afin de gérer la logistique, le déroulement et d'assurer une traçabilité après chaque démonstration.

- ✓ La première fiche (**Annexe 1**) est dédiée à la gestion des démonstrations. Après chaque demande de démonstration, cette fiche doit être remplie. Elle regroupe différentes informations de gestion telles que les noms des responsables, les dates clés, le domaine d'utilisation du mobile, la concurrence et les attentes du client. Cela permet d'obtenir une vision globale du contexte de la démonstration.
- ✓ La deuxième fiche (**Annexe 2**) est destinée à être remplie par l'ingénieur d'application lors de la démonstration. Elle prend la forme d'un rapport interne qui décrit le déroulement de l'application, identifie les points appréciés par le client ainsi que ceux à améliorer, et décrit la configuration mobile adaptée aux besoins du client ce qui va faciliter l'élaboration du devis.
- ✓ La troisième fiche (**Annexe 3**) est une évaluation de l'utilisation du mobile qui permet de mesurer la satisfaction du client.

## 7. Après-vente

Une fois le produit vendu, il faut l'installer chez le client. Cependant, avant de procéder à l'installation, plusieurs étapes doivent être suivies :

### a. Vérification

La première étape implique la vérification du bon fonctionnement de l'appareil, en particulier pour certains produits tels que les détecteurs. En tant que responsable produit, j'étais chargé de vérifier le bon fonctionnement lors d'une commande de quatre détecteurs. Cette étape se déroule dans l'atelier de R&D de l'entreprise.



Figure 18: Test & Vérification (source auteur)

Les objets-test utilisés lors de l'acquisition des rayons X sont des fantômes de main et de corps entier. Ces fantômes permettent de simuler les tissus humains lors des procédures d'acquisition d'images.



Figure 19: Table radiologique & Fantômes tests (source auteur)

Pour la génération des rayons X, j'ai utilisé le générateur de rayons X de la table radiologique nommée Definium Tempo.

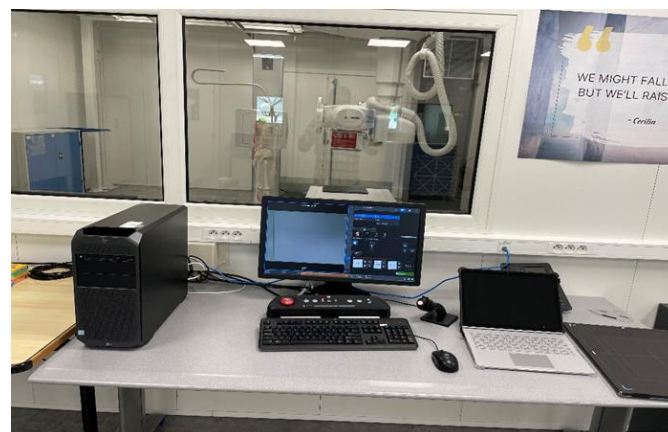


Figure 20: Console d'acquisition (source auteur)



## b. Installation & Formation & Suivi

Après l'étape de vérification, le matériel est livré aux clients. Ensuite, l'installation est généralement effectuée par le support technique, dont le rôle est d'installer la nouvelle machine dans la structure hospitalière, de configurer la connexion réseau et, si nécessaire, de procéder à la calibration, car le transport sur de longues distances peut provoquer des déséquilibres au niveau matériel, en raison des vibrations et des chocs qui peuvent survenir.

Après l'installation, je procède à un test applicatif, puis je réalise des réglages entre le RIS (Système d'Information Radiologique) / PACS (Système d'Archivage et de Communication d'Images) et l'appareil. Ensuite, les médecins, les manipulateurs, le cadre et moi-même nous installons dans une salle pour que je puisse expliquer à eux les différentes fonctionnalités de la machine, généralement, je commence par la présentation de l'aspect matériel, puis j'enchaîne avec l'aspect logiciel en présentant les différentes interfaces et options.

