

Louvain School of Management

**L'intégration et l'adoption des
innovations technologiques au sein des
hôpitaux belges : Etude de cas du
ParTICLe, premier centre de
protonthérapie en Belgique.**

Auteur : Maxime Jardinet

Promoteur : Bernard Paque

Année académique 2020-2021

Mémoire recherche réalisé en vue d'obtenir le titre de Master en ingénieur de
gestion, à finalité spécialisée

Horaire de jour

Je voulais tout d'abord adresser mes remerciements aux différentes personnes qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

Avant toutes choses, je tiens à remercier mon promoteur, le Professeur Bernard Paque, pour les précieux conseils qu'il m'a donnés tout au long de ce mémoire mais également sa patience et sa disponibilité qui m'ont été très utiles pour la rédaction de ce mémoire.

Ensuite, je voudrais également remercier Monsieur Renaud Mazy, Professeur Xavier Geets, Monsieur Philippe Dehaspe, Monsieur Claude Dupont et Monsieur Cédric Fraselle pour leur disponibilité et pour avoir pris le temps de répondre à mes questions.

Enfin, je remercie mes relecteurs et relectrices, en particulier mes parents, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail et pour les corrections et suggestions qu'ils y ont apporté.

Table des matières

I.	Glossaire	1
II.	Introduction	4
III.	Part 1 : Revue de littérature	6
1.	Contexte.....	6
2.	Innovation.....	8
2.1.	Définition.....	8
2.2.	Formes de l'innovation.....	9
2.3.	Conclusion.....	10
3.	Innovation technologique	11
3.1.	Concept.....	11
3.2.	Qu'est-ce que la 'technologie'	11
4.	Adoption et diffusion de l'innovation	16
4.1.	Les facteurs conducteurs d'une innovation	16
4.2.	Les phases d'adoption	18
4.3.	Critère de réussite d'une innovation.....	19
5.	Innovation au sein des soins de santé	21
5.1.	Qu'est-ce que l'innovation technologique dans le domaine des soins de santé ?.....	21
5.2.	Financement de l'innovation	22
5.3.	Freins à la diffusion de l'innovation.....	24
5.4.	Risques et réglementation.....	25
5.5.	Défis et limites de l'adoption d'innovations dans le domaine des soins de santé.....	27
6.	Modèle utilisé pour l'analyse de l'entreprise	30
6.1.	L'analyse environnementale PESTEL.....	30
6.2.	L'analyse des 5+1 forces concurrentielles de Porter	30
6.3.	L'analyse SWOT	32

IV.	Part 2 : Partie pratique	33
1.	Introduction à la partie pratique.....	33
2.	Présentation du cas utilisé.....	34
2.1.	Protonthérapie.....	34
2.2.	IBA	35
2.3.	ParTICLe	35
3.	Diagnostic stratégique externe.....	36
3.1.	L'analyse environnementale PESTEL.....	36
3.1.1.	Politiques	36
3.1.2.	Economiques	36
3.1.3.	Sociologiques.....	37
3.1.4.	Technologiques.....	38
3.1.5.	Ecologiques	38
3.1.6.	Légaux	38
3.2.	L'analyse des 5+1 forces concurrentielles de Porter	39
3.2.1.	Le pouvoir de négociation des clients – Intensité faible	39
3.2.2.	Le pouvoir de négociation des fournisseurs – Intensité moyenne.....	39
3.2.3.	La menace des produits de substitution – Intensité élevée.....	40
3.2.4.	La menace d'entrants potentiels sur le marché – Intensité faible.....	40
3.2.5.	L'intensité de la rivalité entre les concurrents – Intensité forte	41
3.2.6.	La présence de produits ou services complémentaires – Présence moyenne	41
3.3.	L'analyse SWOT	42
4.	Méthodologie d'analyse des interviews	44
4.1.	Méthode utilisée	44
4.1.1.	Méthode qualitative et méthode quantitative.....	44
4.1.2.	L'entretien semi-directif	44
4.1.3.	Le guide d'entretien.....	45

4.1.4. Constitution de l'échantillon	45
4.1.5. Présentation des acteurs.....	46
4.1.6. Méthode d'analyse utilisée	47
5. Le point de vue des experts	49
5.1. Sur le rôle et l'importance de l'innovation dans les hôpitaux belges.....	49
5.2. Sur la position de la Belgique sur l'échelle mondiale en terme d'innovation au niveau sein des soins de santé	50
5.3. Sur les facteurs influençant le succès ou l'échec de l'adoption d'une innovation	51
5.4. Sur les facteurs qui amènent à l'acquisition d'une innovation.....	53
5.5. Sur la fréquence à laquelle l'hôpital innove	53
5.6. Sur les challenges de l'intégration du ParTICLe.....	54
5.6.1. Financier	54
5.6.2. INAMI	54
5.6.3. Collaboration multisite	55
5.7. Sur les impacts du ParTICLe sur la patientèle	55
5.8. Les indicateurs de succès/échec de la protonthérapie.....	56
5.9. Sur la rentabilité de l'investissement.....	56
V. Conclusions	58
VI. Critiques et limites du mémoire.....	60
VII. Recommandation pour des recherches futures	62
VIII. Bibliographie	63
IX. Annexes	75
Annexe 1. Guides d'interviews.....	75
Annexe 1.1. Guide d'interview – CEO St-Luc.....	75
Annexe 1.2. Guide d'interview – Médecin St-Luc	75
Annexe 1.3. Guide d'interview – CFO St-Luc.....	76
Annexe 1.4. Guide d'interview – IBA	76

Annexe 1.5.	Guide d'interview – Responsable Innovation St-Luc	77
Annexe 2.	Retranscription interviews	78
Annexe 2.1.	Interview Renaud Mazy - CEO – Cliniques Universitaire St-Luc.....	78
Annexe 2.2.	Interview de Xavier Geets – Chef de service en radiothérapie à St Luc	82
Annexe 2.3.	Interview Philippe Dehaspe – CFO St-Luc.....	88
Annexe 2.4.	Interview de Claude Dupont - Proton Therapy Sales Director – IBA	90
Annexe 2.5.	Interview Cédric Fraselle – Ancien responsable de projet à St-Luc.....	104
Annexe 3.	Matrices de synthétisation des interviews	109
Annexe 3.1.	Présentation des intervenants	109
Annexe 3.2.	L'innovation au niveau des soins de santé en Belgique.....	111
Annexe 3.3.	L'intégration du ParTICLE.....	117

I. Glossaire

IBA	IBA (Ion Beam Applications SA) est une société de technologie médicale basée à Louvain-la-Neuve.
Big Data	Le big data est un domaine qui traite des moyens d'analyser, d'extraire systématiquement des informations ou de traiter d'une autre manière des ensembles de données trop volumineux ou trop complexes pour être traités par les logiciels d'application traditionnels de traitement des données.
Break Even Point	Le seuil de rentabilité en économie et en affaires est le point auquel le coût total et le revenu total sont égaux.
Business Model	Le terme "Business Model" désigne le plan d'une entreprise pour réaliser des bénéfices. Il identifie les produits ou services que l'entreprise prévoit de vendre, le marché cible qu'elle a identifié et les dépenses prévues.
Cashflow	Le flux de trésorerie est le montant net des liquidités et des équivalents de liquidités qui sont transférés dans et hors d'une entreprise
CEO	Chief Executing Offer ou PDG est la personne qui est responsable en dernier ressort des décisions commerciales d'une entreprise, y compris celles concernant les opérations, le marketing, le développement commercial, les finances, les ressources humaines, etc.
CFO	Le directeur financier (CFO) est l'agent d'une entreprise qui a la responsabilité principale de la gestion des finances de l'entreprise, y compris la planification financière, la gestion des risques financiers, la tenue des registres et les rapports financiers.
Deep Learning	L'apprentissage profond est une fonction d'intelligence artificielle (IA) qui imite le fonctionnement du cerveau humain dans le traitement des données et la création de modèles à utiliser dans la prise de décision.
Framework	Cadre Théorique d'un modèle
INAMI	L'Institut national d'assurance maladie invalidité (Sécurité sociale belge)
KUL	KU Leuven ou Katholieke Universiteit Leuven (Basé à Leuven)

OCDE	L'Organisation de coopération et de développement économiques est une organisation économique intergouvernementale.
OMS	L'Organisation mondiale de la santé est une institution spécialisée des Nations Unies chargée de la santé publique internationale.
ParTICLe	ParTICLe signifie Particle Therapy Inter-university Centre Leuven = Le Centre interuniversitaire de thérapie par particules de Louvain (ParTICLe)
PESTEL	Une analyse PESTEL est un cadre ou un outil utilisé pour analyser et surveiller les facteurs macro-environnementaux qui ont un impact sur une organisation.
ProteusONE	C'est une technologie compacte de protonthérapie créée par IBA
R&D	La Recherche et le Développement (R&D) comprennent les activités que les entreprises entreprennent pour innover et introduire de nouveaux produits et services.
Shift	Une séance de travail menée par plusieurs personnes ensemble, un groupe, une équipe.
Spin-off	Une spin-off est une entreprise créée à partir de connaissances et de technologies issues de la recherche. C'est ainsi que l'université envoie directement ses activités scientifiques de haut niveau dans la société, en veillant à ce que les connaissances et les technologies qu'elle développe profitent à l'économie et à l'industrie.
SWOT	SWOT est l'abréviation de Strengths (forces), Weaknesses (faiblesses), Opportunities (opportunités) et Threats (menaces). Une analyse SWOT est donc une technique permettant d'évaluer ces quatre aspects d'une entreprise.
Technologie hard	Les technologies matérielles sont des composants tangibles, il s'agit des machines dans les usines, des outils, des équipements de production, etc.
Technologie soft	La technologie "Soft" fait référence aux connaissances technologiques, aux matériaux non tangibles, à l'utilisation administrative ou organisationnelle.

UCL

UCLouvain ou Université Catholique de Louvain (basé à Louvain-la-Neuve)

II. Introduction

« Encouragez l'innovation. Le changement est notre force vitale, la stagnation notre glas. » (David M. Ogilvy)

L'homme a, par nature, un appétit et un désir d'inventer, de créer et d'innover (Pavie, Jouanny, Carthy & Verez, 2015). Ces capacités à innover ont permis à l'homme de transformer le monde en une société dans laquelle les découvertes scientifiques, les avancées technologiques et les innovations de produits, de procédés, d'organisation et même de marketing en font partie intégrante (Owen et al., 2013).

Au cours des trente dernières années, l'innovation est devenue le synonyme du développement des nations, du progrès technologique et le moteur du succès des entreprises et organisations diverses. De nos jours, l'innovation n'est pas simplement la "création de quelque chose de nouveau", mais aussi une formule gagnante pour la résolution de toute une série de problèmes. Le terme "innovation" est de plus en plus souvent utilisé - par les décideurs politiques, les spécialistes du marketing, de la publicité et les consultants en gestion - non pas comme un concept scientifique strict, mais comme une métaphore, une promesse politique, un slogan ou un mot à la mode (Kotsemir & Abroskin, 2013).

Lorsqu'une innovation réussie, capable de perturber le marché, se produit, la question n'est pas de savoir si elle va réussir, mais quand et comment. L'innovation réside dans ce dilemme entre la satisfaction de ce qui est et le risque de rechercher ce qui peut être. Le fait que la science médicale soit liée au corps humain pourrait être l'une des raisons de la culture de résistance au changement qui a caractérisé le secteur médical. Depuis 1995, l'accès au meilleur standard de soins santé possible a été établi comme un droit de l'homme par l'Organisation Mondiale de la Santé. Même si de nombreuses raisons font qu'il est loin d'être atteint, l'innovation constitue l'un des meilleurs moyens d'y parvenir.

En observant les nouveaux produits et services dans le secteur médical, on constate que l'innovation dans les soins de santé est souvent liée à l'amélioration technologique. En conséquence, les soins de santé sont devenus de plus en plus coûteux et, dans le monde entier, les dépenses pour la santé augmentent dans le but honorable, mais non atteint, d'assurer le bien-être. À l'inverse, des frais plus élevés ne sont pas nécessairement synonymes de services de meilleure qualité, car le secteur est encore caractérisé par de grandes proportions de gaspillage et d'inefficacité, du moins dans de nombreux pays à revenu élevé. Ces défis peuvent être qualifiés d'universels, car la santé se traduit par des besoins similaires dans le monde entier.

Pourtant, les processus d'innovation pour répondre à ces besoins diffèrent d'un contexte à l'autre, ce qui se traduit par des résultats contrastés. L'amélioration est synonyme de performance et la croyance instinctive, mais confuse, pourrait être que les améliorations technologiques sont synonymes de performances plus élevées. En effet, la manière dont l'innovation est poursuivie, c'est-à-dire le processus et/ou l'état d'esprit, ainsi que la variante d'innovation visée, dépendent largement du contexte et des besoins ciblés. Le résultat obtenu d'un contexte de ressources limitées sera probablement différent de celui conçu par une équipe de R&D disposant d'un budget considérable.

