

Rapport de stage de fin d'études

Ingénieur d'Application en Scanner (CT) chez Philips



Réalisé par Cyriane Canada

14 février - 14 juillet 2022

Suiveur UTC : Isabelle Claude, UTC

Tuteur de stage : Nader Taguelmint, Philips Health Systems

Résumé et abstract

Le rôle de l'ingénieur d'application en scanner est indispensable, tant pour l'entreprise que pour les clients, utilisateurs des scanners Philips. En effet, il assure l'accompagnement, la formation et le support pour les manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) et les radiologues. Il possède des connaissances solides sur la physique du scanner ainsi que sur la clinique, permettant de répondre aux demandes de qualités image des radiologues en jouant sur les paramètres techniques. C'est au cours de ce stage de fin d'études en tant qu'ingénieure d'application scanner chez Philips que j'ai découvert le milieu de l'imagerie médicale du côté industriel, ayant obtenu deux ans auparavant un diplôme de MERM. Aux côtés d'autres ingénieurs d'application, je me suis déplacée sur différents sites Philips afin de suivre les équipes pour les former et/ou parfaire leur utilisation du scanner. Ce stage m'a permis de développer des compétences techniques et relationnelles nécessaires au métier d'ingénieur d'application en scanner.

Mots-clés : Scanner, Tomodensitométrie, imagerie médicale, MERM, Philips

The role of the CT clinical application specialist is essential, both for the company and for the customers who use Philips CT scans. They provide guidance, training and support for technologists and radiologists. He has a solid knowledge of the physics of the scanner as well as the clinic, allowing him to meet the image quality demands of the radiologists by adjusting the technical parameters. It was during this internship as a CT clinical application specialist at Philips that I discovered the world of medical imaging from the industrial side, having obtained a technologist degree two years earlier. Alongside other application engineers, I travelled to different Philips sites to follow CT users in order to train them and/or perfect their use of the CT scan. This internship allowed me to develop technical and relational skills necessary for the CT clinical application specialist.

Keywords : CT scan, medical imaging, technologist, Philips

Remerciements

Merci à ma manager, Émilie LEGAY-CROUZET, pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce stage de fin d'études au sein de l'équipe scanner Philips.

Je remercie particulièrement mon tuteur de stage Nader TAGUELMINT qui s'est assuré du bon déroulement de ce stage dans la bienveillance et la bonne humeur.

Je tiens également à remercier toute l'équipe scanner Philips pour m'avoir intégrée aussi chaleureusement durant mon stage. Leur sympathie et leur patience m'ont permis de prendre confiance en moi progressivement au sein de l'équipe.

Merci à Johan MARMOUGET, Jonathan LE GOUESTRE, Marjorie VILLIEN, Steven THEBAUT, Florian BOULAY, Sylvain SANS, Evelyne GEORGET, Lionel HENAREJOS, Jérôme PRAT.

Enfin, je remercie Isabelle Claude, ma responsable de master et mon suiveur de stage pour sa présence et son soutien tout au long de mon parcours en master et particulièrement pendant le stage.

Table des matières

INTRODUCTION :	5
I. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE PHILIPS	6
1) PHILIPS.....	6
2) PHILIPS FRANCE COMMERCIAL	7
3) LE MARCHE DE L'IMAGERIE MEDICALE	9
4) ORGANISATION DE L'EQUIPE SCANNER	11
5) LA GAMME DE SCANNERS PHILIPS	13
4.1) <i>Incisive CT : caractéristiques techniques</i>	17
II. MISSIONS REALISEES DURANT LE STAGE	21
1) FORMATION PERSONNELLE THEORIQUE ET PRATIQUE	21
2) PARTICIPATION AUX DEMARRAGES DE SCANNERS	22
2.1) <i>Préparation du démarrage d'un scanner</i>	24
2.2) <i>Démarrage du scanner</i>	26
3) SUIVI DES SITES PHILIPS.....	26
4) MISSIONS MARKETING.....	28
5) PARTICIPATION A UNE MASTERCLASS MANIPULATEURS A MARSEILLE	32
6) PRE-FORMATION DES UTILISATEURS DE L'INCISIVE CT	33
III. BILAN PERSONNEL ET PROFESSIONNEL	34
1) COMPETENCES ET COMPORTEMENTS ACQUIS	34
2) COMPETENCES ET COMPORTEMENTS À ACQUERIR	35
3) APPORT DE LA FORMATION DU MASTER POUR LE STAGE :	36
IV. CONCLUSION	37
V. BIBLIOGRAPHIE	38

Introduction :

Dans ce rapport je souhaite partager mon expérience en tant que stagiaire Ingénieure d'Application Scanner au sein de l'entreprise Philips France Commercial.

L'imagerie médicale est en pleine évolution depuis plus de 50 ans. Son rôle est crucial dans le diagnostic des pathologies et dans leur suivi. Obtenir la meilleure qualité d'examen possible est une quête constante, au même titre que la volonté de délivrer des doses les plus basses possibles.

Le scanner est l'examen de référence en imagerie. Il permet de visualiser l'anatomie en coupes, de réhausser des lésions lors d'injections de produit et permet aussi une analyse fonctionnelle dans certains cas. C'est l'examen de première intention pour de nombreuses indications comme la recherche d'hémorragie cérébrale chez les patients consommant des anticoagulants, pour la recherche de calcul vésical, recherche de fracture ou encore suspicion d'Accident Vasculaire Cérébral (AVC).

Les scanners se trouvent principalement dans les centres hospitaliers universitaires mais également de plus en plus dans les petits hôpitaux de périphérie ainsi que dans les cliniques. Différentes technologies existent, selon les besoins. Certains modèles sont dédiés à la cardiologie, d'autres permettent d'acquérir des images en double énergie, et d'autres sont plutôt appréciés pour leur rapidité et leur polyvalence dans le cadre des urgences.

Chaque constructeur peaufine ses technologies afin d'améliorer l'expérience patient, la productivité et les probabilités de diagnostic. C'est pourquoi il est indispensable pour les constructeurs d'être auprès des équipes afin d'optimiser le fonctionnement du scanner. Dans ce sens, l'ingénieur d'application intervient dans la formation des médecins et des utilisateurs lors de l'installation et du suivi des scanners.

La première partie de ce rapport présentera Philips et son environnement. Ensuite, les missions que j'ai réalisées durant ce stage seront développées afin de mieux comprendre le rôle de l'ingénieur d'application en scanner. Enfin, un bilan professionnel et personnel permettra de mettre en évidence les compétences et comportements qu'il reste à acquérir et ceux déjà acquis pour exercer ce métier.

I. Présentation de l'entreprise Philips

1) Philips

Historiquement, à sa création en 1891, Philips commercialisait des ampoules. L'effervescence de la révolution industrielle a mené à la construction du premier laboratoire de recherche Philips. En 1918, Philips présente son premier tube à rayons X médical et fait ses premiers pas dans le milieu médical. Par la suite, l'entreprise a commercialisé de nombreux produits électroniques comme des rasoirs électriques, des téléviseurs mais s'est également lancé dans la musique en lançant un label discographique en 1950 [2].

À la suite de l'arrivée en 2011 du nouveau président directeur Frans Van Houten, l'entreprise a progressivement concentré son activité dans le domaine de la santé.

Philips s'organise autour de trois activités (figure 1) :



Figure 1 : Activités de l'entreprise Philips [source : auteur]

C'est dans la division Healthcare que se trouve l'imagerie médicale.

2) Philips France Commercial

En France, la société Philips France Commercial est dirigée par David Corcos depuis 2016. En 2020, l'entreprise employait environ 81 600 personnes pour un chiffre d'affaires de 19 535 milliard d'euros [3]. Le siège social (figure 2) se situe à Suresnes, au 33 rue de Verdun.



Figure 2 : Siège social de Philips à Suresnes (Hauts de Seine) [2]

Philips France Commercial se divise en 3 branches distinctes (figure 3) :