Ainsi, un autre point essentiel est le suivi applicatif. Ce suivi est important où à la fin de la formation clinique, je discute avec le personnel de l'équipe médicale pour savoir comment ils se sentent avec la nouvelle machine et s'ils sont adaptés à son utilisation. Comme la durée de la formation dure généralement entre 3 et 5 jours, il arrive parfois qu'il y ait des types d'exams qui ne puissent pas avoir lieu pendant cette période. Dans ce cas, des créneaux sont fixés pour régler tous les problèmes qui peuvent se présenter, cela soit sur site ou à distance.

## 8. Points de succès

Comme indiqué lors de la mise en place d'un produit, l'objectif principal est d'assurer la satisfaction du client. Afin de vérifier si cette satisfaction est réalisée, il est nécessaire de prendre en compte plusieurs points avant de conclure la formation.

Parmi ces points on trouve :

- ✓ **L'équipe de service d'imagerie est-elle entièrement formée ?**
- ✓ **Existe-t-il un manipulateur référent maîtrisant les différentes fonctionnalités du système ?**
- ✓ **Les options de la machine sont-elles adaptées aux besoins du service ?**
- ✓ **Le workflow correspond-il aux attentes pour lesquelles la machine a été vendue ?**
- ✓ **La qualité d'image satisfait-elle les médecins du service ?**

Donc, avant de conclure la session de l'application, j'essaie toujours de bien répondre à ces différentes questions, pour savoir si la satisfaction est atteinte. J'utilise également cette méthode pour évaluer ma propre performance et identifier les points à améliorer lors des prochaines interventions.

## 9. Points d'échecs

Dans tous les domaines, il existe des risques qui peuvent entraîner des échecs, parfois avec des conséquences néfastes. Les échecs peuvent avoir diverses causes, qu'elles soient d'ordre logistique, technique, applicatif, ou autre :

- La logistique, notamment une mauvaise organisation et coordination des différents acteurs tels que le personnel de transport, les responsables techniques, informatiques, applicatifs, peut entraîner des décalages ou des chevauchements entre les plannings. Ces problèmes peuvent engendrer des retards, parfois de plusieurs semaines voire des mois.
- Les problèmes techniques et applicatifs peuvent survenir lorsque le personnel n'est pas suffisamment formé sur la gamme de produits sur laquelle il a été affecté, bien que cela ne se produise généralement pas fréquemment
- Un autre point majeur qui peut entraîner des échecs, comme je l'ai déjà souligné, est la résistance au changement de la part du service. Personnellement, j'ai vécu une expérience de ce genre où le personnel ne voulait pas s'adapter à un nouveau produit. Sincèrement, cela m'a demandé de faire de grands efforts pour les convaincre. Heureusement, à la fin, ils étaient satisfaits après que je leur ai montré les différents avantages et après avoir adapté la console à leur flux de travail.
- Parmi les autres points qui présentent un grand risque d'échec, il y a le fait d'essayer de personnaliser le produit pour toute l'équipe. C'est un point dangereux, et cela m'est déjà arrivé lorsque j'ai travaillé sur la programmation de la qualité d'images selon des protocoles précis demandés par un manipulateur. Cependant, le médecin n'était pas satisfait de la qualité d'image obtenue, ce qui m'a fait perdre énormément de temps. Dans ce cas, il est important d'identifier dès le début la personne référente et qui prendra la décision finale. Cela permet de gagner du temps et d'éviter le mécontentement qui peut influencer les relations commerciales avec le client dans l'avenir.

## 10. Mission transverse

Une autre mission clé qui a été effectuée lors de cette année d'alternance, que je la trouve très intéressante et qui est directement liée à l'informatique biomédicale, est celle liée au projet DRIM box. Ce projet fait partie des initiatives du plan "Séguir du numérique en santé" lancé en France en 2020 [6], il s'agit d'un programme d'investissement historique de 2 milliards d'euros visant à généraliser le partage fluide et sécurisé des données de santé entre les professionnels de santé et usagers, dans le but d'améliorer la prévention et les soins.