Ce mémoire a pour but d'analyser comment les innovations technologiques sont intégrées et adoptées au sein des hôpitaux et soins de santé belges. Après une revue de littérature sur le sujet, l'analyse va se focaliser sur l'étude du cas du ParTICLe, accélérateur de particules créé par la spin-off de l'UCLouvain, IBA, intégrée au service de radiologie oncologique des Cliniques Universitaires Saint-Luc.

III. Part 1 : Revue de littérature

1. Contexte

Afin de continuer à fournir des soins adéquats à la population sans augmenter inutilement les dépenses, le système de santé belge doit s'adapter à l'évolution de l'environnement.

Il est nécessaire de rechercher une plus grande efficacité et une réduction des coûts, tout en offrant la meilleure qualité possible. C'est ainsi que la valeur est créée pour la société. Pour atteindre cet objectif, l'innovation est indispensable : non seulement dans la technologie de la pratique médicale, mais aussi au niveau de la prévention et de la médication, des méthodes thérapeutiques et de l'organisation. Mais celui qui parle d'innovation doit aussi penser à l'intégration de cette innovation. Des solutions innovantes existent déjà pour mieux dépister, traiter et accompagner les patients et pour réduire les coûts de fonctionnement. Mais elles ne sont pas nécessairement appliquées à grande échelle dans les soins de santé.

Il y a de plus en plus de personnes âgées. Selon l'OMS, le vieillissement de la population observé depuis 2000 devrait se poursuivre. Le nombre de personnes âgées de 80 ans et plus va presque quadrupler dans le monde entre 2000 et 2050. Selon Eurostat, la proportion de personnes âgées de 80 ans et plus en Europe devrait plus que doubler d'ici 2080 et atteindre 13 % de la population totale.

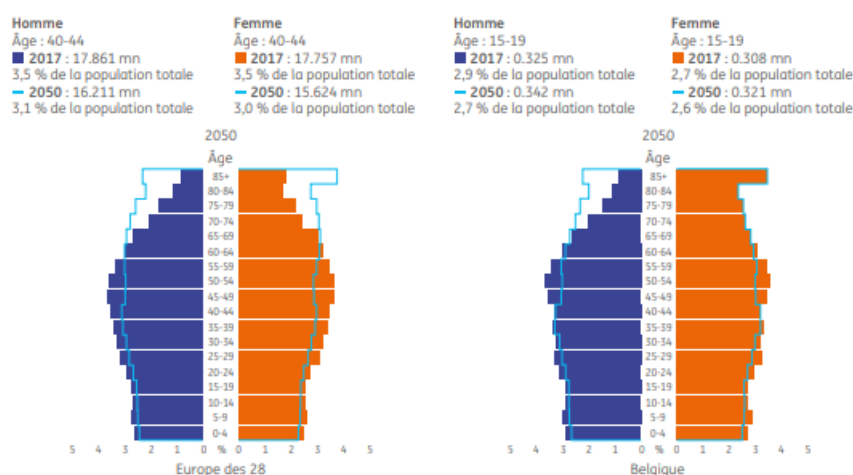


Figure 1: Pyramide de population 2017, projection 2050 (Eurostat)

Dans la société belge, de nouvelles valeurs et attentes modifient la perception des usagers des services de santé. Les valeurs que la société moderne véhiculent sont liées à la demande de transparence, de choix éclairés, de rapidité et d'efficacité. Sur la base de ces valeurs,

les patients adressent à leurs prestataires de soins des demandes similaires à celles qu'ils formulent dans d'autres domaines de leur vie quotidienne (ING Belgique, 2020).

2. Innovation

2.1. Définition

De nos jours, on peut retrouver le mot « innovation » utilisé dans beaucoup de contextes différents. De ce fait, il existe de nombreuses définitions plus ou moins proches les unes des autres.

Une des premières notions d'innovation a été introduite en 1934 par Joseph Schumpeter via le terme bien connu de *nouvelles combinaisons*, qui désigne l'introduction d'une nouvelle manière de combiner des connaissances, des ressources et d'autres facteurs nouveaux ou préexistants (Hagedoorn, 1996). Il met également en lumière la différence entre une innovation et une invention, décrivant la première comme devant *être réalisée dans la sphère économique et dans un but commercial*, alors qu'une invention peut, en principe, *être réalisée partout et sans aucune intention de commercialisation* (Shah, Gao, & Mittal, 2015). La définition de l'innovation de Schumpeter a été très largement critiquée et décrite comme étant trop étroite. En d'autres termes, si l'on s'en tient aux contributions de Schumpeter, l'invention est liée à la première fois qu'une idée apparaît alors que l'innovation correspond à la première fois que cette idée est appliquée, c'est-à-dire mise en œuvre dans un contexte organisationnel (Fagerberg, Mowery, & Nelson, 2005).

Un demi-siècle plus tard, en 1985, Peter Drucker a proposé une définition plus inclusive, élaborant le lien entre l'innovation et l'entrepreneuriat initialement décrit par Schumpeter. Il a décrit l'innovation comme un outil permettant aux entrepreneurs de trouver de nouvelles opportunités commerciales créées par de *nouvelles combinaisons* de technologies, de produits, etc. associées à un processus discipliné et systématique (Drucker, 2014). Une autre définition, plus largement acceptée, a été donnée par West, décrivant l'innovation comme *l'introduction intentionnelle et l'application au sein d'un rôle, d'un groupe ou d'une organisation, d'idées, de processus, de produits ou de procédures, nouveaux pour l'unité d'adoption pertinente, conçus pour bénéficier de manière significative à l'individu, au groupe ou à la société au sens large* (West, 1990). En outre, la notion de *perception* est importante, car une idée ou une invention peut être ancienne en termes de temps écoulé, mais sa mise en œuvre peut être perçue comme nouvelle par un individu, ce qui en fait une innovation (Rogers, 2003).

Au XXI^e siècle, une multitude d'écrits sur l'innovation ont été rédigés par divers auteurs, allant des acteurs supranationaux jusqu'aux universitaires. Le Manuel d'Oslo de l'OCDE fournit des lignes directrices pour la collecte et l'interprétation des données sur l'innovation. En d'autres

termes, d'autres institutions peuvent suivre son cadre pour effectuer la collecte de données sur l'innovation. En 2018, la 4e édition du Manuel d'Oslo de l'OCDE propose une définition générale de l'innovation comme suit :

"Une innovation est un produit ou un processus (ou une combinaison de ceux-ci) nouveau ou amélioré qui diffère sensiblement des produits ou processus précédents de l'unité et qui a été mis à la disposition des utilisateurs potentiels (produit) ou mis en service par l'unité (processus)." (OCDE & Eurostat, 2018)

L'innovation comporte à la fois une dimension créative (souvent décrite comme "l'invention") et une dimension commerciale ou pratique qui implique l'exploitation de l'invention. Ce n'est que lorsque ces deux dimensions sont gérées efficacement que l'on peut parler d'innovation. Il est donc important de ne pas confondre innovation et invention. Elles sont liées, mais ne sont pas identiques. De nombreuses idées ne dépassent pas le stade de l'invention. Le chemin qui mène à l'adoption peut être long et difficile. Et même lorsque la décision d'adopter a été prise, la mise en œuvre dans la pratique quotidienne et la diffusion dans une population peuvent être difficiles. Cela n'est peut-être nulle part plus vrai que dans le domaine des soins de santé (Barlow, 2017).

2.2. Formes de l'innovation

Nous pouvons également nous pencher sur les formes d'innovation. Les quatre principales formes d'innovation sont :

- **Produits** - objets physiques tangibles (par exemple, des téléphones portables) qui sont acquis et utilisés par le consommateur.
- **Services** - choses intangibles (comme les services bancaires, l'éducation et les soins de santé) où le consommateur bénéficie du service mais n'acquiert pas réellement un objet.
- **Processus** - Équipement, méthodes, systèmes utilisés par le producteur d'un produit ou d'un service.
- **Business Model** – Modèle stratégique de l'entreprise pour créer, fournir, et capturer de la valeur.

Les innovations en matière de services sont souvent négligées parce qu'elles peuvent être moins visibles. L'imagination du public a tendance à s'identifier aux inventions et aux produits tangibles, mais les innovations de service ont également un impact énorme sur nos

vies, pensez à Facebook, EBay, Google. Les innovations de service peuvent être subtiles, émergeant progressivement grâce au développement de compétences individuelles ou de partenariats entre organisations (Tether, 2005).

Les innovations de processus et business model sont encore moins visibles, mais à long terme, leur impact peut être plus important que celui de l'innovation de produits ou de services. Certains ont affirmé que nous sommes dans une nouvelle phase mondiale de révolution des processus en raison de l'impact des technologies de l'information et de la communication sur les modèles d'entreprise et la création de nouvelles entreprises (Barlow, 2017).

2.3. Conclusion

L'innovation va de pair avec la nouveauté, plus précisément la nouveauté perceptible. Bien que Schumpeter ait jeté les bases de la théorie de l'innovation et établi la première distinction entre l'innovation radicale et l'innovation incrémentale, il a suscité la controverse, et d'autres auteurs ont élaboré des théories et des approches complémentaires. L'école de pensée évolutionniste met l'accent sur le rôle du temps, de la technologie et de l'interaction des parties prenantes. Le concept subjectif de temps est une composante particulière de l'innovation, car l'innovation suit un parcours temporel complexe : elle évolue de l'identification du problème à la diffusion et à l'adoption. Cette évolution dépend du type d'innovation, des moyens et des raisons de son existence. L'interaction des théories traditionnelles avec d'autres écoles de pensée a conduit à l'obsolescence des premières ou a enrichi la définition de concepts fondamentaux, tels que la diffusion et l'adoption.

3. Innovation technologique

3.1. Concept

L'innovation est généralement associée à la création d'un marché durable autour de l'introduction d'un produit ou d'un processus nouveau et supérieur. En particulier, dans la littérature sur la gestion de la technologie, l'innovation technologique est caractérisée par l'introduction de nouveaux produits technologiques sur le marché (Carayannis, Samara & Bakouros, 2014). En 1934, Schumpeter définit l'innovation technologique comme étant

« L'introduction sur le marché d'un produit technologiquement nouveau ou sensiblement amélioré ou l'application d'un processus de production technologiquement nouveau ou sensiblement amélioré qui répond à la demande du marché. Elle est le résultat de l'interaction entre les conditions du marché et la possibilité d'exploiter le stock de connaissances techniques et scientifiques. »

L'innovation technologique est une nouvelle technologie qui crée de nouveaux produits et donc de nouvelles opportunités pour l'industrie. C'est la signification fondamentale de l'innovation et la raison pour laquelle elle est importante pour la croissance économique, car elle crée des opportunités commerciales. La technologie a été et restera un moteur essentiel du changement dans notre société.

Depuis les années 1980, l'innovation technologique s'est avérée être le principal moteur qui ouvre la voie à la société. Des produits et des processus continuent à voir le jour, qu'il s'agisse d'alimenter les moteurs des voitures, des avions, des télécommunications ou des formulations pharmaceutiques. Toutes les entreprises doivent leur existence et leur longévité à l'application réussie de la technologie dans la création de nouveaux produits et l'amélioration des processus de production.

3.2. Qu'est-ce que la 'technologie'

Le terme "technologie" est souvent étroitement associé à celui d'"innovation". Nous parlons de l'introduction de nouvelles technologies dans les entreprises de la même manière que nous parlons d'innovation dans les entreprises. Mais technologie et innovation ne sont pas synonymes. Il est important d'avoir une compréhension valable de la technologie et de ses différentes dimensions. La plupart des auteurs concluent que la technologie est un concept vague (Roberts & Grabowski, 1996 ; Orlikowski, 1992). Le consensus est que la technologie consiste à appliquer des connaissances pour résoudre des problèmes. Une première version du

Manuel d'Oslo de l'OCDE considérait la technologie comme "une combinaison holistique de connaissances, de compétences, de routines, de capacités, d'équipements et de pratiques d'ingénierie" (OCDE/EUROSTAT, 2005). Cette définition a été critiquée pour son caractère trop large.

Une distinction est souvent faite entre les technologies "hard", qui sont des artefacts tangibles tels que les ordinateurs ou les téléphones portables, et les technologies "soft", qui sont les connaissances sur le fonctionnement de ces artefacts (Swamidass & Nair, 2004). L'argument est qu'une technologie particulière sera inscrite dans des méthodes de travail qui reflètent les valeurs individuelles, les visions du monde et les procédures et processus organisationnels. Ainsi, la manière dont nous comprenons une technologie, telle qu'un logiciel, peut être fortement influencée par les connaissances qui y sont encodées (Kogut & Zander 1992 ; Blacker 1995 ; Fernandes & Melo Mendes 2003). Il existe une importante littérature sur la relation entre la connaissance, la technologie et l'innovation. Cela se concentre sur des questions telles que la manière dont elle est "explicite", "tacite" ou "contextuelle", si elle est "codée" ou "incarnée", et quelles sont les capacités dont les organisations ont besoin pour sélectionner, adopter ou abandonner la technologie, ou pour soutenir l'amélioration des performances (Barlow, 2017).