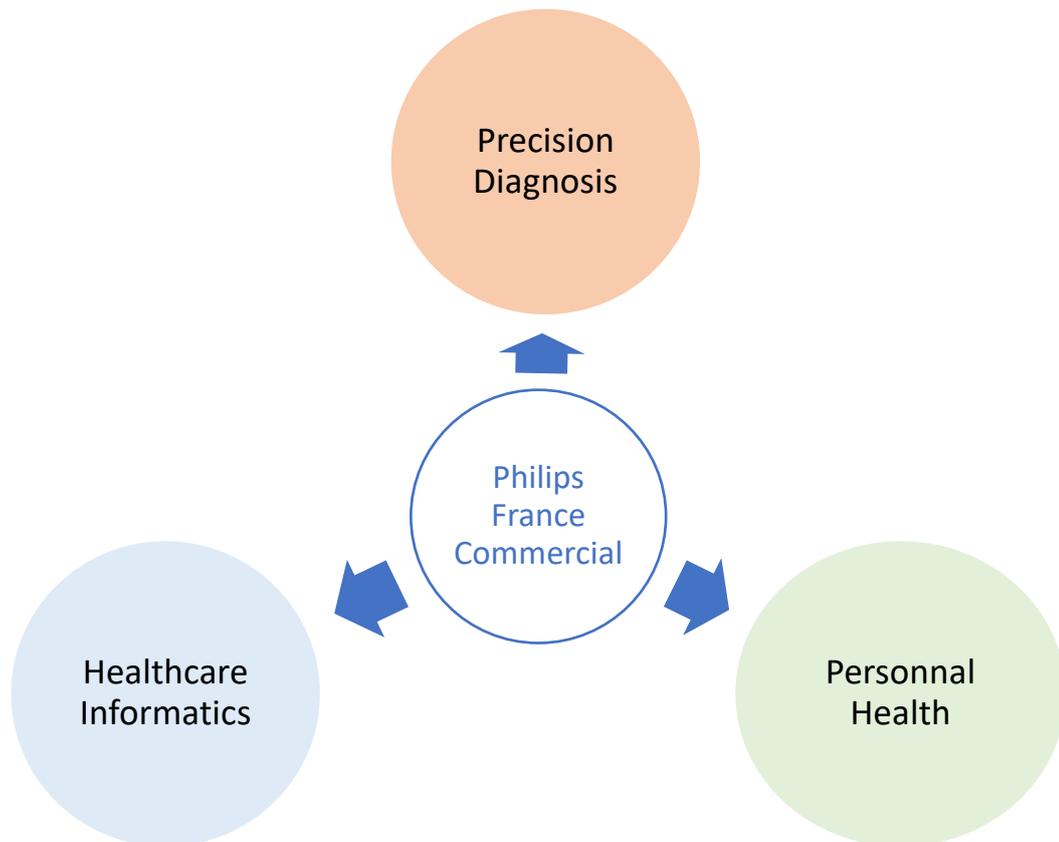


Figure 3 : Les 3 branches de Philips France Commercial [source : auteur]

- Precision Diagnosis : regroupe toutes les modalités d'imagerie : scanner, IRM, ultrasons, radiologie conventionnelle, solution d'imagerie pour la radiologie interventionnelle.
- Healthcare Informatics : regroupe les solutions informatiques comme le PACS mais aussi la division Connected Care qui contient les systèmes de monitoring, et les solutions pour accompagner les patients souffrant de troubles respiratoires du sommeil, d'insuffisance respiratoire chronique ainsi que les défibrillateurs.
- Personal Health : cette division regroupe tous les produits bien-être : brosses à dents électriques, rasoirs, épilateurs à lumière pulsée, etc...

En tant que stagiaire Ingénieur d'Application Scanner, je fais partie de la branche Precision Diagnosis dont voici l'organigramme (figure 4) :



Figure 4 : Organigramme de Philips

[source : auteur]

3) Le marché de l'imagerie médicale

A l'échelle mondiale, le marché de l'imagerie médicale est estimé à plus de 20 milliards d'euros [10]. En France, le marché est partagé entre 4 constructeurs : Philips, General Electric Healthcare, Siemens Healthineers et Canon.

Chaque constructeur propose différentes innovations technologiques dans le but d'être le leader dans le secteur du scanner.

La dernière innovation en date est celle de Siemens Healthineers qui a récemment commercialisé le Naeotom Alpha (figure 6), le premier scanner à comptage photonique. Ce type de scanner est l'évolution du scanner spectral, il permet de quantifier l'énergie de chacun des photons transmis. Seul le Centre Hospitalier Universitaire de Lille en est équipé pour le moment car cette machine est très onéreuse. Comme on peut le remarquer, c'est une révolution en termes de qualité image (figure 7). Cette innovation a creusé l'écart entre Philips et Siemens Healthineers car pour le moment Philips ne commercialise pas son scanner à comptage photonique qui est uniquement utilisé pour de la recherche clinique aux Hospices Civils de Lyon.



Figure 6 : Naeotom Alpha, scanner à comptage photonique par Siemens Healthineers [1]



Figure 7 : Images réalisées par le Naeotom Alpha, Siemens Healthineers [1]

Face à ces nouveautés, Philips peut compter sur ses technologies performantes qui lui permettent de conserver une part de marché considérable dans le milieu de l'imagerie médicale. Comme notamment le premier scanner spectral à double couche de détecteurs IQon Spectral CT puis CT 7500, qui permet de s'affranchir de tous les inconvénients rencontrés avec les autres technologies.

Le Spectral CT 7500 a d'ailleurs reçu un Minnie Award dans la catégorie « Best New Radiology Device of 2021 ».

4) Organisation de l'équipe scanner

La branche modalités est donc divisée en 3 segments :

- Diagnostic Imaging (42% des ventes) [3]
- Image-Guided Therapy (31% des ventes) [3]
- Ultrasound (19% des ventes) [3]

Je détaillerai uniquement celle dont j'ai fait partie, l'équipe scanner (CT), elle est composée de 27 membres, dont voici les différents postes :

- **Technicien** : Il possède les compétences et connaissances techniques sur les différents modèles de la gamme de scanner Philips. Il a la capacité de diagnostiquer une panne et de la résoudre. Il est en charge de plusieurs machines dans leur région et gère les installations planifiées mais aussi les pannes techniques imprévues.
- **Ingénieurs d'application (clinical application specialist)** : Il a un rôle de formateur auprès des médecins, des manipulateurs et des physiciens en faisant si besoin des rappels physiques sur la technologie du scanner. Ce métier allie compétences cliniques et techniques. Il s'assure que les paramètres du scanner permettent l'acquisition d'images qui conviennent aux radiologues, et que les doses délivrées sont conformes. L'ingénieur d'application est présent lors des démarrages de nouvelles machines, de

l'introduction de nouveaux logiciels et lorsque le site a une demande particulière comme faire le point avec les équipes pour ajuster des paramètres.

- **Chefs produit (modality specialist)** : Il est spécialiste des scanners Philips, il est en charge des démonstrations produits, et participe activement à la vente. Il répond également aux appels d'offres des centres souhaitant acquérir un scanner.
- **Commercial** : Il est chargé de prospecter pour trouver de potentiels clients dans le but de vendre des solutions d'imagerie. Il travaille régulièrement en binôme avec un modality specialist. Il est en charge de la négociation, la rédaction des contrats et de passer la commande.

Au sein de l'équipe, chaque acteur intervient à un moment particulier du cycle de vie de la machine (figure 8) :

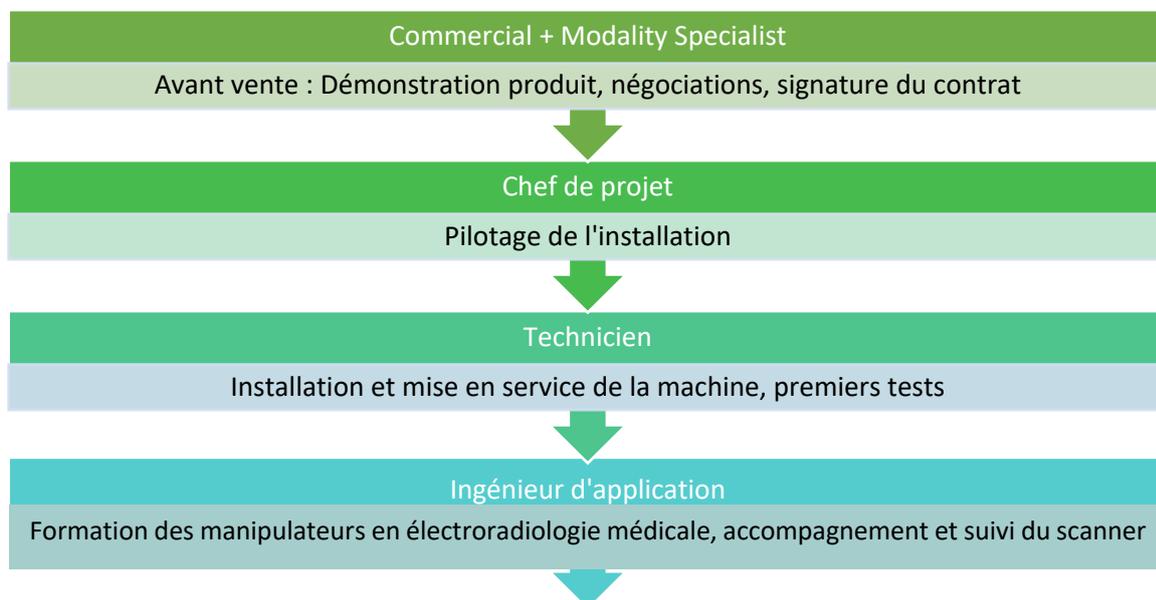


Figure 8 : Les différentes étapes de la vie d'un scanner et leurs acteurs [source : auteur]

5) La gamme de scanners Philips

La gamme de scanners Philips se renouvelle régulièrement, soit par la commercialisation de nouvelle machine, soit par la sortie de mises à jour sur les logiciels d'acquisition et/ou de post traitement.

Actuellement, plus de 1000 systèmes sont installés dans le monde avec une forte concentration en Europe (figure 9). Les systèmes d'imagerie tomodensitométrie Philips se déclinent selon leur utilisation. Il existe des modèles d'imagerie conventionnelle, d'imagerie spectrale et d'imagerie oncologique.



Figure 9 : Base installée de scanners Philips dans le monde [source : interne]

La gamme conventionnelle :

Voici les principaux scanners de la gamme conventionnel, répertoriés dans un tableau avec les informations sur la largeur du tunnel (cm), la vitesse de rotation du tube (secondes pour 1 tour) et le nombre installé en France pour chaque modèle.