Le Séguir numérique concerne plusieurs couloirs de la médecine : biologie, radiologie, établissement de santé...

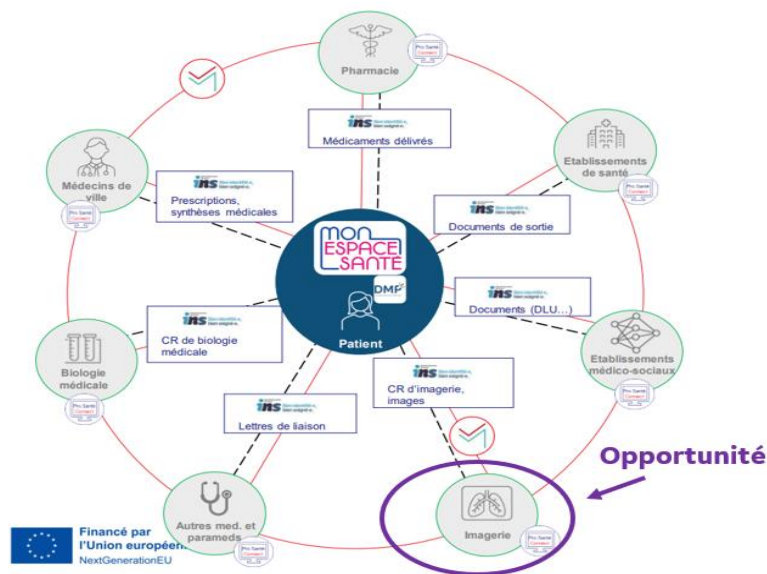


Figure 21: Couloirs projet Ségur numérique [7]

Pour GEHC, elle est concernée par la solution dédiée au couloir de l'imagerie médicale. La solution pour ce couloir d'imagerie médicale est nommée DRIM-M qui signifie « Data de la Radiologie et de l'Imagerie Médicale et Médecine Nucléaire », vise à mettre en place une infrastructure informatique pour la gestion des données en imagerie médicale, en permettant le partage et l'interopérabilité des données entre les différents systèmes d'information des établissements de santé, ainsi que la dématérialisation de la demande des examens, ce qui emmène à une meilleure coordination des soins et une amélioration de la qualité des traitements pour les patients.

Les tâches que j'ai réalisées pour ce projet sont les suivantes :

- ✓ **Comprendre le contexte historique du projet en identifiant les différentes phases.**
- ✓ **Identifier les acteurs impliqués dans le projet.**
- ✓ **Comprendre la stratégie de financement gouvernemental du projet.**
- ✓ **Connaître les conditions et le processus de demande de financement.**
- ✓ **Déterminer les dates clés du projet.**

La réponse à ces questions n'était pas assez facile, car ce projet est piloté par plusieurs acteurs, principalement le ministère de la Santé et de la Prévention, l'ANS (Agence Numérique de Santé), ce qui met en place plusieurs documents de référence tels que des décrets, des lois et des réglementations.

## a. Historique & objectif

La réalisation du projet Ségur a été planifiée en deux phases. Chacune de ces phases vise à mettre en place deux dispositifs distincts :

- ✓ Le premier concerne le référencement et la mise en place d'un système d'information radiologique (RIS) permettant :
  - L'intégration de la demande d'examen en provenance d'un correspondant ou de MES "Mon espace santé".
  - La structuration et l'envoi du compte rendu d'imagerie médicale.
  - La consultation du DMP "Dossier Médical Partagé" par le patient.
- ✓ Le deuxième concerne la mise en place d'une fonction de diffusion d'images radiologiques, DRIMbox, où pour chaque examen acquis, une référence de cet examen sera stockée dans le DMP. Cela permettra la création d'un partage national d'images entre le personnel de santé, avec un accès patient à travers MES.