- **La connaissance explicite** peut être facilement articulée, codifiée et accessible.
- **La connaissance tacite** est l'opposé de la connaissance explicite ; elle ne peut pas être articulée de manière adéquate par des moyens verbaux.
- **Les connaissances codifiées** sont des connaissances tacites converties en connaissances explicites sous une forme utilisable.
- **Les connaissances incorporées** sont les routines, les habitudes, les tâches et les informations que nous comprenons sans y penser consciemment.
- **La connaissance contextuelle** est une connaissance affectée par l'histoire, la langue et les valeurs de la personne qui la connaît.

Certaines connaissances sont explicites, mais des connaissances tacites ou situationnelles peuvent également être présentes et influenceront leur adoption et leur utilisation (Suchman, 1987). Il est important de reconnaître que les technologies hard et soft sont simplement les deux extrémités d'un continuum, avec des artefacts tangibles à une extrémité et des artefacts

intangibles à l'autre. Comme nous le verrons plus loin, ces distinctions entre les technologies dures et douces et la nature des connaissances sont importantes pour comprendre pourquoi le processus d'innovation dans les soins de santé est différent de celui des autres secteurs de l'économie. La technologie des soins de santé ne peut être définie uniquement en termes d'artefacts physiques. Son pouvoir réside dans les connaissances générales associées à la technologie, dans les compétences et les techniques impliquées et dans la manière dont ces connaissances sont utilisées. Ces connaissances peuvent être adaptées à des conditions spécifiques, en fonction des besoins des patients individuels et des contextes organisationnels. En raison de la nature réflexive de la profession de la santé, elle est également évolutive (Barlow, 2017).

3.3. Types d'innovation - Radicale, incrémentale et autres

Une distinction fréquente est celle entre l'innovation "incrémentale" et "radicale". Pour l'essentiel, l'innovation consiste à exploiter et à articuler des idées pour créer des variations sur un thème au sein d'une technologie ou d'une trajectoire de marché établie (Tidd et Bessant, 2014). De temps en temps, cependant, des percées se produisent et créent une nouvelle trajectoire technologique, et le cycle se répète alors.

La façon dont est conceptualisé le rapport entre l'innovation et la nouveauté est essentiellement une question de jugement. La nouveauté d'une chose dépend du point de vue de chacun sur ce qui est "nouveau". Tant que l'idée est perçue comme nouvelle par les personnes concernées, il s'agit d'une "idée innovante", même si elle peut apparaître aux yeux des autres comme une imitation de quelque chose qui existe déjà ailleurs (Van de Ven et al., 2008). La perspective de la recherche sur l'innovation est généralement celle de l'adoptant. La nouveauté est liée à la perception de l'adoptant, qu'il s'agisse d'un individu, d'une entreprise ou d'un autre type d'organisation. Un produit ou un processus innovant peut déjà exister ailleurs. Toutefois, sa nouveauté peut être pertinente pour une industrie ou un écosystème technologique particulier (Barlow, 2017). Un modèle bien connu est celui qu'utilise Gailly (2019), qui classe les innovations en fonction de leur nouveauté pour l'environnement d'une entreprise ou de leur nouveauté pour l'organisation opérant au sein de cet environnement. Une nouvelle ligne de produits peut être nouvelle pour une entreprise et l'obliger à développer l'innovation en interne, mais le produit peut déjà être bien établi pour d'autres entreprises. Une entreprise peut aussi développer un produit plus ancien pour le repositionner et créer quelque chose de nouveau pour le marché. Selon Cooper (2013), les améliorations et les modifications apportées aux produits

existants, "l'innovation incrémentale", ont connu une forte croissance depuis les années 1990, au détriment des innovations nouvelles pour le monde et le marché.

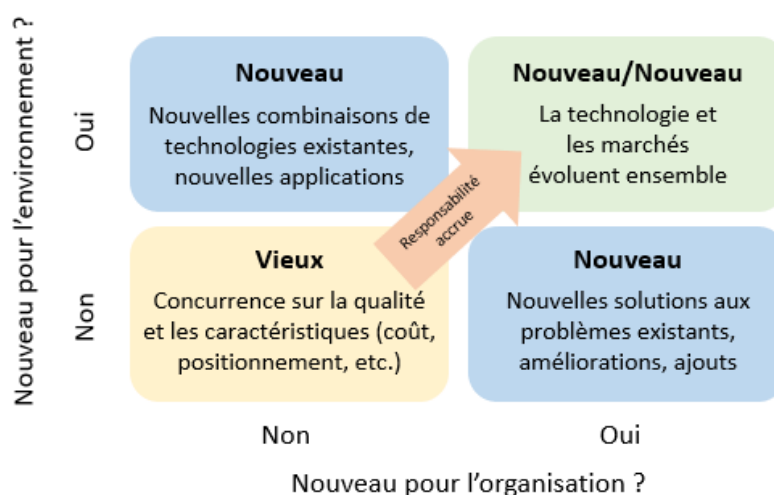


Figure 2: Nouveauté de l'innovation (Gailly, 2019)

Freel et de Jong (2009) classent les innovations en fonction de la nouveauté du résultat et de la mesure dans laquelle l'activité innovante implique qu'une organisation ou une entreprise doit acquérir de nouvelles capacités - expertise, équipement ou connaissances. Les innovations qui sont nouvelles pour l'entreprise, mais pas pour le marché, peuvent simplement nécessiter une augmentation de ses capacités et de sa compétitivité ; les innovations radicales sont non seulement nouvelles pour le marché, mais exigent également que l'entreprise développe des capacités entièrement nouvelles.

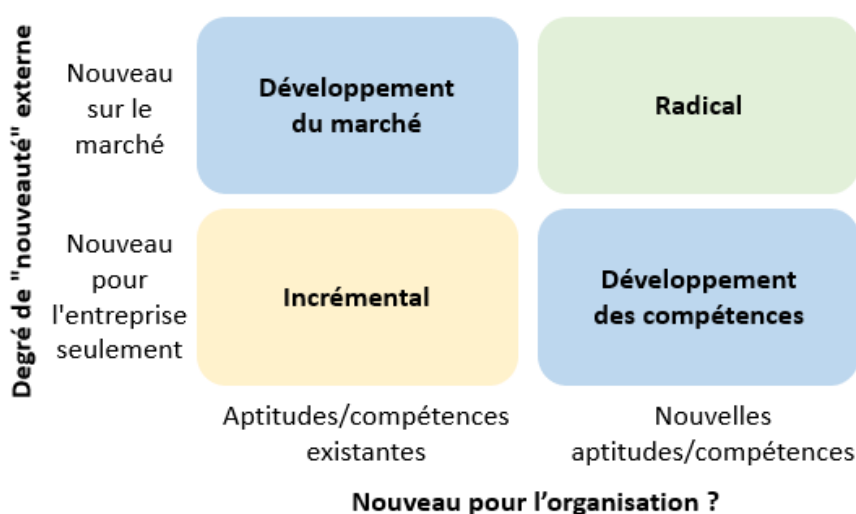


Figure 3 : La "nouveauté" par rapport aux capacités de l'entreprise (Freel and de Jong, 2009)

Nous devons également tenir compte du caractère "innovant" d'une innovation : quel est l'effort de R&D, de conception ou d'ingénierie nécessaire pour la créer, et quel est l'impact de cet effort sur les performances ? Ceci est important car les différences dans le taux de changement de la performance sont en partie liées à la manière dont l'innovation se produit, avec des implications pour les types de capacités que les entreprises et les organisations doivent acquérir au fur et à mesure du déroulement du cycle d'innovation

4. Adoption et diffusion de l'innovation

En tant que termes descriptifs, l'adoption et la diffusion de l'innovation semblent initialement assez claires. L'adoption fait référence au processus de décision sur ce qu'il faut faire ou obtenir. Ce sont les facteurs qui exercent une influence, l'importance que nous leur accordons, les compromis que nous faisons entre eux, les circonstances dans lesquelles certains facteurs l'emportent sur d'autres, etc. La définition de la diffusion se rapporte généralement à la "propagation" d'une innovation dans une population, peut-être géographiquement dans une région ou un pays - la vitesse à laquelle elle est acceptée et les facteurs qui l'influencent (Barlow, 2017).

La plupart des individus montrent une certaine aversion pour le changement lorsque celui-ci implique quelque chose de nouveau pour eux. Leur instinct les pousse à résister à l'abandon de la façon dont ils ont toujours fait les choses. Par conséquent, le principal travail d'un innovateur sera de susciter l'adoption, de convaincre les personnes et les organisations de bouleverser leurs habitudes (Gailly, 2019). Bien que ces craintes ou résistances puissent ne pas être justifiées, la manière dont elles sont traitées aura un effet déterminant sur le succès d'une innovation (Gailly, 2011).

Les économistes considèrent généralement le processus d'innovation comme une accumulation de calculs individuels et rationnels influencés par des évaluations des coûts et des avantages dans des conditions d'information limitée et d'incertitude (Tidd et Bessant, 2014). La transmission d'informations sur l'innovation est donc importante dans le processus d'adoption et de diffusion. Cependant, ce point de vue a été critiqué car il ignore les caractéristiques sociales des adoptants, l'impact de l'apprentissage et du retour d'information entre eux au fur et à mesure de l'adoption de l'innovation, et l'influence de facteurs externes tels que les avantages d'une adoption accrue d'une innovation par les utilisateurs (Barlow, 2017).

4.1. Les facteurs conducteurs d'une innovation

Ce point permet de mettre en évidence les facteurs qui favorisent la diffusion d'une innovation. En 1995, Rodgers a identifié 5 principaux conducteurs d'une innovation qui ont été repris par après par Gailly (2011). Ces conducteurs sont séparés en deux catégories.

Le premier facteur s'intéresse au fait de savoir si l'innovation vaut la peine qu'il y ait un changement. Par conséquent, ce facteur se réfère principalement aux avantages qui peuvent exister lors de l'adoption de cette nouveauté. Ce facteur est appelé " avantage relatif " et se

caractérise par le fait que si l'avantage perçu de cette nouvelle innovation dépasse l'avantage perçu précédemment, alors l'innovation se diffusera plus rapidement (Gailly, 2011).

La deuxième catégorie se concentre sur la facilité de mise en œuvre de ce changement et donc la facilité d'adoption (Gailly, 2011 ; Gailly 2019). Bien sûr, les facteurs en jeu sont essentiellement liés à la variabilité de l'innovation, mais aussi à la perturbation qu'elle peut causer aux utilisateurs (Gailly, 2011 ; Rogers, 1995). Ci-dessous, se trouvent les cinq facteurs qui caractérisent cette deuxième catégorie identifiée par Rogers (1995) et adoptée par Gailly (2011).

- a. *L'avantage relatif* est la mesure dans laquelle un produit est meilleur que le produit qu'il remplace.
- b. *La compatibilité* désigne la mesure dans laquelle une innovation est perçue comme étant compatible avec les valeurs existantes, les expériences passées et les besoins des adoptants potentiels. Une idée qui est compatible présente moins d'incertitude pour les adoptants potentiels. Une innovation peut être compatible ou incompatible (1) avec les valeurs et les croyances socioculturelles, (2) avec les idées introduites précédemment, ou (3) avec les besoins d'innovation des clients.
- c. *La complexité* est le degré auquel une innovation est perçue comme relativement difficile à comprendre et à utiliser. Toute nouvelle idée peut être classée sur un continuum complexité-simplicité. Certaines innovations ont un sens évident pour les adoptants potentiels, tandis que d'autres n'en ont pas.
- d. *La possibilité d'essai* désigne la mesure dans laquelle une innovation peut être testée sur une base limitée. Les nouvelles idées qui peuvent être testées sur un plan échelonné seront généralement adoptées plus rapidement que les innovations non divisibles. Une innovation pouvant être testée présente moins d'incertitude pour les adoptants. Certaines innovations sont plus difficiles à scinder pour le procès que d'autres.
- e. *L'observabilité* est la mesure dans laquelle les résultats d'une innovation sont visibles pour les autres. Les résultats de certaines idées sont facilement observables et communiqués aux autres, alors que certaines innovations sont difficiles à décrire aux autres.

Les facteurs qui influencent l'adoption et la diffusion sont complexes. Les utilisateurs ou clients réels ou potentiels sont souvent de nature hétérogène : ils ont des besoins différents

et des valeurs différentes quant à la meilleure façon de répondre à ces besoins. En outre, leurs besoins évoluent au fil du temps. Parfois, cela est dû à des changements exogènes, en d'autres termes, les besoins des clients sont une réponse à l'évolution de leur propre situation ou à des changements sociétaux plus larges (Barlow, 2017).

Parfois, ils peuvent être dus à des changements endogènes, lorsque leurs propres croyances et comportements changent en réponse à des innovations technologiques qui ouvrent de nouveaux besoins. Il est souvent difficile d'amener les gens ou les organisations à adopter de nouveaux produits ou services. Selon John Gourville (2006), la plupart des clients potentiels, la plupart du temps, sont réticents à changer leur comportement. Ils ne sont pas familiarisés avec les nouveaux produits et doivent presque toujours faire des compromis entre le coût, les caractéristiques, la valeur ajoutée et leurs besoins. Les clients ont tendance à être trop sensibles aux défauts des nouveaux produits et les évaluent donc en fonction de leur valeur relative. D'autre part, les entreprises ont tendance à surestimer les avantages potentiels mais à sous-estimer les coûts de changement lié à l'adoption de nouveaux produits par les clients. Ainsi, Gourville voit l'adoption de nouveaux produits comme un monde de "vendeurs avides" et d'"acheteurs endurcis".