Tableau 1 : Principaux scanners de la gamme conventionnelle Philips [source : auteur]

Modèle du scanner	Largeur du tunnel (cm)	Vitesse de rotation du tube (sec pour 1 tour)	Nombre de scanners installés en France
Incisive CT	72	0,5 / 0,4 / 0,35	52
CT 6000 iCT	70	0,27	5
CT 5000 Ingenuity	70	0,5 / 0,75 / 1,0 / 1,15	100

La gamme oncologie :

Tableau 2 : Spécificités du scanner Philips dédié à l'oncologie [source : auteur]

Modèle du scanner	Largeur du tunnel (cm)	Vitesse de rotation du tube (sec pour 1 tour)	Nombre de scanners installés en France
Big Bore RT	85	0,44 / 0,5 / 0,75 / 1,0 / 1,5 / 2.0	60

La gamme spectrale :

Tableau 3 : Scanners de la gamme spectrale de Philips [source : auteur]

Modèle du scanner	Largeur du tunnel (cm)	Vitesse de rotation du tube (sec pour 1 tour)	Nombre de scanners installés en France
IQon Spectral CT	70	0,27	16 (22 prochainement)

Spectral CT 7500 (FOK)	80	0,27	1 (2 prochainement)
---------------------------	----	------	---------------------

Concernant la gamme spectrale, l'iQon Spectral CT est composé d'un détecteur à double couche. Cela permet de discriminer les hautes énergies des faibles, afin d'extraire des données propres à la composition de chaque tissu traversé. Un choix à priori n'est pas nécessaire, cela permet d'obtenir des données spectrales sur 100% des examens.

Ci-dessous un visuel des différents scanners de la gamme Philips (figure 10) :

Incisive CT [4]



CT 5000 [5]



CT 6000 [6]



Big Bore RT [7]



IQon Spectral CT [8]



Spectral CT 7500 [9]



Figure 10 : Les différents scanners de la gamme Philips

L'équipe scanner travaille sur toutes les machines de la gamme, mais dans le cadre de ce stage je me suis concentrée uniquement sur l'Incisive CT. En effet, ce scanner connaît un franc succès pour sa rapidité de déplacement de table, sa qualité d'image grâce à l'intelligence artificielle, ainsi que son ergonomie.

4.1) Incisive CT : caractéristiques techniques

L'incisive CT est doté de la Precise Suite, ce sont des innovations basées sur des réseaux de neurones d'intelligence artificielle qui aident à réduire drastiquement la dose de rayons X tout en augmentant les résolutions spatiale et en contraste pour un meilleur diagnostic.

Cette suite est composée de :

- **Precise Image** : Cet algorithme permet de réduire la dose et le bruit sur l'image et donc d'augmenter la détectabilité à faible contraste, ainsi que de réduire le temps de lecture des images. C'est l'algorithme de reconstruction le plus rapide du marché qui succède à l'algorithme iDose (figure 11).

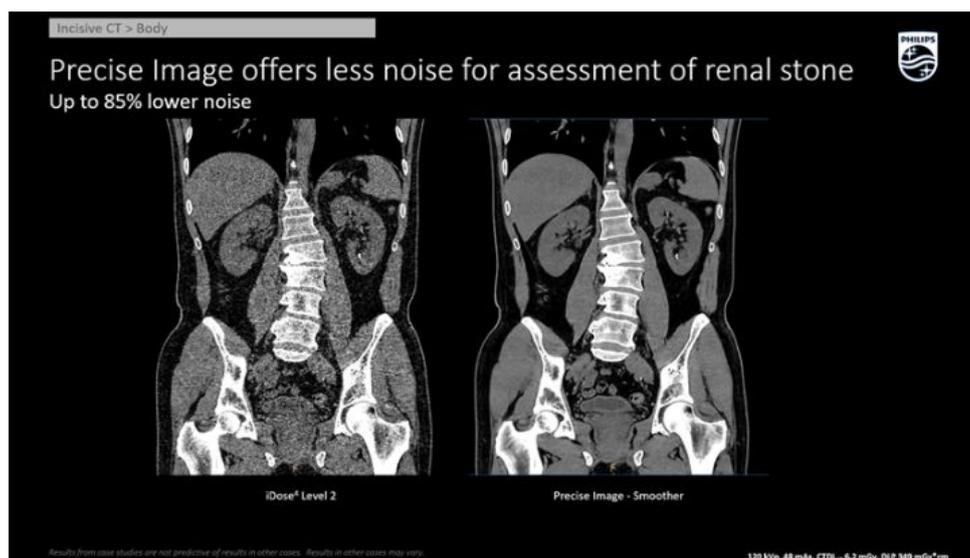


Figure 11 : Comparaison de l'algorithme de reconstruction classique iDose et Precise Image [source : interne]

- **Precise Position** : Il s'agit d'une caméra positionnée au-dessus de la table d'examen, qui va détecter automatiquement la position du patient et le centrer selon l'examen choisi par le MERM. Cela permet d'améliorer la reproductibilité inter-opérateur et de limiter les doses reçues car un mauvais centrage a pour conséquence une augmentation de la dose.
- **Precise Cardiac** : Utilisé pendant ou a posteriori de l'acquisition, cet algorithme corrige le mouvement cardiaque afin d'améliorer la qualité image, même à fréquences cardiaques élevées.
- **Precise Intervention** : Lors d'actes de radiologie interventionnelle scano-guidées comme des biopsies ou infiltrations, cet algorithme permet de suivre l'aiguille du radiologue. Il calcule automatiquement la profondeur, l'angle, et la déviation de l'aiguille par rapport à la trajectoire déterminée par le radiologue. Cela améliore la vitesse et l'efficacité pour des interventions plus sûres.

Également, l'Incisive CT est très efficient grâce à ses performances techniques :

- Le tube à rayons X possède un système de refroidissement rapide ce qui permet d'enchaîner les examens sans risquer une surchauffe du tube qui ralentirait le flux de patients.
- Les détecteurs de l'Incisive NanoPanel Elite sont de haute fidélité et offrent une très bonne résolution spatiale.
- Le taux d'échantillonnage est élevé ce qui augmente considérablement la qualité image.
- La rapidité d'examen grâce à la reconstruction rapide des images et le déplacement de table ultra rapide.

Concernant la qualité image, l'acquisition est très rapide : 128 coupes / 4 centimètres. Ce qui permet une très bonne résolution temporelle. Ce scanner propose des matrices élevées 1024^2 et 768^2 , très utiles pour l'exploration des extrémités et des rochers.

Enfin, l'ergonomie de l'Incisive CT est très intuitive grâce aux deux écrans tactiles de chaque côté du statif permettant d'avoir accès à la liste de patients, à leurs informations et aux différentes cartes d'examen contenues dans le logiciel.

En termes d'utilisation clinique, l'Incisive CT est très polyvalent et permet de réaliser des examens d'excellente qualité pour tout type d'indication. En voici quelques exemples :

- Recherche d'embolie pulmonaire (figure 12) :

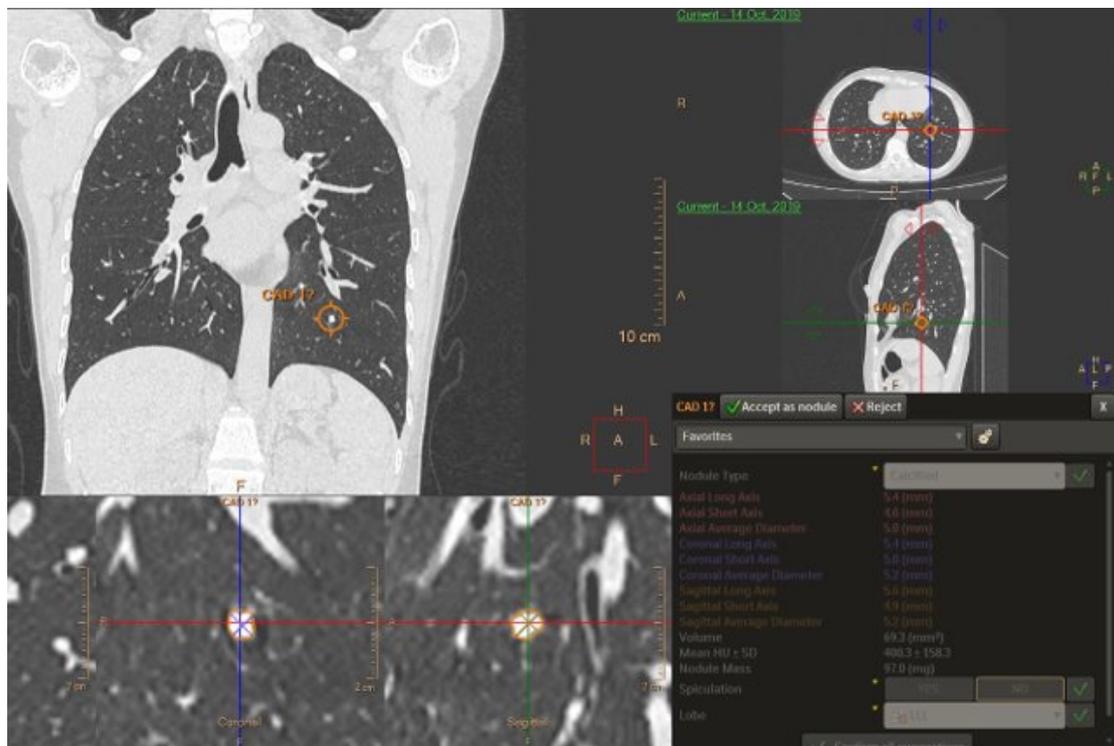


Figure 12 : Image d'un scanner thoracique avec visualisation d'un nodule pulmonaire grâce au logiciel Lung Nodule Assessment [source : interne]

Cet examen est difficile sur la plupart des scanners car lorsque le délai est trop long entre la détection du bolus de produit de contraste et le début de l'acquisition, l'examen peut être raté. Ce n'est pas le cas avec l'Incisive CT qui est très réactif.