Donc, pour ce projet DRIMbox, on peut considérer qu'il y a deux grands systèmes, l'initiateur "**DRIMbox source**" et le consommateur "**DRIMbox consommatrice**", comme illustré dans la figure ci-dessous [8] :

- DRIMbox source permet : l'alimentation des documents de référence d'objets d'examen d'imagerie dans le DMP.
- DRIMbox consommatrice permet : l'accès aux images pour les logiciels clients "Patients - visionneuse DICOM".

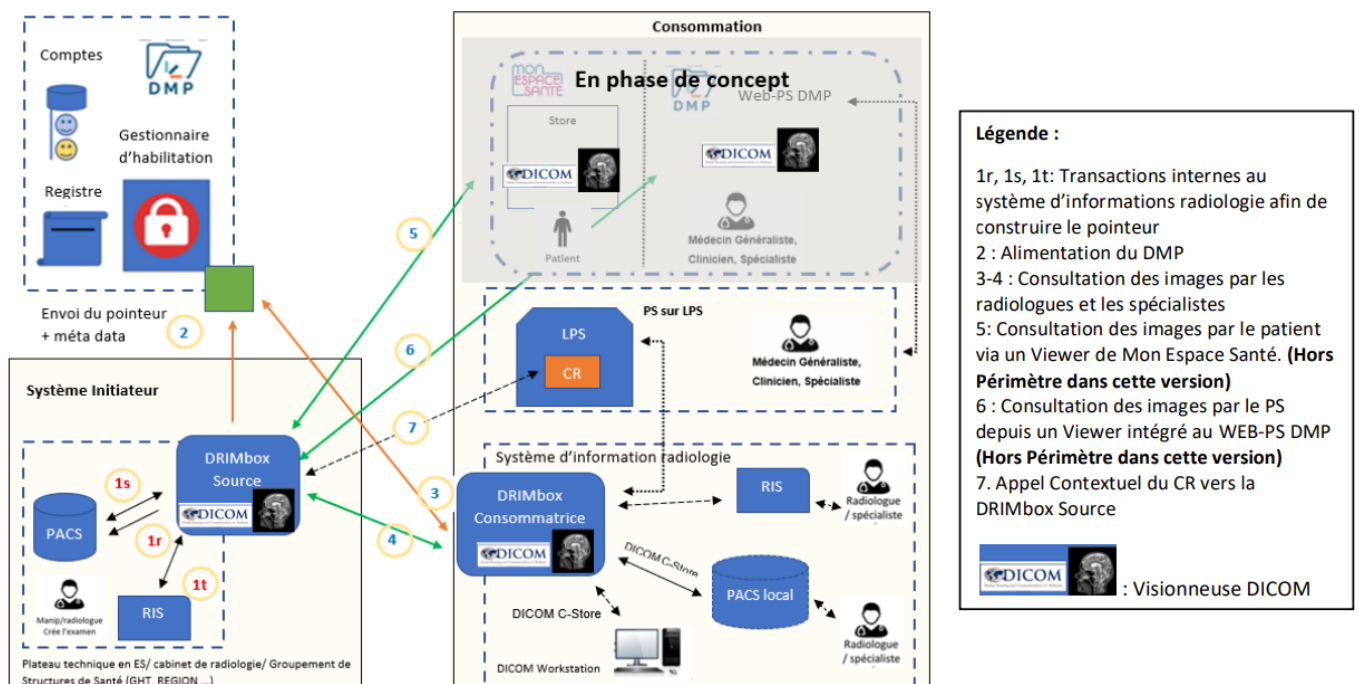


Figure 22: Architecture générale du partage de document d'imagerie DRIMbox source-consommatrice [8]

## b. Dates clés et opportunités & risques

Ce projet DRIMbox est conditionné par plusieurs dates clés. Il y a des dates dédiées aux éditeurs/distributeurs des solutions numériques, ainsi que des dates pour les bénéficiaires de la solution (les hôpitaux, les cliniques, les radiologues libéraux...).