4.2. Les phases d'adoption

Une innovation ne sera pas adoptée à la même vitesse par les différents consommateurs. Il existe en effet différentes phases d'adoption. Selon Rodgers, il existe cinq différentes phases pour l'adoption d'une innovation et à chacune des phases correspond divers types d'utilisateurs.

Dans la première phase, nous distinguons la phase d'introduction, où les *innovateurs* (2,5% de la population des adoptants) s'adaptent au changement presque immédiatement parce qu'ils ne voient pas la nouveauté comme un élément négatif et qu'ils l'adoptent parce qu'elle leur plaît. Ensuite, dans la phase de développement, on trouve les *adoptants précoces* (13,5%) qui suivent les tendances du marché. Ces deux premiers groupes d'utilisateurs ne représentent qu'une petite partie du marché. En revanche, les phases de turbulence et de maturité représentent la plus grande partie du marché. Dans la première phase, on trouve *la majorité précoce* (34%), et dans la deuxième phase, *la majorité tardive* (34%), où l'adoption de l'innovation par les nouveaux utilisateurs atteint un pic. Ensuite, elle décline et atteint finalement la phase de déclin. Dans cette phase, nous constatons que *les réfractaires* (16%) ont de plus grandes difficultés à adopter les nouvelles innovations.

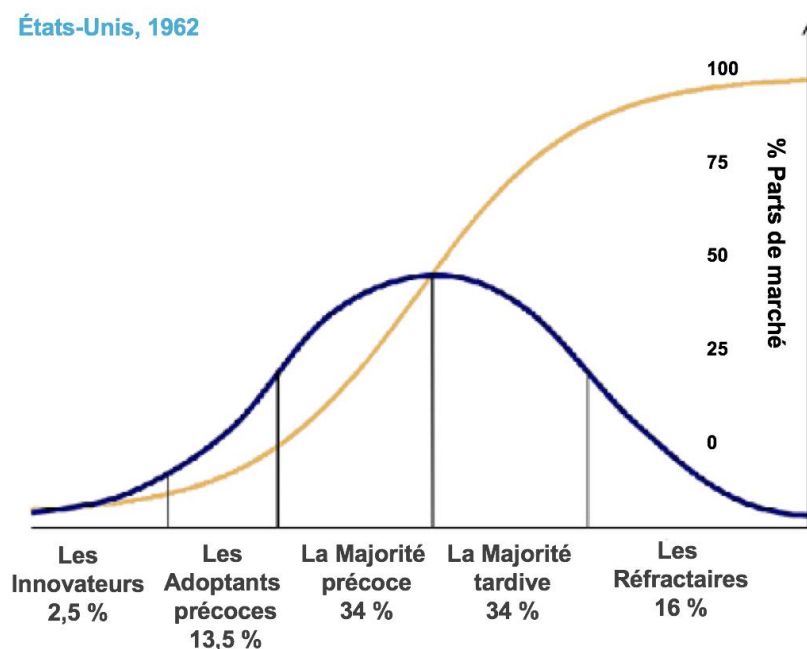


Figure 4 : Diffusion de l'innovation (Rodgers, 1962)

L'essence de ces différentes étapes d'adoption consiste à savoir où se trouve le consommateur ou l'utilisateur et à adapter la stratégie à ce public (Gailly, 2019). En fait, une entreprise ou un fournisseur se comporte différemment avec les adoptants précoces qu'avec les adoptants tardifs (Bigne-Alcaniz, Ruiz-Mafé, Aldas-Manzano, & Sanz-Blas, 2008).

4.3. Critère de réussite d'une innovation

Quel que soit le secteur d'activité, lorsqu'un changement se produit par l'adoption d'une nouvelle technologie, la quantité de travail nécessaire pour faire fonctionner le système existant augmente. Cela est toujours vrai et durera un certain temps. Cela peut sembler contraire à la croyance populaire selon laquelle les nouvelles technologies devraient permettre de réaliser des gains d'efficacité et même d'efficacité (Hall, 2011). Oui, il est vrai qu'une fois que le nouveau système a été mis en œuvre et fonctionne efficacement, les gains d'efficacité augmenteront, réduisant ainsi la charge de travail globale. Cependant, lors de la transition ou de l'adoption d'un nouveau système, le travail augmente, et cet accroissement de travail durera un certain temps (National Research Council, National Academy of Engineering, & Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, 1991). En fin de compte, le changement exige du travail. L'ampleur de l'augmentation du travail, et la durée de cet effet, dépendent véritablement de cinq facteurs critiques de succès :

- Le degré de résistance au changement ou l'expérience de l'industrie en matière d'utilisation de la technologie.

- La quantité de formation avant et pendant la transition
- Le degré d'adhésion (ou de contribution) des groupes d'intervenants.
- Niveau d'efficacité des rapports sur les mesures des résultats pendant et après la mise en œuvre (c'est-à-dire communication sur les progrès de l'adoption de la technologie).
- Niveau d'efficacité dans la gestion des "ruptures".

Dans une certaine mesure, si l'industrie et son personnel ont déjà eu l'expérience de l'utilisation des technologies, il est alors beaucoup plus facile de s'orienter vers une autre adoption. En effet, les avantages sont connus d'avance et l'industrie a déjà trouvé des moyens de répondre aux préoccupations ou de faire face aux obstacles (Barlow 2017).

La formation est essentielle, car les nouveaux employés et même personnel plus expérimenté ont besoin de soutien tout au long du cycle de vie du développement et de la mise en œuvre. Cette formation permet aux parties prenantes d'acquérir les compétences et la confiance nécessaires pour répondre aux préoccupations, surmonter les obstacles et assurer le succès. Le degré d'adhésion des parties prenantes est normalement attribué à l'interaction entre les développeurs du système et les utilisateurs des soins de santé. Plus les utilisateurs sont impliqués dans la conception et le développement d'une nouvelle technologie, plus ils percevront cette nouvelle technologie comme leur propre système plutôt que comme un système qui leur est imposé (Dostie, 2017).

Plus les progrès sont nombreux, plus l'adoption suivante sera rapide. Toutefois, les gens doivent être informés des progrès accomplis et cela doit se faire le plus tôt possible après l'intervention (ou la mise en œuvre) afin de conserver l'élan et la confiance. Toute personne ou initiative est confrontée à des événements imprévus qui sortent du cadre des résultats réalistes. Bien qu'ils ne devraient pas se produire, ils le font quand même ; ces événements sont parfois positifs, parfois négatifs. Le succès d'un projet ne dépend pas du fait que les aspects positifs l'emportent sur les aspects négatifs (contrairement à la croyance populaire), mais plutôt de la façon dont la direction du projet gère les "ruptures" en premier lieu (KJ Leonard, 2004).

5. Innovation au sein des soins de santé

5.1. Qu'est-ce que l'innovation technologique dans le domaine des soins de santé ?

Le concept de "technologie des soins de santé" peut être difficile à appréhender. Lorsque nous entendons ces mots, nous avons tendance à penser uniquement aux équipements médicaux et aux médicaments. Nous avons tendance à l'associer à la nouveauté et à la haute technologie, ainsi qu'à la gamme éclectique de produits physiques utilisés quotidiennement dans le domaine des soins de santé, allant du sparadrap au matériel d'imagerie avancé. Et comme nous l'avons vu précédemment, les technologies ne sont jamais que de simples artefacts physiques, il faut prendre en considération toutes les connaissances associées ainsi que toutes les innovations dans les processus qui peuvent influencer le fonctionnement et le management de l'hôpital au quotidien (Kimberley & Evanisko, 2017 ; Kelly, Kranzberg, Rossini 1978). Ces technologies sont utilisées dans un contexte social et économique spécifique, et nous avons tendance à les imprégner de sens et de connaissances. Les structures nationales et locales de gouvernance financière, juridictionnelle, éthique et administrative qui entourent les systèmes de santé façonne la manière dont les technologies de soin de santé sont utilisées. (Webster, 2007).

La distinction entre les éléments d'une innovation basés sur des artefacts tangibles (technologie "hard") et ceux basés sur les connaissances et l'activité humaine impliquées dans l'utilisation de l'application de la technologie (technologie "soft") peut être appliquée à la technologie des soins de santé. Le pouvoir des technologies de la santé réside dans la manière dont ces attributs matériels et immatériels sont utilisés dans un contexte particulier, dans les connaissances et les compétences, les techniques et les pratiques qui y sont intégrées. Les technologies de soins de santé matérielles et immatérielles sont donc rarement des entités distinctes et sans lien entre elles. Une gestion bien équilibrée de ces ressources internes est censée permettre d'obtenir les meilleures performances et de faire face aux difficultés et aux changements (Carignani, 2000). Les technologies "soft" sont susceptibles de faire l'objet d'un grand nombre d'adaptations et d'évolutions, car elles sont susceptibles d'acquérir les attributs des institutions dans lesquelles elles sont déployées. L'introduction d'un programme d'amélioration continue dans un hôpital peut commencer par une série d'activités qui peuvent être assez décousues mais qui finissent par s'intégrer dans la structure et la culture de l'organisation. Outre les nouvelles technologies médicales, les innovations se produisent dans les organisations de soins de santé lorsqu'elles développent et adoptent de nouvelles méthodes de travail, de nouveaux processus opérationnels, de nouveaux protocoles ou normes, de nouvelles directives de rémunération et de nouveaux modèles de remboursement, ou de

nouvelles structures organisationnelles. Certaines de ces innovations sont générées au sein de l'organisation, d'autres sont apprises ailleurs, et d'autres encore sont imposées par le gouvernement ou les organismes de réglementation. Ces innovations peuvent être considérées comme "nouvelles pour l'entreprise" ou "nouvelles pour le marché", mais la manière dont elles sont gérées pour garantir qu'elles sont adoptées avec succès varie d'un cas à l'autre. (Barlow, 2017).

Nous avons vu précédemment comment les innovations peuvent être classées de différentes manières, par exemple en fonction de leur portée (leur degré de nouveauté), de leur forme (s'agit-il d'une innovation de produit, de processus ou de service) et de leur "caractère innovant" (quelle est la part d'innovation dans leurs composants et du point de vue de qui ?) Ces éléments nous permettent de distinguer les innovations incrémentales et radicales ou continues et discontinues, ainsi que diverses autres sous-catégories. Nous avons également vu que l'innovation peut être considérée à la fois comme un résultat et comme un processus, les actions impliquées dans l'innovation depuis l'idée et la création initiales jusqu'à l'exploitation commerciale, l'adoption et la diffusion. L'un des problèmes qui se posent dans le secteur des soins de santé est que l'innovation prend rarement la forme d'un artefact physique ou d'un processus clairement délimité. Il a souvent été souligné que les innovations produit et processus se combinent, entraînant des changements à la fois dans l'artefact technologique et dans les pratiques associées. (Bower, 2003).

5.2. Financement de l'innovation

L'innovation dans le secteur de la santé pourrait constituer un puissant levier pour relever le défi financier auquel est confronté le système de santé. Les nouvelles technologies médicales peuvent nécessiter des investissements importants à court terme. Mais à long terme, des réductions significatives d'autres éléments de coût et les améliorations de l'état de santé résultant de ces coûts pourraient compenser l'investissement initial par des gains supplémentaires au-delà du secteur de la santé (Licchetta & Stelmach, 2016).

L'innovation étant coûteuse à mettre en œuvre, elle est davantage considérée comme une menace pour la pérennité du système que comme une opportunité pour un système plus efficace. Ils sont souvent considérés sous l'angle de leur coût plutôt que des avantages potentiels qu'ils apportent (Marino & Lorenzoni, 2019).

L'objectif premier de l'innovation est de créer de la valeur. Elle conduit à une augmentation de l'efficacité ou de la qualité par rapport à une situation antérieure, ce qui se

traduit par une valeur ajoutée pour le patient et/ou une utilisation réduite des ressources (Cutler & McClellan, 2001). Le coût initial d'une innovation peut donc être amorti en tenant compte des ressources qu'elle permet d'économiser (travail, temps, etc.) et du bénéfice pour les patients (diagnostic plus rapide/précis, autres services médicaux évités, temps gagné, etc.) En améliorant la santé, l'innovation améliore également, dans un sens plus large, la capacité de production des patients et donc la prospérité de la société dans son ensemble.

Les coûts d'investissement ne doivent pas être un obstacle à la mise en œuvre de l'innovation, mais ils ne doivent pas non plus être répercutés sur les patients, qui représentaient déjà 21 % des dépenses de santé en Belgique en 2017, un chiffre en constante augmentation (Hospital Healthcare Europe, 2020).