- Angio scanner : visualisation des troncs supra aortiques (figure 13)

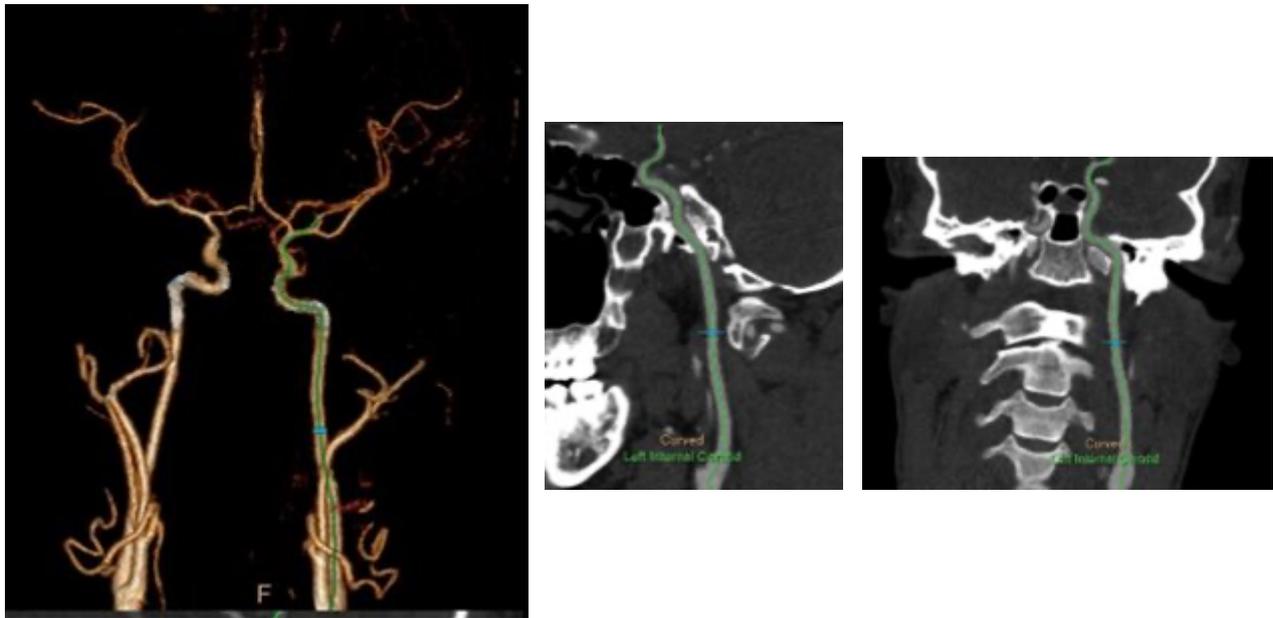


Figure 13 : Reconstruction en 3D des troncs supra aortiques (TSA) à gauche et images scannographiques à droite [source : interne]

- Suivi post craniotomie d'une hémorragie crânienne (figure 14) :

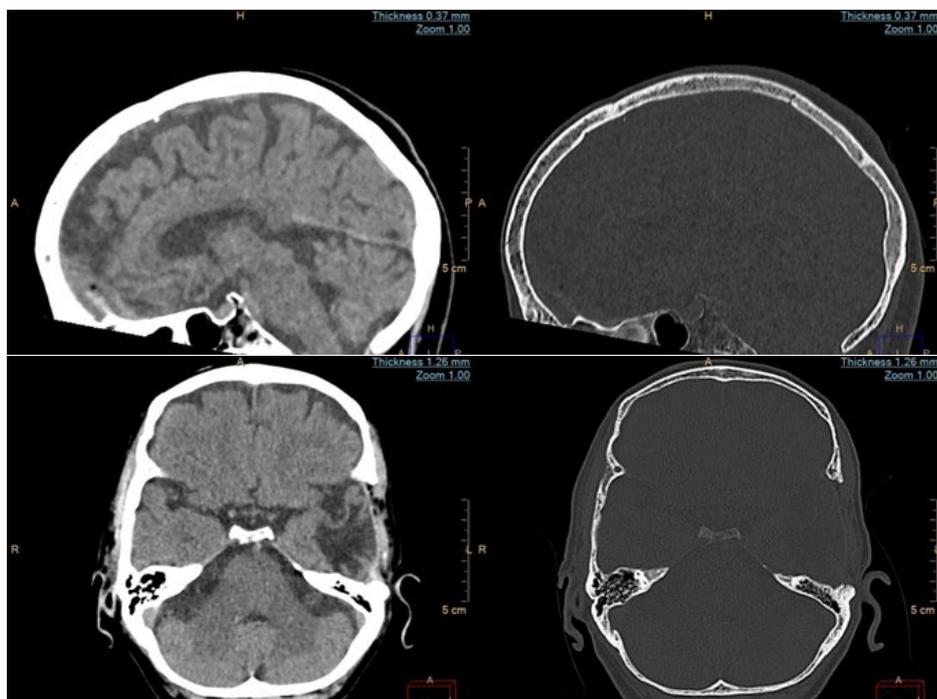


Figure 14 : Suivi post craniotomie d'une hémorragie crânienne [source : interne]

C'est donc sur ce scanner que mes missions se sont concentrées, à travers toute la France et majoritairement en région Sud-Est.

II. Missions réalisées durant le stage

1) Formation personnelle théorique et pratique

Étant diplômée Manipulatrice en Électroradiologie Médicale (MERM), le scanner est une modalité qui m'est familière. Cependant, comme expliqué précédemment, chaque constructeur possède ses spécificités techniques en termes d'acquisition et de reconstruction d'images, ainsi qu'en ergonomie de travail.

Pour me former, je me suis alors basée sur les connaissances acquises lors de ma formation de MERM, notamment pour les notions physiques. Avoir l'expérience et les connaissances apportées par ce diplôme sont un réel avantage dans le métier d'ingénieur d'application scanner.

Suite à cela, je me suis familiarisée avec la gamme de scanners Philips. Je me suis appuyée sur les connaissances de mes collègues mais également sur des ressources disponibles sur une plateforme en ligne recueillant de nombreuses données Philips.

Une des particularités dans cette entreprise est que les stagiaires ne bénéficient pas d'une formation sur les produits. Il faut donc s'adapter et s'autonomiser en allant chercher les connaissances soi-même.

2) Participation aux démarrages de scanners

L'une des missions principales d'un ingénieur d'application en scanner est l'installation d'une nouvelle machine. Il peut s'agir d'un renouvellement, dans ce cas, le scanner précédent était un Philips, ou bien c'est un nouveau site qui ne connaît pas les scanners Philips et donc il faudra partir de zéro.

Durant ce stage, j'ai participé à l'installation d'un scanner à Aubagne et à Vienne et ces deux sites étaient déjà équipés d'un scanner Philips auparavant. Le site de Vienne allait être équipé d'un IQon Spectral CT et Aubagne d'un Incisive CT.

Pour faire face aux retards de livraison des scanners dû à la pénurie de matériaux, Philips a investi en rachetant l'entreprise Agito qui commercialise des poids lourds dotés d'un Incisive CT dans la remorque. Tout est aménagé pour accueillir les patients et pour travailler dans des conditions optimales (figure 15 et 16). C'est une solution temporaire permettant de libérer l'ancien scanner afin de le désinstaller et de patienter jusqu'au prochain, tout en prenant en charge des patients.

Aubagne et Vienne ont bénéficié de ce camion, il fallait donc former les nouveaux utilisateurs sur l'Incisive CT.



Figure 15 : Vue extérieure du camion



Figure 16 : Vue intérieure du camion : salle du scanner

Les conditions sont un peu différentes d'une salle de scanner standard car l'espace est réduit, il faut donc trouver sa place pour accompagner les manipulateurs sans encombrer l'espace. Cependant, le démarrage d'un scanner dans un camion ou dans un service de radiologie requiert les mêmes compétences et se déroule de manière similaire pour l'ingénieur d'application.

2.1) Préparation du démarrage d'un scanner

Lorsqu'un scanner est installé sur un nouveau site, l'ingénieur d'application doit anticiper sa venue et se renseigner sur l'établissement afin de comprendre le contexte et les enjeux s'y rapportant (figure 18). Il est nécessaire de contacter le/la cadre du service de radiologie afin d'échanger sur les habitudes de travail des équipes avec la machine précédente. Cela permettra de connaître leur type d'activité (urgences, rendez-vous programmés, les deux) et le rythme de travail.

Également, l'ingénieur d'application doit se rendre sur place afin d'importer les protocoles des différents examens sur le logiciel du scanner, car en sortie d'usine les scanners possèdent des protocoles qui ne sont pas personnalisés. Voici à quoi ressemble l'interface de l'Incisive CT où se trouvent les différents protocoles (figure 17) :

L'ingénieur d'application peut également être sollicité pour donner aux équipes une préformation spécifique au scanner qui leur sera installé. Nous y reviendrons plus tard dans une partie dédiée.

C'est donc grâce aux discussions avec les manipulateurs, médecins et physiciens que l'ingénieur d'application peut adapter les protocoles des différents examens selon les besoins du site.