Pour cela, il est essentiel que les bénéficiaires prennent en considération les dates clés « *figure 23* », car la mise en place de la solution sera financée par l'État jusqu'à une date précise (29/03/2024, bien que cette date soit susceptible d'être modifiée). Après cette date, la mise en place d'une solution sera obligatoire et financée par la structure hospitalière elle-même.

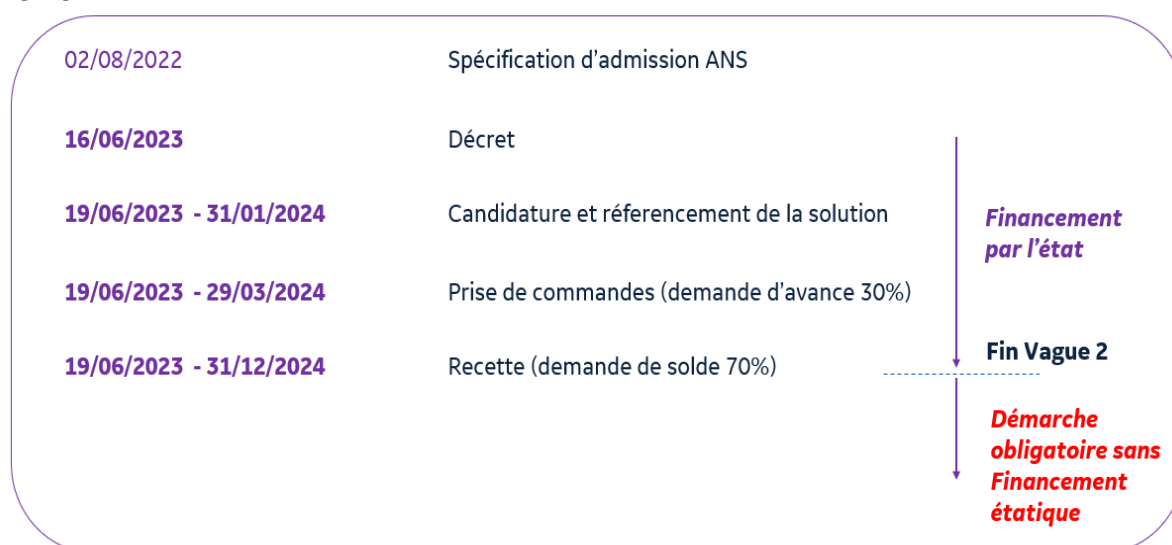


Figure 23: Dates clés de la mise en place projet DRIMbox (source auteur)

Ce projet présente plusieurs opportunités pour l'entreprise en termes de bénéfices, car la solution est entièrement financée par l'État, elle comprend l'installation, les mises à jour, la mise en production, la maintenance corrective sur une période de 6 ans et la formation des utilisateurs. Cette approche va encourager les responsables informatiques des parties concernées à bénéficier de ce financement. Il convient de noter que ce projet concerne plus de 1200 sites, ce qui représente un potentiel de ventes considérable.

Mais en contrepartie, il existe plusieurs risques ou menaces. Tout d'abord, le temps de mise en place de la solution est très serré. De plus, la concurrence est présente, car Philips est également sur ce marché et possède une importante base installée de solutions informatiques en France, notamment après l'achat de l'héritage des solutions PACS de l'entreprise Carestream, ce qui renforce sa présence sur le marché.

### III. Bilan personnel et professionnel

#### 1. Compétences et comportements acquis

Cette alternance était ma première expérience en tant qu'ingénieur d'application dans le domaine de l'imagerie X-Ray, au sein d'une entreprise mondiale spécialisée dans le domaine de l'imagerie médicale, qui vise à créer un monde où la santé n'a pas de limites. Les différentes missions et tâches qui m'ont été confiées m'ont permis de développer plusieurs compétences applicatives, techniques, relationnelles ainsi que managériales.