De nombreuses innovations contribuent à réduire les coûts directs et indirects des soins aux patients. En ce sens, ils réduisent le besoin de financement et rendent les soins de santé moins coûteux pour les patients et la société. En France par exemple, l'administration de certains vaccins peuvent se faire par les pharmaciens, ce qui va permettre au patient de payer moins cher pour se faire vacciner. Une autre innovation très importante pour le futur des hôpitaux est la digitalisation et le Big Data. Une étude de McKinsey a montré que l'utilisation du Big Data pour fournir des soins basés sur la valeur permettrait de réduire les dépenses de santé de 300 à 450 milliards de dollars par an (Kayyali, Knott & Van Kuiken, 2013). L'innovation peut également créer de la valeur ajoutée. Qu'il s'agisse de temps, d'opportunités, de qualité de vie, etc. La valeur ajoutée est un élément important à prendre en compte dans les résultats d'une innovation. De plus, cette valeur peut contribuer au financement de l'innovation dans la mesure où elle est mesurée et valorisée en fonction des résultats qu'elle produit. Une étude de l'université Cornell a montré que les erreurs de diagnostic dans la détection du cancer du sein métastatique pouvaient être réduites de 85 % en combinant le « deep learning » et l'humain (Wang et al., 2016).

L'accès au financement - public ou privé - est un levier important pour l'intégration et le développement des innovations. L'Union européenne a créé un instrument de passation de marchés publics pour des solutions innovantes (PPI) afin de promouvoir l'innovation, en particulier pour les innovations de produits et de services. Grâce à cet instrument, le secteur public peut agir en tant que "premier client" et promouvoir l'utilisation de pratiques d'achat "favorables à l'innovation". Les marchés publics de solutions innovantes (PPI) dans l'Union européenne ont donc lieu lorsque le secteur public utilise son pouvoir d'achat pour acquérir, à un stade précoce, des solutions innovantes qui ne sont pas encore largement disponibles sur une

base commerciale. La Belgique est l'un des pays les plus avancés en Europe dans la mise en œuvre d'une politique d'achat innovante, comme le montre une étude commandée par la Commission européenne en 2018.

5.3. Freins à la diffusion de l'innovation

Selon une étude de Antares Consulting et ING, il existe 6 facteurs défavorables à la diffusion de l'innovation (Antares Consulting, 2020) :

1. Facteurs environnementaux

Certains environnements sont plus propices au développement de l'innovation. Là où il n'y a pas de culture de l'innovation, ou là où les politiques d'innovation sont centralisées, il est plus difficile de faire développer de nouvelles solutions. Lorsque les gens ne sont pas habilités à travailler sur les questions de santé, il y a moins de chance que l'innovation puisse résoudre ces questions.

2. Facteurs politiques et sociaux

Les environnements politiques incertains ou les stratégies à court terme entravent le développement de l'innovation. Il faut du temps pour mobiliser les ressources nécessaires, sans compter le temps nécessaire pour la recherche. En outre, pour être efficaces, les politiques doivent prévoir l'intégration des innovations sur le terrain et être correctement évaluées, sans quoi elles risquent de ne pas avoir d'impact réel sur l'innovation.

3. Facteurs réglementaires

Lorsque la réglementation est trop complexe, qu'elle implique de multiples parties prenantes, des processus lourds d'octroi de licences et d'approvisionnement, l'innovation est retardée et les acteurs concernés sont découragés. L'aversion au risque et les rigidités organisationnelles ont un impact négatif sur la capacité à innover.

4. Facteurs organisationnels

Le développement et la mise en œuvre de l'innovation peuvent être sérieusement retardés lorsque les structures organisationnelles entravent la circulation des idées et divisent les ressources. C'est le cas des organisations de santé lorsqu'elles

sont organisées par service et travaillent en silos, et quand les décisions sont fortement centralisées.

5. Facteurs liés au financement

L'innovation est entravée par un financement inapproprié, qu'il s'agisse d'un financement à court terme, annuel ou par service ou silo. De même, les financements dits "incitatifs" peuvent en fait freiner le développement de l'innovation en ignorant les caractéristiques nécessaires à l'innovation, telles que le long terme et la stabilité. Le manque d'évaluation des mécanismes de financement et l'opacité des informations limitent également l'utilisation des ressources pour l'innovation.

6. Facteurs liés au leadership et aux compétences

Le manque de leadership des gouvernements et des organisations dans le domaine de l'innovation risque d'entraver le développement de l'innovation. Dans le même temps, les acteurs de la santé et les spécialistes de l'innovation peuvent également freiner l'innovation. Les premiers ne sont pas toujours des experts en matière de l'innovation ou de sa mise en œuvre, tandis que les autres ne sont pas toujours des experts en matière dans le domaine des soins de santé. Les dirigeants du secteur de la santé ne font pas toujours de l'innovation leur priorité. De même, les activités de santé, qui ne sont pas suffisamment promues, ne sont pas nécessairement une priorité pour les spécialistes de l'innovation, ce qui entraîne l'exclusion mutuelle de ces deux disciplines.

5.4. Risques et réglementation

Les caractéristiques distinctives des soins de santé ont également un impact sur la manière dont les nouveaux produits (ou pratiques, processus ou services) sont introduits dans l'usage courant des soins de santé. Cela tient en partie aux préoccupations concernant le risque de nuire aux patients et à l'environnement réglementaire qui en découle pour les dispositifs médicaux et les médicaments. Elle est également liée à la préoccupation des décideurs, des payeurs et des gestionnaires - et du grand public - pour l'efficacité et l'efficience des soins de santé. Au cours du dernier demi-siècle ou plus, cette préoccupation a été une force majeure dans la conception des services de santé et l'introduction d'innovations (Barlow, 2017).

L'impact de l'innovation technologique sur les coûts des soins de santé est important pour les décideurs politiques, les administrateurs de soins de santé et les développeurs de technologies (Sorenson, Drummond, Bhuiyan-Khan, 2013). Elle soulève des questions sur la qualité et le niveau de l'innovation, telles que le type d'innovation dont nous avons besoin et la quantité dont nous avons besoin - en d'autres termes, comment savoir quel est le "bon" niveau d'innovation ? L'introduction de nouvelles technologies est susceptible d'augmenter les dépenses globales en raison de l'accroissement de la demande, mais les résultats et le bien-être social global sont susceptibles de s'améliorer encore davantage (Sorensen, Drummond & Bhuiyan-Khan, 2013). En outre, une partie au moins de l'augmentation des dépenses au sein des soins de santé pourrait ne pas être due à l'inflation induite par la technologie, mais à l'adoption plus large des meilleures pratiques acceptées. Il est probable que cela implique moins d'investissements dans les innovations à faible valeur ou à valeur négative ou l'abandon de pratiques dépassées. Il a été remarqué que pour de nombreuses innovations technologiques dans le domaine des soins de santé, les avantages réalisés sont limités, voire négatifs (Rye et Kimberly, 2007). Lorsqu'il s'agit de décisions politiques (ou organisationnelles) concernant l'adoption ou l'abandon d'une innovation, beaucoup dépend de la mesure appropriée de sa qualité et de son efficacité. Au Royaume-Uni et aux États-Unis, les fonds disponibles pour soutenir l'adoption et la diffusion des innovations médicales et l'évaluation de leur impact sont beaucoup moins importants que ceux disponibles pour la R&D (Barlow et Burn, 2008).

Une autre préoccupation politique importante réside dans la mauvaise relation entre les signaux de la politique de soins de santé et l'évolution des besoins en matière de soins de santé, aggravée par des mécanismes inadéquats d'évaluation des innovations. L'énorme gaspillage dans le système de santé, mesuré par le surtraitement, a été au centre de la réforme du système de santé depuis les années 1980 (Cutler et McClellan, 2001). Le surtraitement est considéré en partie comme le résultat de l'adoption d'innovations technologiques qui sont coûteuses et ont une faible valeur marginale. Selon les dernières estimations, le niveau de "gaspillage" dans les soins de santé représente plus d'un quart des dépenses totales (Berwick et Hackbarth, 2012 ; Sahni et al., 2015), soit environ 1 000 milliards de dollars chaque année aux USA. Tout cela n'est pas induit par la technologie. Donald Berwick et Andrew Hackbarth identifient six catégories de gaspillage : le surtraitement, les défaillances dans la coordination des soins, les défaillances dans l'exécution des processus de soins, la complexité administrative, les défaillances dans la tarification ainsi que la fraude et les abus.

5.5. Défis et limites de l'adoption d'innovations dans le domaine des soins de santé

Les entreprises impliquées dans le développement et la commercialisation de technologies de soins de santé affirment souvent qu'elles sont confrontées à des défis que ne connaissent pas d'autres industries en raison de la complexité de l'environnement dans lequel les nouvelles technologies et autres innovations sont adoptées et mises en œuvre (Plsek, 2003). De nombreuses parties prenantes issues de différents secteurs des systèmes de soins peuvent être impliquées dans les décisions d'adoption et, pour certaines innovations, les organismes nationaux font office de gardiens du système de santé en recueillant des preuves et en approuvant les nouvelles technologies. Même lorsque les développeurs de technologies ont commencé à démontrer l'utilité de leurs innovations, le chemin vers l'adoption et la diffusion est semé d'embûches. Les entreprises peuvent avoir à négocier un processus d'approvisionnement fragmenté avec diverses organisations d'achat dont la taille et l'expérience varient considérablement. Les enseignements sur la gestion de la technologie et de l'innovation tirés de la recherche sur l'innovation "classique", examinés dans le chapitre précédent, doivent donc être modifiés pour les soins de santé (Barlow, 2017).

Rye et Kimberly (2007) exposent le fait que « L'examen de l'adoption et de la diffusion de l'innovation organisationnelle dans les soins de santé est un problème complexe, et il est donc regrettable que si peu d'études aient pris en compte cette complexité. ». Rye et Kimberly argumentent que non seulement les caractéristiques de l'innovation qui facilitent ou entravent l'adoption et la diffusion sont rarement prises en compte. Cependant, ils stipulent que l'on a accordé trop d'importance à la recherche sur l'adoption d'innovations bien définies, clairement délimitées, adoptées par une seule unité organisationnelle (par exemple, un nouveau dispositif adopté par un seul hôpital ou une seule équipe) plutôt qu'à des innovations moins tranchées parce qu'elles combinent à la fois des changements technologiques et organisationnels. En outre, bien que les chercheurs aient souligné le rôle important du contexte général dans l'élaboration des décisions d'adoption, la plupart des études se concentrent sur un petit nombre de variables causales telles que la taille de l'organisation ou les mesures de la culture organisationnelle (Rye & Kimberly, 2007).

Les études ont tendance à explorer les principales catégories théoriques telles que les attributs de l'innovation, les attributs de l'adoptant ou les caractéristiques organisationnelles de manière isolée, ce qui ne permet pas de faire la lumière sur leur contribution relative à la probabilité d'adoption. Il s'agit d'un problème particulier pour comprendre l'adoption et la diffusion des innovations dans le domaine des soins de santé, car les intérêts divergents de la

direction, des médecins et des autres membres du personnel médical - ainsi que la variété des groupes professionnels, des communautés de pratique, des sous-cultures et des programmes - peuvent intensifier les conflits autour des ressources disponibles pour l'innovation, la mise en œuvre de politiques ou l'interprétation des données probantes (Ferlie et al., 2005). En particulier, le pouvoir des groupes professionnels d'accepter ou de rejeter une technologie peut être élevé, en raison de la manière dont ils influencent les normes d'accréditation et de formation, et valident les preuves et les nouvelles connaissances qui y sont associées. Un autre problème est que les structures organisationnelles déjà complexes des soins de santé évoluent rapidement en réponse à des facteurs technologiques, politiques et économiques, ce qui complique encore la dynamique des relations d'autorité et des structures de gouvernance (Rye et Kimberly, 2007).

La recherche sur les processus commence à montrer comment l'adoption et la durabilité des innovations en matière de soins de santé sont façonnées par la structure du système de soins de santé lui-même. La manière dont ses institutions sont organisées et dont ses modèles financiers fonctionnent. La déconnexion entre les coûts et les avantages constitue un frein important à l'adoption. Dans le cas des innovations qui ont un impact sur différentes parties du système de santé, les problèmes peuvent provenir de la répartition inégale des coûts et des avantages entre les différentes organisations de soins de santé, de sorte qu'un investissement financier dans une innovation réalisé par une organisation ou un service rapporte ses avantages (ou ses coûts) dans une autre organisation ou dans le budget de quelqu'un d'autre (Barlow, 2017).

Une autre caractéristique des systèmes de santé qui entrave l'adoption de l'innovation est le temps nécessaire pour que les avantages des innovations se concrétisent, en particulier celles qui sont complexes et impliquent plusieurs organisations. À plus long terme, une innovation peut permettre de réaliser des économies, mais les coûts de transition à court terme liés à sa mise en œuvre ne sont souvent pas financés, ce qui laisse peu de place à l'investissement dans des innovations qui peuvent nécessiter d'importantes dépenses initiales (Licchetta & Stelmach, 2016).