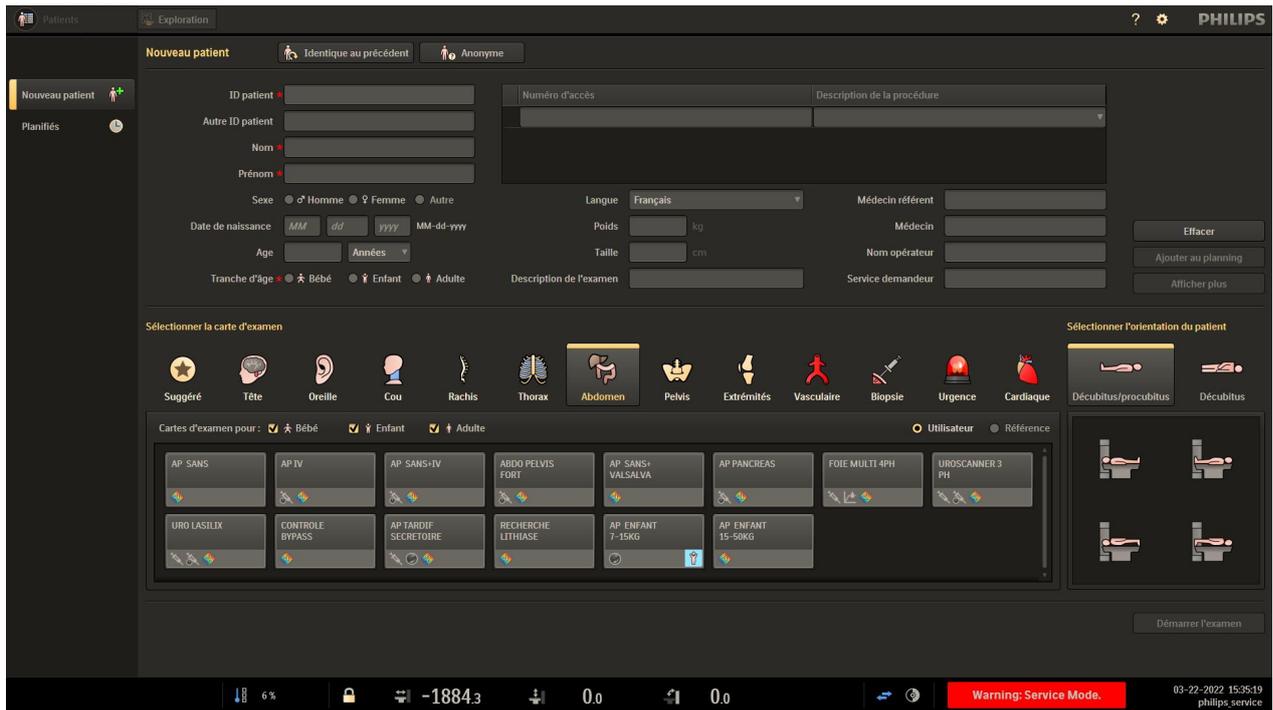


Figure 17 : Interface de l'Incisive CT lors du choix du protocole



Figure 18 : Missions de l'ingénieur d'application avant une installation de scanner

2.2) Démarrage du scanner

Le jour du démarrage du scanner, l'activité est normalement réduite sur les premiers jours afin de laisser le temps aux manipulateurs de se familiariser avec la nouvelle ergonomie de la machine.

L'objectif pour l'ingénieur d'application étant de présenter le scanner en lui-même, comment l'allumer, l'éteindre et comment fonctionne le logiciel. Cette étape commence souvent par une démonstration de l'interface puis, lors de l'arrivée d'un patient, l'ingénieur d'application accompagne pas à pas le manipulateur pour la réalisation de l'examen. Il doit faciliter l'utilisation de la machine en routine, pour que les utilisateurs se sentent à l'aise et capables de l'utiliser seuls.

En parallèle, le radiologue en charge de la vacation analyse la qualité image des examens réalisés. Si des modifications des paramètres sont nécessaires, les ajustements sont réalisés rapidement afin d'obtenir une qualité qui permet de réaliser un diagnostic.

Le personnel compétent en radioprotection (PCR) surveille également les doses dès les premiers examens pour s'assurer que les doses délivrées par la nouvelle machine sont conformes.

L'ingénieur d'application interagit donc avec ces différents interlocuteurs : manipulateurs, radiologues, cadre de service, physicien, PCR.

3) Suivi des sites Philips

L'une des autres missions principales de l'ingénieur d'application est le suivi de scanners sur site. Il s'agit d'établissements où le scanner est installé depuis plusieurs semaines / mois. L'ingénieur d'application se rend sur place afin de faire le point avec les équipes et les médecins et faire des ajustements si besoin.

Cela permet également de passer du temps avec les manipulateurs et de peaufiner leur aisance sur la machine car sur les sites où les manipulateurs sont très nombreux, l'ingénieur ne peut pas tous les voir en une semaine de présence lors du démarrage.

Lors de ce stage, j'ai participé au suivi des sites suivants :

Montpellier

- Nantes
- Aubagne
- Montélimar
- St-Malo
- Quimper

Chaque suivi était en binôme avec un collègue ce qui m'a permis d'acquérir de l'expérience grâce à l'observation et la participation. Les principales remarques faites par les équipes lors des visites de suivi portent sur la qualité des images et leur aspect trop lisse ou trop dur.

La durée d'une visite de suivi peut être d'un à sept jours selon les besoins des équipes.

Afin d'identifier les savoirs nécessaires avant une visite, les missions à réaliser sur place, le résultat attendu ainsi que les éventuelles améliorations, voici un processus d'une visite de suivi (figure 19) :

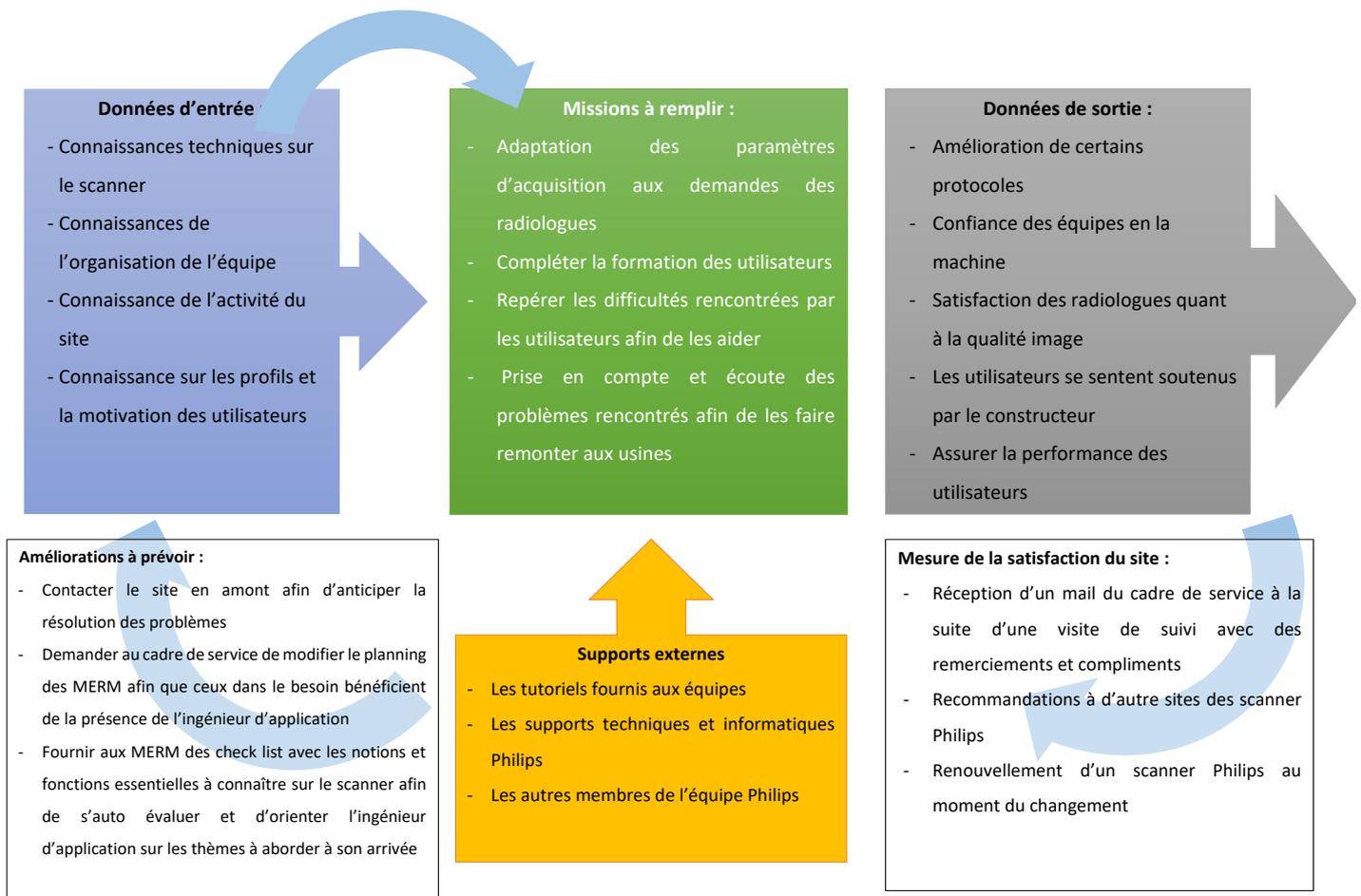


Figure 19 : Processus d'une visite de suivi [source : auteur]

4) Missions marketing

En parallèle des déplacements sur sites, des missions orientées marketing m'étaient confiées. Le but étant de fournir de la documentation et des supports pour les chefs produit et les commerciaux mais aussi pour les manipulateurs.