Dans un premier temps, j'ai pu découvrir le fonctionnement d'une grande entreprise en termes de répartition des missions et des tâches. En effet, chaque équipe ou chaque personne a un objectif spécifique à atteindre.

Sur le plan technique, j'ai pu approfondir mes connaissances en X-Ray, en découvrant les différents fabricants, ainsi que leurs points forts et faibles, notamment sur le marché des détecteurs où la concurrence est intense. J'ai également acquis l'utilisation de différents logiciels de post-traitement sur différentes consoles. Cela a été une opportunité pour moi de travailler sur différents systèmes, en particulier sur le système Konica, qui est un système ouvert en termes de traitement d'images. Ainsi, j'ai pu développer mon vocabulaire médical en termes de différentes positions et régions anatomiques, des incidences, des différentes coupes et de la manière de mener des examens. J'ai acquis une connaissance approfondie des différentes positions utilisées lors des examens médicaux, telles que la position couchée, assise, debout, latérale, ou en décubitus dorsal/ventral. Je comprends maintenant comment chaque position peut aider à visualiser une région anatomique spécifique et à obtenir des informations diagnostiques précises. J'ai également appris les différentes incidences utilisées en imagerie médicale, telles que l'incidence antérieure-postérieure, latérale, oblique, axiale, sagittale et coronale.

Sur le plan professionnel, cette expérience m'a permis de comprendre le fonctionnement du système de santé français en ce qui concerne les achats publics et privés, en particulier avec la nouvelle politique de regroupement hospitalier. J'ai également pu développer des compétences commerciales, surtout lors des démonstrations « avant-vente », où je devais toujours adapter mon discours en fonction de la concurrence existante.

Un autre point que j'ai beaucoup apprécié durant l'alternance est la confiance que mon tuteur m'a accordée. Le fait d'avoir commencé à devenir autonome après quelques accompagnements avec un ingénieur d'application expert m'a fait évoluer professionnellement au sein de mon poste, dans celui-ci, il est essentiel de s'organiser et de travailler relativement seul sur le terrain.

J'ai également pu développer mes compétences relationnelles et de communication, que ce soit en interne avec mes collègues ou en externe avec les clients. Un autre point qui m'a beaucoup marqué et que je considère comme une leçon de vie, c'est le fait qu'il faut toujours s'adapter en fonction du client. En effet, il y a parfois des clients très accueillants

qui sont disposés à comprendre, communiquer et échanger. Mais parfois, le contact avec certaines personnes peut être un peu délicat, surtout si leurs supérieurs leur mettent beaucoup de pression ou si elles ont de vieilles habitudes de travail. Dans ce cas, il y a une forte probabilité de résistance au changement. Parfois, il peut y avoir des problèmes liés à la mise à disposition de l'appareil en raison de difficultés logistiques ou de perturbations de la commande, ce qui engendre une grande anxiété lors de l'exécution.

## 2. Compétences et comportements à acquérir

L'amélioration continue est l'une des clés du succès dans n'importe quel domaine. Après cette expérience dans le milieu industriel, ma passion pour l'imagerie a encore grandi. Ce que je vise comme début de carrière est d'essayer de maîtriser le fonctionnement technique et applicatif d'autres équipements sur la modalité X-Ray, ainsi que d'autres modalités telles que le scanner et l'IRM. En même temps, je voudrais bien développer mes compétences commerciales, car je pense que l'ingénieur d'application peut améliorer sa carrière en évoluant vers un rôle commercial. Son impact sur les ventes est primordial, car il joue le rôle de lien entre la théorie et la pratique, entre l'industrie et la médecine, entre la promotion et la réalité.

## 3. Liens avec la formation théorique

La formation Master 2 Ingénierie de la Santé que j'ai suivie à l'Université de Technologie de Compiègne a été très utile pour moi, grâce à la qualité des cours proposés et à l'expertise des différents intervenants. Les cours m'ont permis de comprendre les différents acteurs du système de santé, de connaître les différentes étapes de conception d'un dispositif médical, ainsi que de maîtriser les aspects physiques, techniques et applicatifs dans le domaine de l'imagerie médicale.