Pour être adoptées et diffusées avec succès, les innovations doivent présenter des avantages relatifs non équivoques par rapport aux technologies, produits ou pratiques existants. Les ressources des systèmes de santé étant limitées, il est manifestement nécessaire de contrôler l'introduction de nouvelles technologies sur la base de leur efficacité clinique et de leur rapport coût-efficacité relatifs, ainsi que de leur efficacité en matière de santé publique. L'introduction

de nouvelles technologies en fonction de leur efficacité clinique et de leur rapport coût-efficacité relatifs, ainsi que du désir de pratiquer une médecine fondée sur des preuves. Cependant, la collecte et l'interprétation des preuves de l'efficacité des innovations en matière de soins de santé sont problématiques. Les mécanismes conçus pour évaluer, tester et encourager la diffusion des nouvelles technologies agissent comme un filtre pour l'adoption de ces dernières (Marino & Lorenzoni, 2019).

6. Modèle utilisé pour l'analyse de l'entreprise

6.1. L'analyse environnementale PESTEL

Une analyse PESTEL (anciennement connue sous le nom d'analyse PEST) est un cadre ou un outil utilisé pour analyser et surveiller les facteurs macro-environnementaux qui peuvent avoir un impact profond sur les performances d'une organisation. Cet outil est particulièrement utile lors du lancement d'une nouvelle entreprise ou lors de l'entrée sur un marché étranger. Il est souvent utilisé en collaboration avec d'autres outils d'analyse commerciale, tels que l'analyse SWOT et l'analyse des cinq forces de Porter, afin de permettre une compréhension claire d'une situation et des facteurs internes et externes qui y sont liés. PESTEL est un acronyme qui signifie "facteurs Politiques, Economiques, Sociaux, Technologiques, Environnementaux et Juridiques" (B2U).

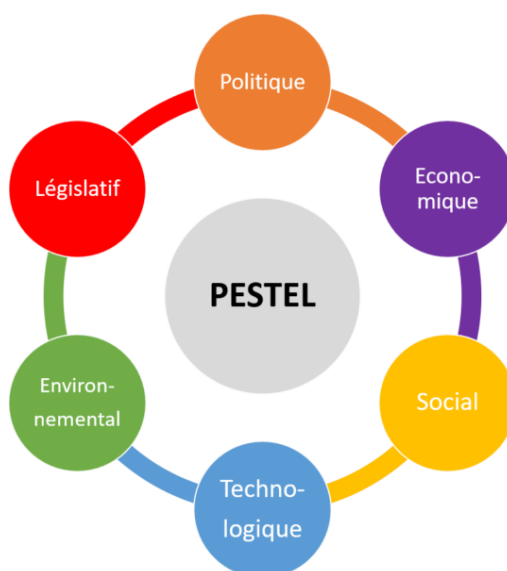


Figure 5 : Les 6 composantes du modèle PESTEL

6.2. L'analyse des 5+1 forces concurrentielles de Porter

En 1979, Michaël Porter a élaboré un framework qui tente d'analyser le niveau de concurrence au sein d'une industrie et le développement de la stratégie commerciale. Selon le fondateur de cet outil d'analyse, un « concurrent » désigne tout intervenant économique susceptible de réduire la capacité des firmes en présence à générer du profit au sein d'une industrie (Porter, 1979). L'analyse s'appuie sur l'économie de l'organisation industrielle pour dériver cinq forces qui déterminent l'intensité concurrentielle et donc l'attractivité d'une industrie. Un secteur dit « peu attractif » est un secteur dans lequel la combinaison de ces 5 forces conduit à une baisse de la rentabilité globale de l'entreprise. Un secteur que l'on dit « très

peu attractif » serait un secteur qui se rapprocherait de la « concurrence pure », dans lequel les bénéfices disponibles pour toutes les entreprises sont ramenés à un niveau normal.

Il s'agit des forces proches d'une entreprise qui affectent sa capacité à servir ses clients et à réaliser des bénéfices. Un changement dans l'une de ces forces exige normalement qu'une unité commerciale réévalue le marché compte tenu du changement global des informations sur le secteur. L'attractivité globale du secteur ne signifie pas que toutes les entreprises du secteur auront la même rentabilité. Les entreprises sont capables d'appliquer leurs compétences de base, leur modèle d'entreprise ou leur réseau pour réaliser un bénéfice supérieur à la moyenne du secteur. Les cinq forces de Porter comprennent trois forces de concurrence "horizontale" : la menace de produits ou de services de substitution, la menace de rivaux établis et la menace de nouveaux entrants et deux forces de concurrence "verticale" : le pouvoir de négociation des fournisseurs et le pouvoir de négociation des clients (Wikipedia).

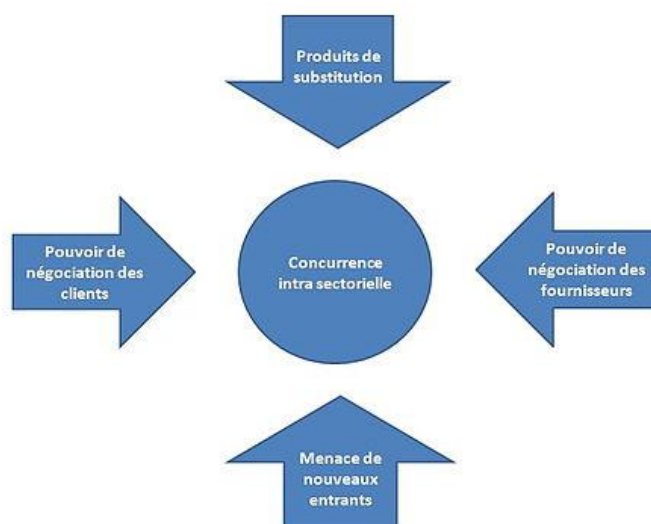


Figure 6 : Les 5 forces de Porter (Wikipedia)

La « sixième » force qui est *les produits complémentaires*, ce sont des entreprises ou des entités qui vendent ou offrent des biens ou des services qui sont compatibles avec les biens ou les services produits et vendus dans un secteur donné, ou qui leur sont complémentaires. Les biens complémentaires offrent plus de valeur au consommateur ensemble que séparément. Lorsqu'un produit ou un service en complète un autre, il existe une condition appelée complémentarité ; une sorte de symbiose commerciale. Les compléments sont souvent considérés comme la sixième force du cadre d'analyse sectoriel de Porter. La présence des compléments de Porter peut influencer la structure concurrentielle d'une industrie (The Strategic CFO).

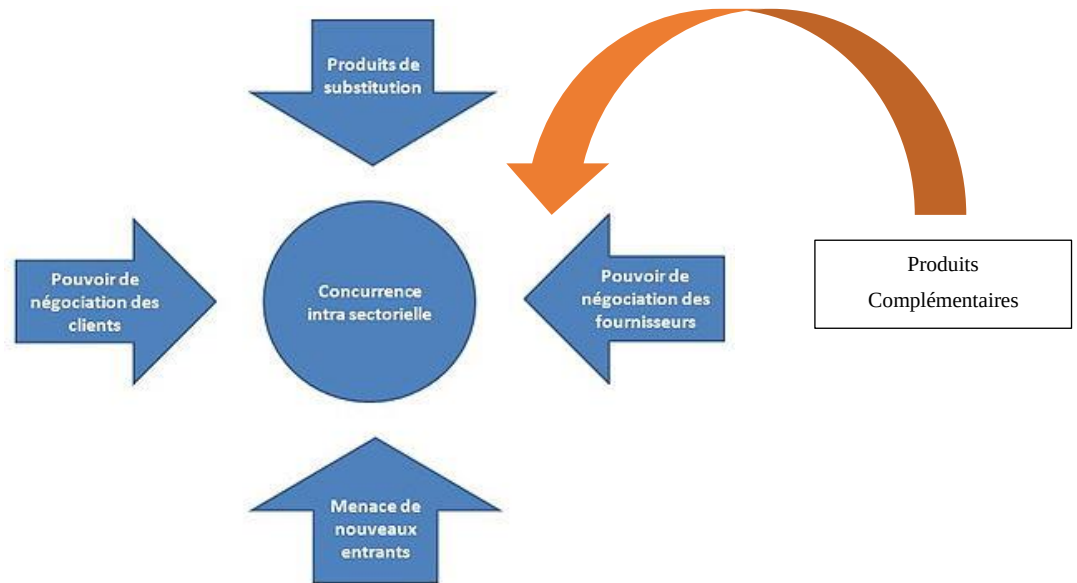


Figure 7 : Les 5+1 forces de Porter

6.3. L'analyse SWOT

L'analyse SWOT (Strengths = Force, Weaknesses = Faiblesses, Opportunities = Opportunités et Threats = Menaces) est un cadre utilisé pour évaluer la position concurrentielle d'une entreprise et pour élaborer une planification stratégique. L'analyse SWOT évalue les facteurs internes et externes, ainsi que le potentiel actuel et futur. Elle va aider à tirer parti de ce que l'entreprise fait bien, à combler ses lacunes, à minimiser les risques et à tirer le meilleur parti possible des chances de réussite (Investopedia). Cette analyse permet d'identifier les options disponibles dans un domaine d'activité stratégique. Elle vise à clarifier les objectifs de l'entreprise ou du projet et à identifier les facteurs internes et externes qui sont favorables et défavorables à la réalisation de ces objectifs.

	Positif	Négatif
Diagnostic interne	FORCES	FAIBLESSES
Diagnostic externe	OPPORTUNITÉS	MENACES

Figure 8 : Analyse SWOT (Codeur Mag)

IV. Part 2 : Partie pratique

1. Introduction à la partie pratique

Maintenant que l'analyse de la littérature sur les innovations et plus précisément les innovations technologiques au sein des hôpitaux et soins de santé a été réalisée, nous allons nous consacrer à l'étude du cas de l'intégration de la protonthérapie au sein des Cliniques Universitaires Saint-Luc.

Dans un premier temps, nous allons dans cette partie pratique présenter et analyser l'industrie de la protonthérapie au sein des hôpitaux belges avec le cas du ParTICLe (Particle Therapy Inter-university Center Leuven) de la société IBA en faisant une analyse critique de l'entreprise grâce l'étude de son environnement avec le modèle PESTEL, aux 5+1 forces de Porter, ainsi que l'analyse SWOT.

Ensuite, nous allons conduire des interviews afin de confronter notre revue de littérature aux avis de nos différents experts. Ces entretiens vont nous permettre de comparer l'analyse théorique précédemment faite à un cas concret.

2. Présentation du cas utilisé

2.1. Protonthérapie

La protonthérapie a initialement été imaginée à Berkeley. Mais, sous sa forme actuelle, elle est née au sein de l'UCLouvain au milieu des années '70. Les cyclotrons de l'époque étaient d'énormes machines très énergivores et très coûteuses. Un chercheur de l'UCLouvain, Yves Jongen, va réinventer cette technologie en créant un cyclotron plus petit et moins cher à construire, qui possède un rendement optimisé (de 1% à 16%). Cette avancée considérable dans le domaine a permis la création d'une spin-off de l'UCLouvain: la société IBA.

La protonthérapie est une des formes les plus évoluées de la radiothérapie de précision. Cette technique a initialement été développée pour les tumeurs oculaires ainsi que les tumeurs intracrâniennes. Cependant, depuis quelques années, la protonthérapie connaît une croissance relativement importante dans le monde entier du fait de l'augmentation des indications d'utilisation de cette technique, en particulier chez l'enfant. Cette augmentation est due à la diminution de nombreux risques dont celui de séquelles et de développement de tumeurs secondaires à la radiothérapie. Aujourd'hui, la radiothérapie classique utilise soit des faisceaux de photons soit des faisceaux d'électrons. La protonthérapie, elle, fonctionne grâce à l'utilisation d'un faisceau de protons (particules élémentaires portant une charge positive).

Bien que la radiothérapie classique connaisse des améliorations constantes et importantes, elle n'atteint pas la précision balistique des faisceaux de protons. Il existe deux principaux avantages à la protonthérapie. Premièrement, les protons vont traverser le corps et les organes pour déposer quasiment la totalité de l'énergie à une profondeur donnée (localisation de la tumeur) et s'arrêter net dans cette tumeur, sans la transpercer, ni toucher les cellules se situant au-delà de la tumeur. L'énergie initiale donnée aux protons détermine la profondeur que le faisceau va atteindre avec un maximum 32 centimètres. Deuxièmement, les protons se dispersent peu le long de la trajectoire. Ceci va permettre aux régions qui jouxtent le faisceau de ne subir que très de dommages collatéraux. Avec le dépôt localisé et spécifique de l'énergie des protons, on a la possibilité d'augmenter la dose reçue par la tumeur sans accroître le dépôt d'énergie dans les tissus avoisinants qui sont sains.

Avec la protonthérapie, les médecins disposent d'une machine qui possède un rayonnement à la balistique ultraprécise et qui va donc être très utile pour traiter des tumeurs non-mobiles situées à proximité d'organes sensibles et ce, principalement en pédiatrie.