Voici les missions marketing réalisées durant ce stage :

- **Réalisation de tutoriels sur l'Incisive CT** : L'objectif était de créer un tutoriel étape par étape pour les manipulateurs sur la réalisation d'un scanner du crâne par exemple, afin d'apporter un support même sans la présence de l'ingénieur d'application. J'en ai réalisé pour différentes localisations anatomiques. Cela se présentait sous la forme d'un document PDF, illustré de captures d'écran réalisées sur site lors des déplacements (figure 20).

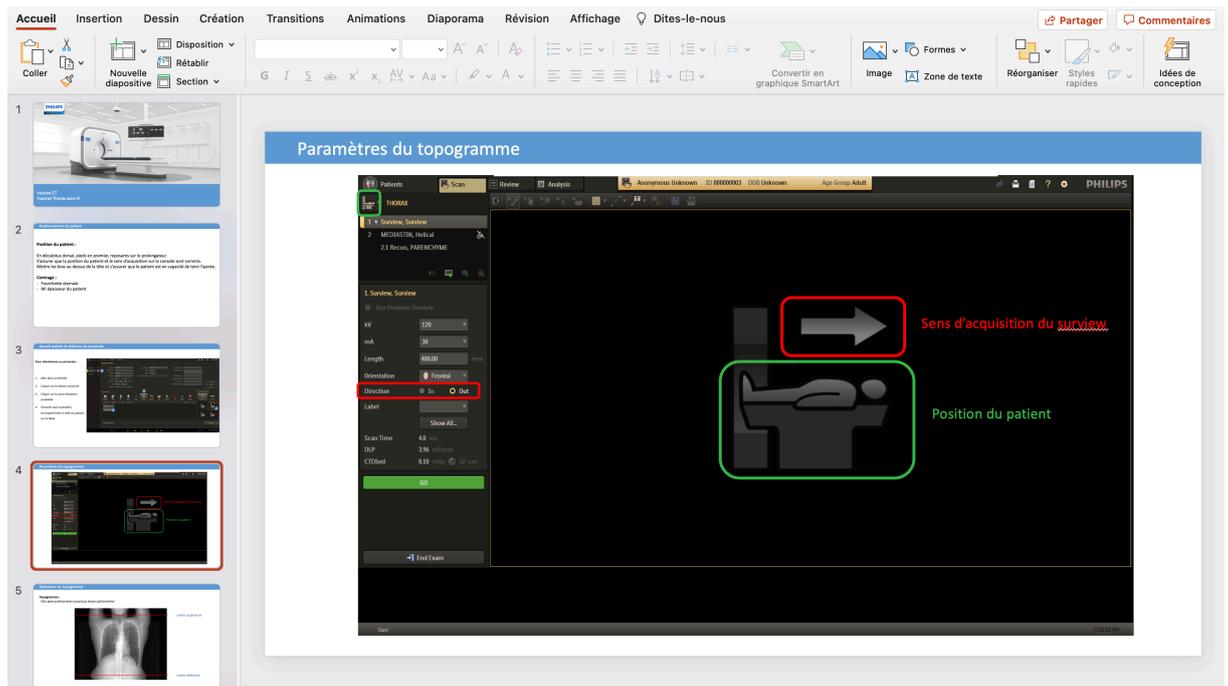


Figure 20 : Tutoriel pour la réalisation d'un scanner thoracique sans injection de produit de contraste

- **Traduction de questions d'évaluation pour le Philips Learning Center :** En collaboration avec une stagiaire en marketing qui n'était pas formée sur le scanner, j'étais chargée de vérifier les traductions de questions qu'elle avait faites. Les questions étaient à l'origine formulées en anglais et provenaient des usines Philips aux Pays-Bas. Les questions concernaient entre autres la physique du scanner, l'anatomie cardiaque, le scanner cardiaque. Il m'a fallu demander de l'aide à un collègue car je ne connaissais pas totalement le vocabulaire anglais du scanner. Voici un exemple de questions dont la traduction était inexacte (figure 21) :

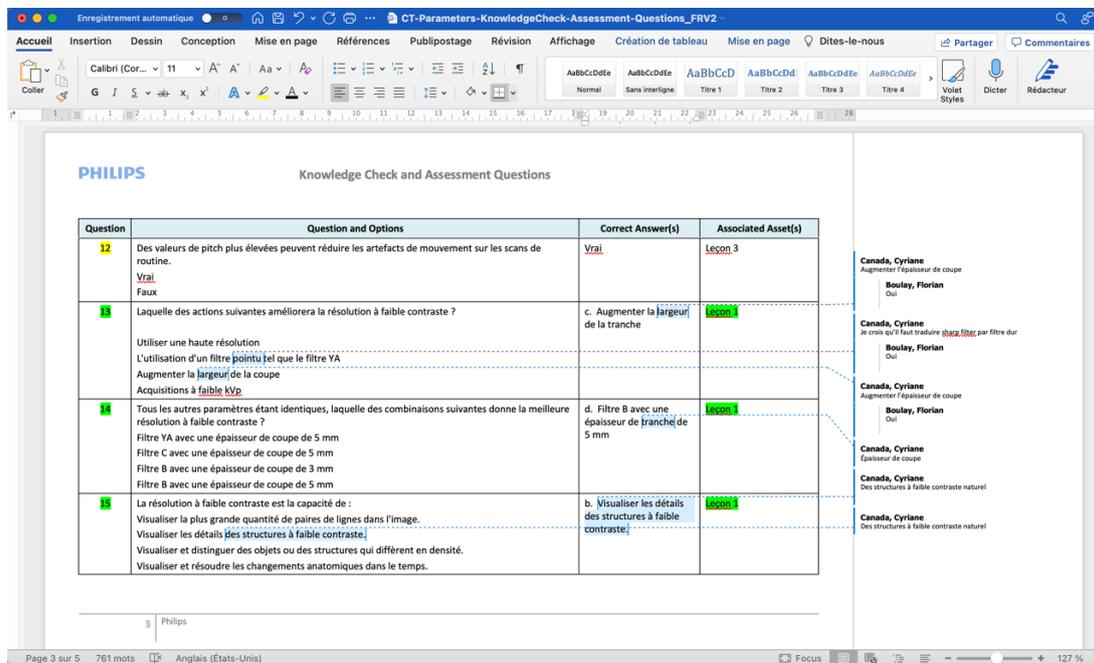
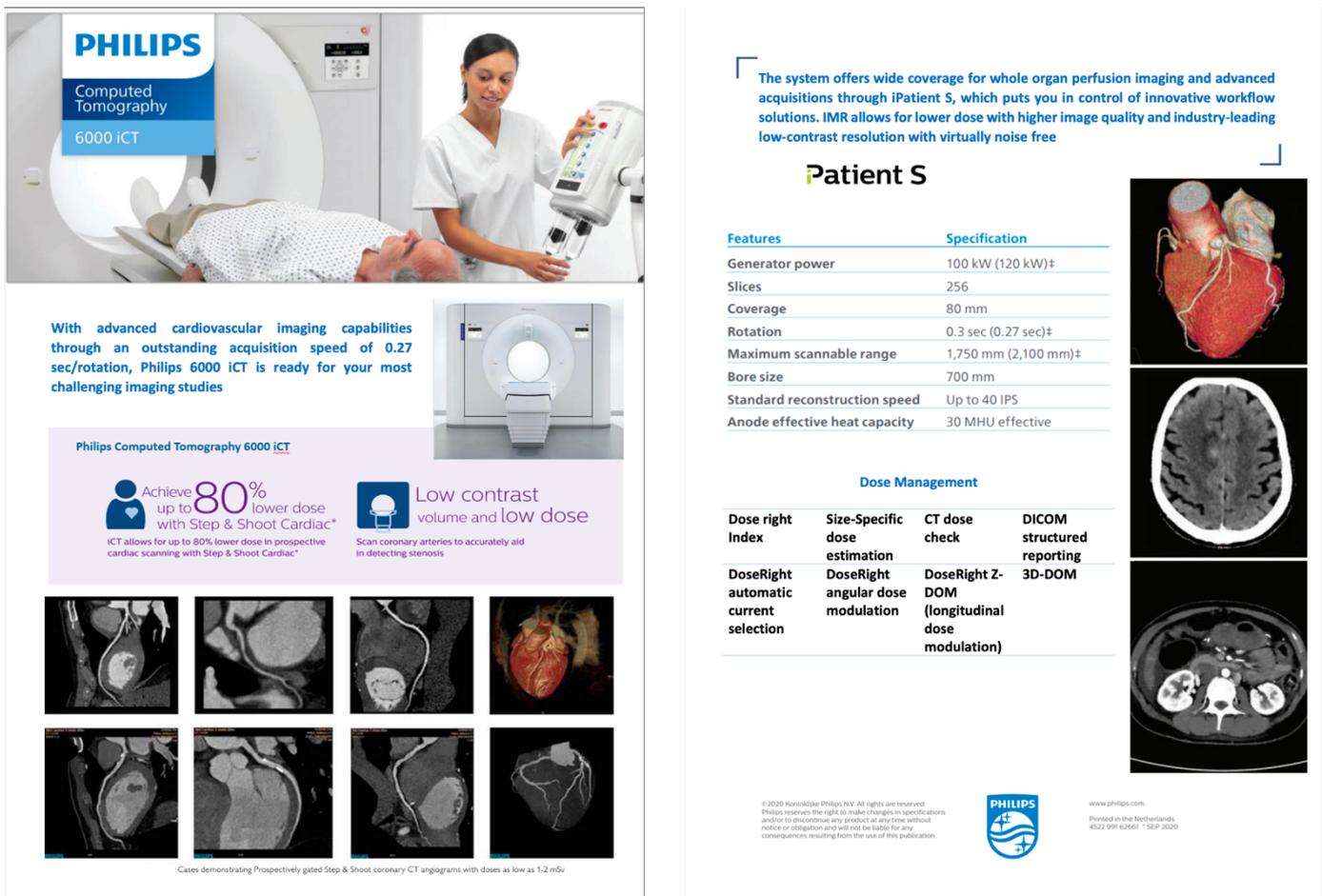