De plus, Je trouve que la culture de partage d'expérience au sein de l'université est enrichissante, où j'ai eu la chance de rencontrer plusieurs anciens étudiants qui travaillent dans différents domaines de la santé au sein de grandes entreprises telles que Siemens, Philips, Canon, Medtronic, Abbott...

Un autre point que j'apprécie, c'est l'apprentissage par projet. Je trouve cette méthode avantageuse, car elle permet de simuler des situations similaires à celles que l'on rencontre dans un milieu de travail professionnel. Cela permet de développer des compétences d'autonomie, de gestion, d'organisation, de prise de décision et de travail en groupe. Cela a été le cas dans le projet "Mise en place d'outils innovants pour renforcer le suivi et la gestion des dispositifs biomédicaux lors des processus de maintenance", sur lequel nous avons travaillé en étroite collaboration avec le Centre Hospitalier de Compiègne.

La seule chose que je peux dire sur cette formation, c'est qu'elle est polyvalente, complète et permet de développer à la fois le savoir-faire et le savoir-être.

## Conclusion

---

*Pour conclure, cette année d'alternance a été extrêmement enrichissante à la fois sur le plan personnel et professionnel. J'ai eu la chance de plonger au cœur d'une des plus grandes entreprises mondiales, ce qui m'a permis de comprendre en détail son fonctionnement interne et externe. Grâce à cette expérience, j'ai pu développer mes compétences techniques, applicatives et commerciales en interagissant avec divers acteurs du domaine de la santé présents dans les hôpitaux, les cliniques et les centres d'imagerie privés.*

*En fait, après cette expérience d'apprentissage, j'ai remarqué qu'il est essentiel d'avoir certaines qualités pour devenir un excellent ingénieur d'application en imagerie médicale. Il faut être autonome, avoir un sens aiguisé de l'écoute et maîtriser les principes physiques de l'imagerie, ainsi que posséder des compétences en traitement d'images. L'autonomie est nécessaire pour planifier et gérer efficacement les plannings, ainsi que pour s'adapter aux divers changements qui peuvent survenir en raison de multiples facteurs. Un bon sens de l'écoute, associé à un esprit politique, est également crucial pour gérer avec succès les interventions et s'adapter aux différentes personnalités impliquées. La maîtrise des principes physiques facilite la compréhension du fonctionnement des différents produits, tandis que les compétences en traitement d'images permettent d'adapter constamment les protocoles de traitement en fonction des besoins des clients.*

*Participer au monde de la santé à travers l'industrie est une priorité pour moi. Je suis fier de mettre mes compétences acquises lors de mon parcours d'études et professionnel au service d'une entreprise qui a pour vision la création d'un monde où la santé n'a pas de limites.*

*Enfin, cette alternance m'a permis de découvrir les clés du succès pour un profil d'ingénieur d'application, ainsi que les différents métiers offrant des possibilités d'évolution et de développement de carrière pour ce type de profil à l'avenir.*