2.2. IBA

IBA (Ion Beam Applications SA) est une société de technologie médicale basée à Louvain-la-Neuve. La société a été fondée en 1986 par Yves Jongen au sein du Centre de Recherche du Cyclotron de l'Université de Louvain (UCLouvain) et est devenue une spin-off universitaire. Elle emploie environ 1500 personnes dans 40 pays différents. L'entreprise est active dans le domaine de la protonthérapie, de la dosimétrie, des solutions de radiopharmacie et de la stérilisation industrielle. Ils ont vendu plus de 590 accélérateurs et ont permis le traitement via la protonthérapie de plus de 100 000 patients dans le monde grâce à leurs 60 centres. Ils sont leaders mondiaux dans la conception, la production et la commercialisation de solutions innovantes pour le diagnostic et le traitement du cancer et d'autres maladies graves. Dans le monde entier, des milliers d'hôpitaux utilisent des accélérateurs de particules et des équipements de dosimétrie conçus, produits, entretenus et améliorés par IBA. Ils possèdent également 42% de la part de marché en protonthérapie (Wikipedia ; IBA Corporate Brochure, 2020).

2.3. ParTICLe

Le ParTICLe (Particle Therapy Inter-university Center Leuven) est le 1^{er} centre de protonthérapie en Belgique. Il a abouti à la suite d'une collaboration clinique et scientifique entre cinq hôpitaux universitaires et leurs hôpitaux de réseau. Il est situé sur le site du *Health Sciences Campus Gasthuisberg* à Louvain. En septembre 2020, la Belgique a fêté le premier patient traité par protonthérapie sur son territoire. Il faut savoir que les patients belges pouvaient se faire traiter par protonthérapie mais devait se déplacer dans d'autres pays pour pouvoir avoir accès à la technologie. Actuellement, 160 000 patients ont déjà pu bénéficier de la protonthérapie **dans le monde** mais IBA prévoit que 20% des patients traités par radiothérapie classique pourraient avoir la possibilité de se faire soigner avec cette technologie made in Belgium. Le nombre annuel de patients de 16 000 en 2015 pourrait passer à 300 000 d'ici 2030.

3. Diagnostic stratégique externe

3.1. L'analyse environnementale PESTEL

3.1.1. Politiques

Le milieu des soins de santé est un milieu relativement politisé. Chaque pays dispose de législations qui lui sont propres et qui régulent l'accès aux traitements, aux remboursements, etc. La Belgique n'échappe pas à cette politisation. L'Institut National d'Assurance Maladie Invalidité (INAMI), qui est une institution publique de sécurité sociale belge créée en 1964, collabore avec le ministère de la santé, les mutualités et les prestataires de soins médicaux et ensemble, ils concluent des accords sur des sujets tels que les critères d'agrément, les lois d'implantations, la nomenclature des soins de santé, les modalités de fonctionnement et surtout les tarifs de soins et de remboursement (L'INAMI). Par conséquent, le secteur de l'innovation au sein des soins de santé n'y échappe évidemment pas, au contraire. Quand il s'agit de la santé, il n'y a pas « d'essais erreurs » possibles. Il faut passer toute une série de tests afin de s'assurer qu'un traitement innovant soit sans risque et qu'il soit bénéfique pour le patient. Il faut convaincre que la nouvelle technologie va apporter un plus au patient par rapport au traitement actuel.

C'est le cas de la protonthérapie qui doit continuellement prouver que sur le long terme, ce nouveau traitement a des bienfaits sur la santé des patients traités. Le but étant d'espérer soigner, dans un futur plus ou moins long, de nouvelles pathologies cancéreuses actuellement encore traitées par radiothérapie conventionnelle. L'organisme qui autorisera ces traitements est évidemment l'INAMI, comme expliqué précédemment. Etant donné que la protonthérapie est un traitement relativement coûteux pour l'INAMI, ces derniers sont réticents à autoriser le traitement de certains cancers étant donné que les bienfaits de la protonthérapie ne sont pas encore prouvés comme étant significativement supérieurs à ceux de la radiothérapie classique.

3.1.2. Economiques

La situation économique des hôpitaux en Belgique n'est pas des plus saines depuis quelques années. Un examen des chiffres clés de 2018 présentés lors de la conférence de presse de Belfius montre que 20 % des hôpitaux n'ont pas généré suffisamment de flux de trésorerie pour faire face au remboursement de leurs dettes. En effet, un hôpital sur trois était dans le rouge en 2018 (Belfius, 2018). La situation dans le secteur hospitalier est déjà préoccupante. Et c'était bien avant la pandémie... Cette crise du COVID-19 n'a rien arrangé et une analyse

approfondie des comptes annuels 2020 des hôpitaux belges montre une fois de plus que leur santé financière est en péril (Belfius 2020).

Dans ce contexte économique compliqué, il est parfois compliqué pour les hôpitaux d'investir des millions d'euros dans des innovations très coûteuses. Pour pallier à cette difficulté, les hôpitaux font appel au gouvernement pour avoir des subsides de l'Etat mais cela n'est pas toujours accordé. En cas de refus, les hôpitaux font généralement appel à des investissements privés ou à des mécènes.

Un appareil de protonthérapie coûtant plusieurs dizaines de millions d'euros, l'intervention de ce genre d'investisseurs est indispensable. Le gouvernement belge n'est pas encore convaincu de la nécessité d'une telle machine si coûteuse par rapport à la radiothérapie conventionnelle (KCE, 2019).

3.1.3. Sociologiques

Le cancer est une des principales causes de mortalité dans tous les pays du monde. La détection d'un cancer chez l'Homme a presque doublé en 20 ans. En 2000, plus ou moins 10 millions de cas de cancers ont été détectés dans le monde contre 19,3 millions en 2020 (génération sans tabac). Aujourd'hui, une personne sur cinq dans le monde développera un cancer au cours de sa vie.

En 2018, 70 468 cas de cancers ont été diagnostiqués en Belgique. Plus de 99% de ces cas de cancers ont été détectés chez les adultes de 20 ans et plus (cancer.be). 13 nouveaux cas de cancer sont diagnostiqués en moyenne chaque année sur 100 000 enfants de moins de 15 ans. Cela signifie qu'entre 300 et 350 enfants développent une leucémie ou une tumeur maligne chaque année en Belgique. Dans le monde, environ 160 000 enfants sont touchés par le cancer chaque année, dont quelques 90 000 mourront de cette maladie. Mais le nombre exact de nouveaux cas est difficile à estimer, car tous les pays ne disposent pas de systèmes pour les compter (Bême, 2016).

Comme expliqué précédemment, la protonthérapie traite actuellement principalement des tumeurs chez l'enfant ainsi que des tumeurs de l'œil et du cerveau. En Belgique, sur les quelques 70 000 cas de cancers détectés en 2018, cela représenterait approximativement 10% des cas (Vers une Belgique en bonne santé, Institut Roi Albert II) mais la protonthérapie ne traite que moins de 10% de ceux-ci (KCE, 2019).

3.1.4. Technologiques

L'environnement technologique des soins de santé est très complexe, plus particulièrement au niveau du traitement des cancers. La technologie évolue continuellement. Que ce soit en termes d'imagerie médicale, qui devient de plus en plus précise et facile à analyser, ou en termes d'équipement de radiation de cellules cancéreuses, l'apparition de « nouvelles » technologies est plutôt rare car le développement de celles-ci prend énormément de temps. Comme énoncé précédemment, il y a de nombreuses étapes à passer pour implémenter une toute nouvelle innovation. On observe cependant une amélioration continue des appareils déjà utilisés.

C'est le cas pour la protonthérapie qui a mis de nombreuses années avant d'être développée et adoptée dans les hôpitaux. Pour rappel, le premier centre de protonthérapie, vendu par IBA, a été installé au Massachusetts General Hospital en 2001. Il a fallu 15 ans pour que l'innovation soit implémentée en Belgique, ce qui montre la difficulté qu'il existe pour prouver l'efficacité d'une innovation. Mais l'appareil installé aux USA en 2001 a été continuellement mis à jour afin qu'il soit aussi efficace que ceux implémentés aujourd'hui dans différents hôpitaux du monde.

3.1.5. Ecologiques

L'impact écologique des soins de santé est mauvais et méconnu. Entre une consommation d'énergie excessive et une mauvaise gestion des déchets, les hôpitaux ont pris du retard sur les questions environnementales (Berquin, 2021). Une étude américaine montre que leur impact écologique est important : ils produisent jusqu'à 10 % des émissions de gaz à effet de serre, 12 % des pluies acides, 9 % des polluants atmosphériques, sans compter d'autres déchets, dont des substances cancérogènes (Eckelman, Sherman & Ahmad, 2016). C'est le cas de la protonthérapie qui fait fonctionner un accélérateur de particules particulièrement énergivore. Il faut également prendre en compte le facteur intégration de l'appareil au sein l'hôpital. Une machine de protonthérapie demande de grands aménagements et une construction particulière et très onéreuse. De plus, les accélérateurs de particules sont construits en une seule et unique pièce et ont donc besoin d'un transport particulier.

3.1.6. Légaux

La réglementation du secteur de la santé est très stricte et encadrée. En plus des lois classiques des entreprises telles que les lois sur la discrimination, les lois antitrust, les lois sur l'emploi, les lois sur la protection des consommateurs, les lois sur les droits d'auteur et les brevets et les lois sur la santé et la sécurité, il y a, comme expliqué précédemment dans la partie

politique, toutes les contraintes imposées par l'INAMI et le Ministère de la Santé publique. Chaque innovation doit être approuvée afin de pouvoir être prescrite et utilisée par les médecins. Pour que les patients puissent être remboursés de leur traitement, il faut que ceux-ci soient reconnus par l'INAMI. En connaissant tout ça, l'entreprise qui veut implémenter une innovation dans un hôpital en Belgique doit s'assurer que son innovation va pouvoir passer les tests et sera prescriptible par les médecins.

3.2. L'analyse des 5+1 forces concurrentielles de Porter

3.2.1. Le pouvoir de négociation des clients – Intensité faible

Les principaux clients de IBA en protonthérapie sont bien évidemment les hôpitaux. Dans le cas de la Belgique, IBA a vendu son ParTICLe à une collaboration entre hôpitaux comme expliqué précédemment. IBA étant leader mondial au niveau de cette technologie et, étant en présence d'une technologie relativement complexe, il n'existe que très peu d'alternatives au produit d'IBA. En effet, le client, ici les hôpitaux et universités, n'ont que très peu de pouvoir de négociation car il n'existe que 3 acteurs sur le marché (MedicalExpo). En plus d'IBA, citons Varian, une entreprise américaine, leader mondial en radiothérapie classique ainsi que Sumitomo, une entreprise Japonaise, fabricant de machines industrielles, d'armements automatiques, de navires, de ponts, de structures en acier, de systèmes de traitement laser, d'accélérateurs de particules, de systèmes de manutention, d'équipements de diagnostic et de traitement du cancer, etc (Wikipedia).

Le client se retrouve donc face à très peu d'offre et sa force de négociation s'avère être relativement faible.

3.2.2. Le pouvoir de négociation des fournisseurs – Intensité moyenne

Le système de protonthérapie est composé d'une multitude de pièces présentant des niveaux de technicité de production différentes et nécessitant dès lors un nombre important de fournisseurs différents. Monsieur Claude Dupont, directeur des ventes en protonthérapie chez IBA, expliquait que pour sélectionner les meilleurs composants, par exemple une pompe à vide, ils sélectionnent dans les divers catalogues des fournisseurs le type de pompe qui correspond le mieux à leurs besoins. Il peut arriver qu'IBA rencontre des fournisseurs pour en discuter et il arrive que plusieurs fournisseurs offrent des pompes similaires ou nécessitant juste une petite pièce d'adaptation. Dans ce cas, les fournisseurs vont avoir peu de pouvoir de négociation car ils sont plusieurs acteurs sur le marché à pouvoir offrir une offre similaire.

Cependant, il existe des équipements qui sont construits spécifiquement pour IBA, pour les besoins de la machine et dans ce cas-là, une note technique est rédigée. Prenons l'exemple des alimentations de puissance pour faire fonctionner les cyclotrons. Ceci nécessite de faire passer un certain courant dans les bobines et ils sont les seuls au monde à avoir besoin d'une alimentation avec des spécifications si particulières. Pour ce faire, la note technique est envoyée à plusieurs fournisseurs et ceux-ci vont rendre un rapport avec un prix, un délai de livraison, etc. Cependant, pour ce genre de demande si spécifique, il n'y a que très peu de fournisseurs. Ceux-ci peuvent se permettre de jouer de leur importance et de leur pouvoir de négociation.

En faisant état de cette situation et de ces deux exemples, le pouvoir de négociation va être spécifique à chaque fournisseur. Par conséquent, l'intensité sera variable et donc d'une manière générale on est en présence d'une intensité moyenne.