Figure 21 : Exemple de questions traduites de l'anglais à vérifier

- **Réalisation de fiches en anglais et en français, à but marketing, sur plusieurs thèmes :**
 En vue d'un congrès de radiologie, il m'a été demandé de réaliser des fiches PDF de 1 à 2 pages dans le but de les présenter sur une tablette. Les fiches devaient être visuelles et devaient contenir les informations les plus importantes. J'ai donc réalisé une fiche sur chaque scanner ainsi que sur des spécificités Philips : leur algorithme de reconstruction Precise Image, l'option de radiologie interventionnelle, etc...
 Voici la fiche que j'ai réalisé sur le CT 6000 (figure 22) :



PHILIPS
Computed Tomography
6000 iCT

With advanced cardiovascular imaging capabilities through an outstanding acquisition speed of 0.27 sec/rotation, Philips 6000 iCT is ready for your most challenging imaging studies

Philips Computed Tomography 6000 iCT

Achieve up to **80%** lower dose with Step & Shoot Cardiac*
 iCT allows for up to 80% lower dose in prospective cardiac scanning with Step & Shoot Cardiac*

Low contrast volume and low dose
 Scan coronary arteries to accurately aid in detecting stenosis

Features

Features	Specification
Generator power	100 kW (120 kW)±
Slices	256
Coverage	80 mm
Rotation	0.3 sec (0.27 sec)±
Maximum scannable range	1,750 mm (2,100 mm)±
Bore size	700 mm
Standard reconstruction speed	Up to 40 IPS
Anode effective heat capacity	30 MHU effective

Patient S

The system offers wide coverage for whole organ perfusion imaging and advanced acquisitions through iPatient S, which puts you in control of innovative workflow solutions. IMR allows for lower dose with higher image quality and industry-leading low-contrast resolution with virtually noise free

Dose Management

Dose right Index	Size-Specific dose estimation	CT dose check	DICOM structured reporting
DoseRight automatic current selection	DoseRight angular dose modulation	DoseRight Z-DOM (longitudinal dose modulation)	3D-DOM

Cases demonstrating Prospectively gated Step & Shoot coronary CT angiograms with doses as low as 1-2 mSv

©2020 Koninklijke Philips N.V. All rights are reserved. Philips reserves the right to make changes in specifications and/or to discontinue any product at any time without notice or obligation and will not be liable for any consequences resulting from the use of this publication.

PHILIPS
www.philips.com
Printed in the Netherlands. 4522 95H 62661 1 SEP 2020

Figure 22 : Fiche marketing réalisée sur le CT 6000

5) Participation à une MasterClass Manipulateurs à Marseille

L'équipe scanner Philips a organisé la première MasterClass Manipulateurs à Marseille les 13, et 14 mai derniers. Cette master class était dédiée aux retours d'expérience sur l'utilisation de l'Incisive CT. Des manipulateurs de toute la France étaient invités et ces deux journées ont été rythmées par des présentations faites par des manipulateurs et des membres Philips.

On m'a confié la mission de réaliser une présentation « retour d'expérience » sur une nouvelle option pour la radiologie interventionnelle sur l'Incisive CT. J'ai donc réalisé un PowerPoint que j'ai présenté à l'oral lors du congrès (figure 23). Pour cela je me suis déplacée à St Malo afin de faire des vidéos tutoriel car ce site était déjà équipé de la nouvelle option.

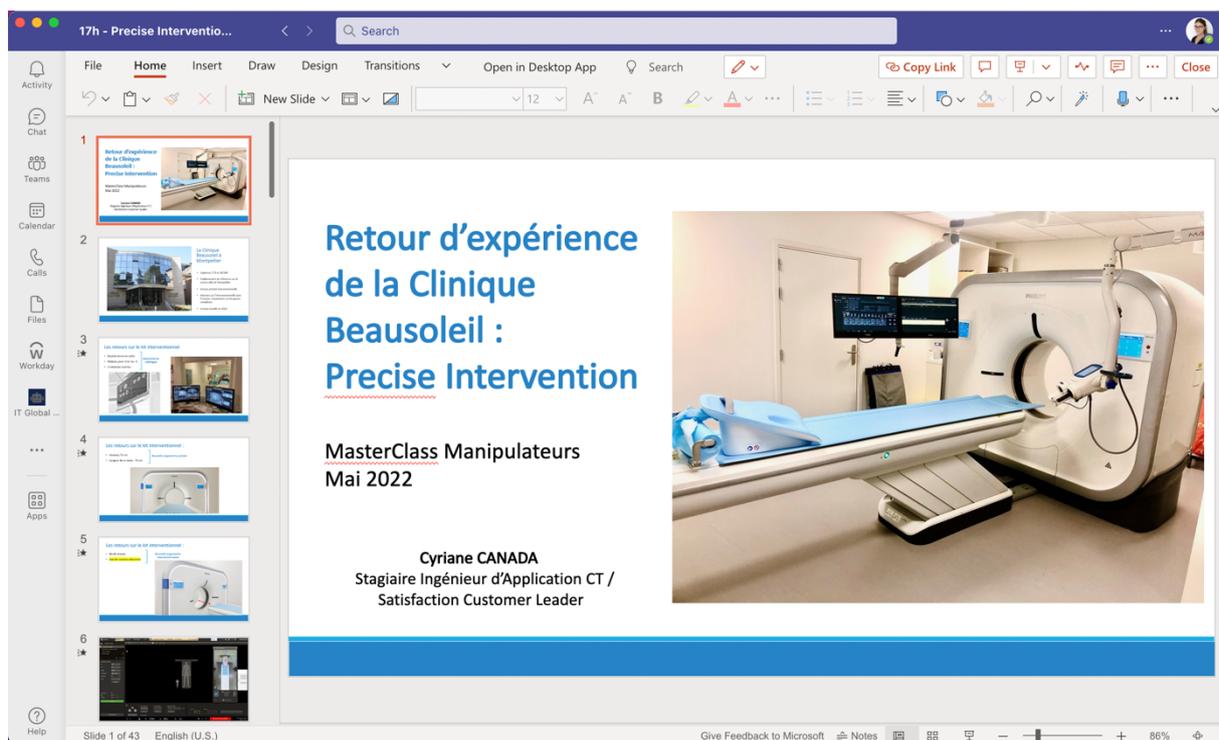


Figure 23 : Présentation effectuée à la MasterClass Manipulateurs de Marseille

6) Pré-formation des utilisateurs de l'Incisive CT

Comme mentionné plus haut, l'ingénieur d'application peut être sollicité pour donner une pré-formation aux futurs utilisateurs d'un scanner.

Pour ma part, j'ai réalisé une pré-formation sur les sites d'Arles et Aubagne. Ces deux sites allant être équipés d'un Incisive CT, c'est donc sur ce modèle que la formation portait. Elle dure environ 2 jours selon les effectifs de manipulateurs et plusieurs sessions sont organisées dans la journée pour accueillir des groupes de 4 à 5 personnes.

La formation commence par la présentation d'un PowerPoint sur les différents logiciels permettant de moduler la dose sur les scanners Philips. Ce sont des notions assez techniques qui permettront aux manipulateurs de comprendre les différents paramètres du scanner.

Ensuite, l'équipe scanner a l'habitude d'utiliser un simulateur du logiciel de l'Incisive CT, c'est un logiciel à installer qui permet de simuler totalement les écrans de la console du scanner.

Cela permet de montrer comment fonctionne l'interface, de simuler la réalisation d'un examen et la reconstruction des images.

Sur la capture d'écran ci-dessous (figure 24) on observe la simulation d'un scanner de l'abdomen avec en bleu le positionnement de la zone d'acquisition dite « boîte d'acquisition », sur une image en 2D du patient servant de repérage.