## Bibliographie & webographie

---

- [1] Businesscoot, « Le marché de l'imagerie médicale - France ». Consulté le: 4 avril 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.businesscoot.com/fr/etude/le-marche-de-l-imagerie-medicale-france>
- [2] GE Medical Systems SCS, « Déclaration de performance extra-financière ». Consulté le: 15 avril 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.gehealthcare.fr/about/-/media/A079F8A430844478BB59C9271939614D.pdf>
- [3] Tristan, Gaudiaut, 30 juillet 2020. Consulté le: 15 janvier 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://fr.statista.com/infographie/17800/big-data-evolutionquantite-donnees-numeriques-creees-dans-le-monde/>
- [4] GE HealthCare, « Produit Optima 240 AMX », <https://www.gehealthcare.com/products/radiography/mobile-xray-systems/optima-xr240> (consulté le 20 mars 2023).
- [5] GE HealthCare, « Applications avancées ». <https://www.gehealthcare.fr/products/radiography-systems/mobile-xray-systems/optima-xr240> (consulté le 28 mars 2023).
- [6] Agence du Numérique en Santé, « Le Ségur du numérique en santé ». <https://esante.gouv.fr/segur> (consulté le 1 mai 2023).
- [7] Agence du Numérique en Santé, « Présentation de la trajectoire du volet d'imagerie médicale en région », févr. 2022. Consulté le: 2 mai 2023. [En ligne]. Disponible sur: [https://esante.gouv.fr/sites/default/files/media\\_entity/documents/2022-02-08-webinaire-regions-diffusion-images\\_v0.4.pdf](https://esante.gouv.fr/sites/default/files/media_entity/documents/2022-02-08-webinaire-regions-diffusion-images_v0.4.pdf)
- [8] Agence du Numérique en Santé, « DRIM-M (Data Radiologie Imagerie Médicale et Médecine Nucléaire) ». Consulté le: 5 mai 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://participez.esante.gouv.fr/media/default/0001/01/5450e3d3d80b1771e913c8a1d57549ac455d39be.pdf>

## Annexes

---

### Annexe 1 : Fiche gestion démonstration mobile « Navigate »



**GE HealthCare**



#### **Gestion démo mobile NAVIGATE AMX**

**Nom de site :**

**Adresse :**

**Médecin référent:**

**Manip référent :**

<b>Ingénieurs</b>	Commercial	
	Application	
	Technique	
<b>Livraison</b>	Contact logistique CST transport	
	Contact livraison	
<b>Dates clés</b>	Date de livraison	
	Date d'installation	
	Date de démonstration	
	Date de prélèvement	
<b>Domaines d'utilisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>	
<b>Contraintes spécifiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>	
<b>Attentes du client</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>	
<b>Situation actuelle</b>	<b>Solution actuelle</b>	
	<b>Concurrences</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>
<b>Relation avec GE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>	

**Commentaire :**

*Annexe 2 : Fiche gestion démonstration mobile « Navigate » à remplir par l'ingénieur d'application*



**GE HealthCare**



***Gestion démo mobile NAVIGATE AMX***

**Nom de site :**

**Adresse:**

**Ingénieur application:**

	Réseau	☑	☒
<b>Test de connexion réseaux</b>	RIS		
	PACS		
	WIFI		
	Imprimantes		
<b>Détecteurs</b>	Fonctionnement		
	Calibration		
	QAP		
<b>Workflow</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>		
<b>Points appréciés par le client</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>		
<b>Points à améliorer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>		
<b>Satisfaction client</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>		

Configuration adéquate pour le mobile dépendant des besoins du client :		✓	✗
	Détecteur 3543		
Détecteur 2530			
Drive Login			
Secure Login			
DAP Enabled			
Auto Protocol Assist			
Repeat Reject Analysis			
DICOM Connectivity			
DICOM Tag			
Dose SR			
AutoGrid			
Quick Enhance			
Critical Care Suite			
Quality Care Suite			
RFID Badge Login			
Audit Logs			
Security			
Remote HIS-RIS			

Commentaire :

Fais-le :

Signature

Annexe 3 : Fiche d'évaluation utilisation mobile Navigate



GE HealthCare



Fiche d'évaluation mobile **NAVIGATE AMX**

Nom de site :

Date de la démo :

<b>Ergonomie</b>				Commentaires
Encombrement du système	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Poids	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Maniabilité	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Interface tactile	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Gestion de l'alimentation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Chargement de batterie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>Utilisation</b>				Commentaires
Facilité d'utilisation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Interface intuitive	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Workflow	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Connectivité (Wifi, RIS, Pacs)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>Performances</b>				Commentaires
Qualité image	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Traitement d'image Helix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Rapport de la dose	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Quality Care Suite	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Critical Care Suite	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Fiabilité et robustesse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Avis Global :

Nom :

Profession :

Signature :