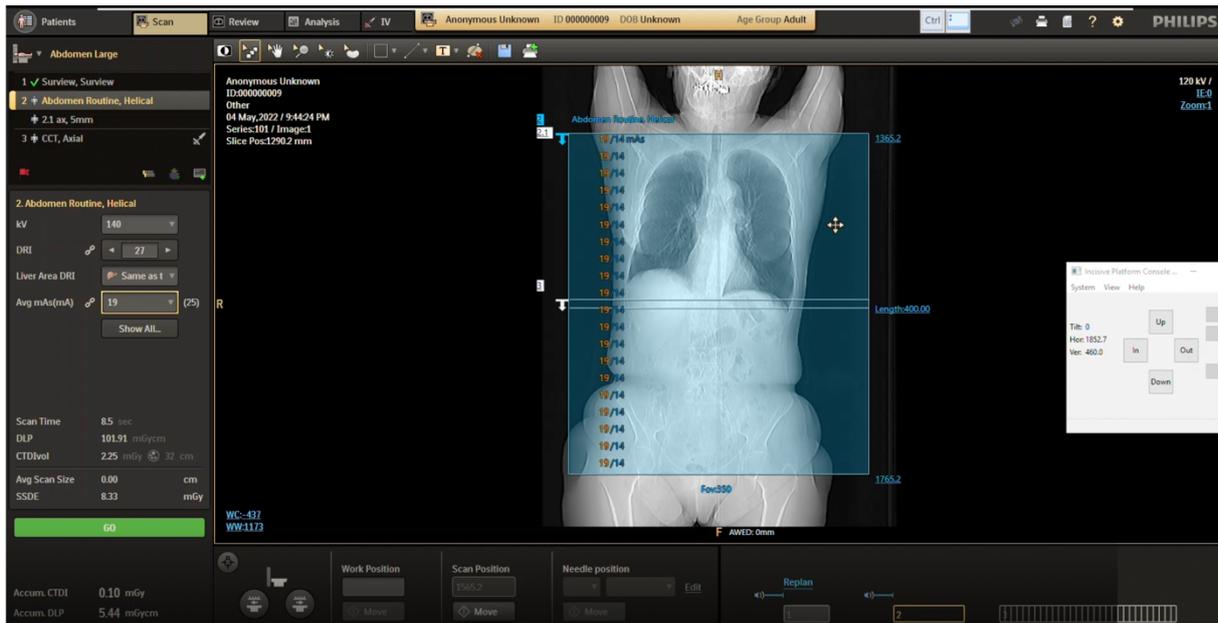


Figure 24 : Capture d'écran du simulateur de l'Incisive CT

III. Bilan personnel et professionnel

1) Compétences et comportements acquis

Ce stage a été ma première expérience en entreprise. Jusque-là, je n'avais réalisé que des stages en milieu hospitalier lors de mes études de MERM. J'ai donc découvert le monde de l'imagerie médicale du côté industriel.

Sur le plan technique ce stage m'a permis de découvrir la gamme de scanners Philips. Je connaissais déjà l'IQon suite à un projet réalisé durant mon master à l'UTC sur le scanner spectral mais je n'avais pas de notion sur les caractéristiques des autres modèles. Grâce aux tâches marketing, j'ai également travaillé sur les modèles des concurrents ce qui me permet d'avoir une vision globale du marché du scanner en France.

J'ai développé des savoirs-faire sur la console d'acquisition de l'Incisive CT, je suis capable de réaliser des examens et de modifier des paramètres d'acquisition, de reconstruction mais

aussi les cartes d'examen pour ajuster la qualité image. Aussi, La réalisation des pré-
formations aux utilisateurs a été très bénéfique pour ma formation. En les réalisant avec un
autre stagiaire, sans ingénieur d'application, cela m'a forcé à maîtriser toutes les notions afin
de les vulgariser pour les rendre plus accessibles. J'ai gagné en autonomie grâce à cela.

Sur le plan humain, j'ai développé des compétences relationnelles. D'une part avec mes
collègues mais aussi avec les clients sur sites. Concernant les relations internes, j'ai été
agréablement surprise par la gentillesse et l'accueil de chacun. J'ai appris à communiquer avec
eux plus facilement et à les solliciter lorsque j'avais besoin d'aide.

D'autre part, les relations avec les professionnels de santé comme les radiologues, cadres de
service et manipulateurs sont très importantes pour le bon déroulement des visites, et en vue
d'un renouvellement de la machine. Il est important lorsque l'on est sur site, de ne pas gêner
le déroulement de la vacation de scanners, mais de parfois s'imposer pour donner des conseils
sur leur façon de travailler. J'ai eu de plus en plus d'aisance à m'imposer aux côtés des
manipulateurs pour travailler avec eux, sans avoir peur de les déranger.

2) Compétences et comportements à acquérir

A la suite de ce stage de fin d'études, je remarque qu'il me reste des points sur lesquels je dois
m'améliorer. En effet, le métier d'ingénieur d'application nécessite un haut niveau de savoirs,
des connaissances sur la physique du scanner, mais également sur le fonctionnement et le
déroulement d'une vacation de scanner.

Certes j'ai le diplôme de MERM, mais je n'ai jamais exercé en tant que tel et j'ai donc un
manque d'expérience sur les habitudes de travail pour les différents examens. Heureusement,
cela se compense grâce au temps passé sur site avec les manipulateurs.

Autre point important, l'ingénieur d'application doit entretenir de bonnes relations avec les
professionnels de santé sur les différents sites. Cela passe par une bonne entente avec les
manipulateurs et un professionnalisme qui permet de résoudre les problèmes efficacement.

Personnellement, j'ai trouvé difficile de me sentir confiante avec les équipes alors que j'avais des lacunes et que je ne pourrais potentiellement pas répondre à toutes leurs questions. Il est évident qu'en début de carrière il est normal d'avoir des lacunes mais je pense que l'absence de formation en début de stage a joué sur la confiance en moi sur les sites. Cependant, cela s'est amélioré au fur et à mesure du stage.

3) Apport de la Formation du master pour le stage :

La formation donnée par l'UTC m'a aidé à en connaître davantage sur les différents acteurs de la santé et de son fonctionnement. Grâce aux différentes interventions de professionnels, j'ai pu avoir une vision globale du milieu biomédical hospitalier mais aussi industriel.

L'enseignement technique fourni par l'UTC m'a aidé dans ce stage, notamment grâce aux cours de physiopathologie, d'imagerie médicale qui m'ont fait un rappel à la suite de mon diplôme de MERM.

Les bases du marketing enseignées ont également été un avantage pour comprendre le langage lors d'échange avec des équipes du marketing mais aussi l'équipe scanner.

Les enseignements sur les appels d'offres et la gestion des dispositifs médicaux dans les hôpitaux ont également été un plus car ils m'ont permis de comprendre qui étaient les acteurs décisionnaires lors de l'acquisition d'un scanner.

La formation accompagnée du stage m'ont permis d'avoir des bagages solides pour débiter ma carrière d'ingénieure d'application.

IV. Conclusion

En conclusion ce stage m'a été très bénéfique sur le plan personnel et professionnel. J'ai découvert le fonctionnement interne d'une entreprise multinationale de dispositifs médicaux. J'ai eu l'occasion de participer à différentes installations, suivis, et missions marketing, en interagissant avec divers acteurs ainsi qu'à des congrès : MasterClass Manipulateurs à Marseille ainsi qu'un congrès à Nice sur le scanner cardiaque.

Cela m'a permis de me rendre compte des enjeux, avantages et inconvénients du métier d'ingénieur d'application. Je suis désormais consciente de l'investissement personnel que représente ce type de métier. Ce stage a été l'occasion de voir l'autre face de l'imagerie médicale, celle du côté constructeur.

Ce stage a été l'occasion de mettre en pratique mes connaissances en imagerie médicale qui sont un réel atout dans ce métier.

V. Bibliographie

- [1] Ifdesign, «Naeotom Alpha,» 2022. [En ligne]. Available: <https://ifdesign.com/en/winner-ranking/project/naeotom-alpha/343477>. [Accès le 21 06 2022].
- [2] Wikipédia, «Philips,» 14 05 2022. [En ligne]. Available: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Philips>. [Accès le 16 06 2022].
- [3] X. Global, «Les leaders mondiaux de la medtech,» 12 2021. [En ligne]. Available: <https://www.xerfi-com.ezproxy.utc.fr/STAMP/PdfEcole/3263870-21XEEE12-clYrEhEd.pdf>. [Accès le 16 06 2022].
- [4] Philips, «Incisive CT» [En ligne]. Available: <https://www.philips.fr/healthcare/product/HC728143/incisivect-scanner-tdm>. [Accès le 16 06 2022].
- [5] Philips, «Gamme de solutions TDM Philips 5000 Ingenuity,» [En ligne]. Available: <https://www.philips.fr/healthcare/product/HCNOCTN193/gamme-de-solutions-tdm-philips-5000-ingenuity-scanner-tdm>. [Accès le 16 06 2022].
- [6] Philips, «Gamme de solutions TDM Philips 6000 iCT,» [En ligne]. Available: <https://www.philips.fr/healthcare/product/HCNOCTN194/gamme-de-solutions-tdm-philips-6000-ict-scanner-tdm>. [Accès le 16 06 2022].
- [7] Philips, «Big Bore RT,» [En ligne]. Available: <https://www.philips.fr/healthcare/product/HC728242/big-bore-rt>. [Accès le 16 06 2022].
- [8] Philips, «IQon spectral CT,» [En ligne]. Available: <https://www.philips.fr/healthcare/product/HCNOCTN284/iqon-spectral-ct>. [Accès le 16 06 2022].
- [9] Philips, «Spectral CT7500,» [En ligne]. Available: <https://www.philips.fr/healthcare/product/728333/spectral-ct-7500-philips-all-new-spectral-detector-ct-750>. [Accès le 16 06 2022].
- [10] B. Actu, «Marché de l'imagerie médicale : chiffres et tendances,» [En ligne]. Available: <https://www.business-actu.fr/marche-de-limagerie-medicale-chiffres-et-tendances.html>. [Accès le 21 06 2022].