3.2.3. La menace des produits de substitution – Intensité élevée

Pour le traitement du cancer, il existe de nombreuses techniques et de nombreux traitements possibles. L'arrivée de la protonthérapie en Belgique s'est produite en 2020 alors que le premier accélérateur de particules à Proton d'IBA a été vendu en 2001 au Massachusetts General Hospital. Ceci met en évidence que cette technologie n'a pas été indispensable pendant plus de 16 ans et que les hôpitaux belges ont pu travailler pendant tout ce temps avec des substituts tels que la radiothérapie, avec un coût moindre à l'achat et à l'implémentation. De plus, le 24 janvier 2018, au lendemain de la signature du bon de commande du groupe d'hôpitaux et universités belges, le Centre fédéral d'expertise des soins de santé (KCE) a publié un rapport qui remettait en question l'utilité de la protonthérapie pour les cancers généraux, signifiant que celle-ci n'était utile que dans un nombre très limité de cas. Le KCE stipulait qu'il n'y avait pas assez de preuves indiscutables de la supériorité de la protonthérapie par rapport à la radiothérapie classique (KCE, 2019).

Nous sommes donc ici en présence d'une menace importante des produits de substitution et principalement sous la menace de la radiothérapie classique.

3.2.4. La menace d'entrants potentiels sur le marché – Intensité faible

La protonthérapie est une technologie de pointe ultra-complexe. Il a fallu des dizaines d'années de recherche pour en arriver où nous en sommes aujourd'hui. Le fait que très peu d'acteurs soient présents sur le marché montre la difficulté de création du produit. De plus, le marché étant relativement restreint, il va être plus que compliqué de se faire une place face à

des constructeurs présents depuis de nombreuses années et qui jouissent d'une réputation grandissante.

Il faut aussi souligner le fait que le secteur de la santé est un marché qui est, de manière générale, relativement complexe à pénétrer. Il faut faire face à de nombreuses barrières à l'entrée. Le produit n'a pas droit à l'erreur et doit passer toute une batterie de tests et de certifications pour pouvoir être utilisé. Souvent, tous ces tests durent plusieurs années avant que le produit ne puisse être commercialisé. Ceci risque d'engendrer du retard sur les concurrents déjà présents sur le marché qui, eux, peuvent continuer de faire évoluer leur produit.

Il est donc de manière générale très compliqué de rentrer dans l'industrie de la protonthérapie et donc la menace d'entrants potentiels est relativement faible.

3.2.5. L'intensité de la rivalité entre les concurrents – Intensité forte

Comme énoncé précédemment, le marché est composé de 3 principaux acteurs. Nous avons cité Varian, Sumitomo et IBA. Les trois entreprises ont leur siège social et leur ligne de production sur des continents différents mais il n'empêche que les trois entreprises ont des clients dans le monde entier et ont donc exactement les mêmes clients cible. Tous les hôpitaux du monde pourraient prendre n'importe quel des trois accélérateurs de particules pour implémenter leur centre de protonthérapie. Il faut cependant noter que le transport d'un accélérateur est un processus très compliqué car l'entreprise l'envoie en une seule et unique pièce. C'est toute une prouesse logistique et économique de réaliser cette livraison.

Suite à la faible quantité d'acteurs sur le marché, la rivalité entre les concurrents est d'autant plus féroce. Il y a donc une intensité relativement forte entre les concurrents.

3.2.6. La présence de produits ou services complémentaires – Présence moyenne

Cette nouvelle force est importante car, sur certains marchés, les entreprises peuvent faire beaucoup plus de bénéfices avec les produits complémentaires qu'avec les produits principaux. Mais dans le cas de la protonthérapie, il n'existe presque pas de complément. Le complément qu'IBA propose est un service de mise à jour continu. IBA est consciente que fournir des solutions de protonthérapie ne consiste pas simplement à installer l'équipement de lutte contre le cancer. IBA s'engage également à maintenir les systèmes de ses clients à jour. La technologie évoluant rapidement, IBA propose des formules de mise à niveau adaptées à la configuration individuelle de chaque centre de protonthérapie. Et c'est grâce à ces compléments qu'IBA peut obtenir des revenus supplémentaires au prix de vente de l'appareil en lui-même.

Il y a donc une présence moyenne de complément au produit initial en protonthérapie.

3.3. L'analyse SWOT

Forces	Faiblesses
- IBA jouit d'une position de leader mondial sur le marché de la Protonthérapie. - Le premier accélérateur de particules vendu par IBA a été au Massachussetts General Hospital qui a été élu en 2021 3^{ème} meilleur hôpital dans le monde (Newsweek). - L'expertise scientifique d'IBA, qui a été créée en 1986 sur la base de cette technologie d'accélérateur de particules à Proton.	- Malgré son statut de leader mondial, IBA est une entreprise relativement petite. Elle compte « uniquement » un peu plus de 1500 employés. - Les bienfaits de la protonthérapie se font ressentir sur le long terme (5-10 ans) après la fin du traitement. Le processus d'autorisation de prescription du traitement pour certains cancers non encore traités par la technologie est donc lente. - Technologie très coûteuse et donc nombre restreint de clients.
Opportunités	Menaces
- La protonthérapie devient de plus en plus ouverte et permet de soigner un plus grand nombre de cancers chaque année. Ceci va permettre à l'entreprise de toucher encore des marchés non atteints. - Être parmi les premiers à développer la Flash thérapie, qui va permettre de considérablement réduire le nombre de séances de protonthérapie et donc la rapidité du traitement. - Pouvoir atteindre d'autres secteurs grâce à sa réputation, tels que des solutions en Radiopharmacie, Dosimétrie et des solutions Industrielles.	- Si les concurrents directs (Varian et Sumitomo) prennent plus de part de marché, ils risquent d'éclipser IBA. Sumitomo est une très grosse entreprise Japonaise qui compte 50 fois plus d'employés et beaucoup plus de secteurs d'activités. Ils ont donc beaucoup plus de moyens pour développer leurs technologies. - Une menace qui existe mais qui est peu probable est le fait que la protonthérapie n'évolue pas assez vite et qu'elle soit rattrapée par l'évolution de la radiothérapie ou remplacée par une nouvelle technique.

- Utiliser les accélérateurs de particules à Proton pour d'autres utilités que la médecine (e.g. aérospatial)	- Nous sommes également en présence d'un marché qui a ses limites. La croissance n'est pas infinie.
---	---

Grâce à sa réputation, ses moyens techniques, sa clientèle et ses finances, IBA peut se permettre de rêver plus grand et se positionner sur d'autres marchés. Elle pourra aussi améliorer sa technologie avec la flashthérapie et la carbonthérapie qui ne sont pas encore très connues mais qui sont des technologies du futur qui vont permettre de traiter efficacement certaines pathologies.

4. Méthodologie d'analyse des interviews

4.1. Méthode utilisée

4.1.1. Méthode qualitative et méthode quantitative

La littérature nous montre que deux méthodes principales existent.

D'une part, il y a la recherche qualitative qui est "*l'étude de la nature des phénomènes*", y compris "*leur qualité, leurs différentes manifestations, le contexte dans lequel ils apparaissent ou les perspectives à partir desquelles ils peuvent être perçus*", mais à l'exclusion de "*leur portée, leur fréquence et leur place dans un enchaînement de causes et d'effets objectivement déterminés*". Cette définition formelle peut être complétée par une plus pragmatique : *la recherche qualitative inclut généralement des données sous forme de mots plutôt que de nombres* (Busetto, Wick, & Gumbinger, 2020).

D'une autre, il y a la recherche quantitative qui est décrite comme "*la méthodologie de recherche comme les étapes holistiques qu'un chercheur emploie pour se lancer dans un travail de recherche. Par conséquent, une méthode de recherche quantitative consiste à quantifier et à analyser les variables afin d'obtenir des résultats. Elle implique l'utilisation et l'analyse de données numériques à l'aide de techniques statistiques spécifiques pour répondre à des questions telles que : qui, combien, quoi, où, quand et comment*" (Leedy & Ormrod 2001 ; Williams, 2011). En développant cette définition, Aliaga et Gunderson (2002) décrivent les méthodes de recherche quantitative comme "*l'explication d'une question ou d'un phénomène par la collecte de données sous forme numérique et leur analyse à l'aide de méthodes mathématiques, en particulier les statistiques*".

Après avoir étudié les deux options, l'analyse qualitative est apparue plus pertinente que l'analyse quantitative. En effet, comme énoncé ci-dessus, avec l'étude quantitative, il faudrait se baser sur des données mesurables, ce qui n'est pas le raisonnement le plus logique en rapport avec le sujet traité lors de ce mémoire. Il va être donc primordial de construire un guide d'entretien qui va parcourir de long en large le sujet et de trouver des intervenants qui se situent aux extrêmes, afin que l'analyse soit pertinente.

4.1.2. L'entretien semi-directif

Afin de récupérer les données nécessaires à l'étude qualitative, il a été décidé de conduire des entretiens de différents experts. Il existe plusieurs types d'entretiens différents : l'entretien libre, l'entretien dirigé et l'entretien semi-dirigé (Imbert, 2010 ; Lejeune, 2015). La technique utilisée pour ce mémoire a été celle de l'entretien semi-dirigé qui permet d'avoir une

ligne de conduite définie mais également une certaine liberté afin de pouvoir traiter tous les sujets souhaités.

4.1.3. Le guide d'entretien

Etant donné que l'entretien semi-directif a été choisi afin de mener à bien les interviews, un guide d'entretien général a été créé. Celui-ci comporte des questions communes à tous les auteurs. Cependant, afin de capter un maximum d'information, des questions faites sur mesure ont été écrites pour chaque intervenant. Ceux-ci ont d'ailleurs eu l'occasion de lire le questionnaire au préalable afin de pouvoir préparer les interviews. Tous les guides d'entretien sont à retrouver en Annexe (Annexe 1).

4.1.4. Constitution de l'échantillon

Pour constituer un échantillon pertinent et afin de donner du sens aux interviews, une recherche de différents experts dans le domaine a été faite dans un premier temps. En effet, le secteur de la protonthérapie en Belgique étant un milieu relativement sélectif et restreint, les bonnes personnes devaient être contactées. Afin de trouver ces experts belges, une liste des profils des personnes à contacter a été établie. Il fallait une personne responsable de l'innovation au sein de l'hôpital afin de répondre à toutes les questions plus générales sur l'innovation au sein des soins de santé en Belgique mais qui a travaillé sur le projet de l'intégration du ParTICLe. Il convenait également d'interviewer un décideur et donc une personne haut placé dans l'organigramme de l'hôpital afin d'avoir plus d'informations sur le déroulement à la fois pratique, technique et financier de l'intégration des innovations et du ParTICLe. Un médecin qui travaille quotidiennement avec cette technologie devait aussi être interrogé afin d'avoir son point de vue et de pouvoir le confronter aux personnes dont la vision serait plus économique. Une fois que le côté hospitalier avait été traité, l'aspect entreprise se devait d'être couvert également. Il convenait de trouver une personne qui produit la technologie et donc d'interviewer un employé de chez IBA qui a travaillé sur le processus d'implémentation du ParTICLe sur le site de Leuven.

Pour avoir un contact avec les experts de l'hôpital, le choix a été fait de se tourner vers les Cliniques Universitaires de Saint-Luc, en contactant l'assistante du CEO de l'hôpital. Cette personne a fait en sorte qu'un entretien avec Monsieur Renaud Mazy, CEO de l'hôpital, soit possible. Lors de cette interview, Monsieur Mazy a communiqué les coordonnées du CFO et du chef de service en radiothérapie et oncologie de l'hôpital. Monsieur Mazy a également parlé d'un ancien collaborateur qui a quitté l'hôpital depuis mais qui, à l'époque, était responsable de projet au sein de l'équipe de transformation du département stratégie & développement.

4.1.5. Présentation des acteurs

Comme énoncé précédemment, 5 interviews de personnes qui ont un rôle bien différent et qui se trouvent aux extrêmes du cas étudié ont été réalisées.

Premièrement, Monsieur Renaud Mazy, actuel CEO des Cliniques Universitaire Saint-Luc, a été interrogé. Cela fait 9 ans qu'il est le décisionnaire le plus important de l'hôpital. Grâce à ce poste à haute responsabilité, il s'occupe de la gestion quotidienne de l'hôpital mais également des projets d'avenir et de croissance que la clinique met en place. Il a bien évidemment pris part au projet de l'intégration de l'accélérateur de particules et aux négociations qui ont eu lieu entre les différents acteurs de cette collaboration multisite. Un de ses grands projets en cours est la digitalisation de l'hôpital et de tous les processus de prise en charge des patients. Avant d'entrer en poste à Saint-Luc, il a travaillé pendant 10 ans chez Baxter International Inc., qui est une multinationale américaine du secteur de la santé. L'entreprise se concentre principalement sur les produits destinés à traiter l'hémophilie, les maladies rénales, les troubles immunitaires et d'autres conditions médicales chroniques et aiguës (Wikipedia). Les innovations et l'avancée technologique sont un sujet qu'il a connu tout au long de sa carrière et représentent quelque chose qui le motive et qui le pousse à améliorer l'hôpital universitaire belge.

Par la suite, le Professeur Xavier Geets a été interviewé. Ce pur produit de l'UCL, qui a obtenu son diplôme en tant que médecin spécialiste en Radiothérapie Oncologique à l'UCL en 2007, est aujourd'hui le Chef de Service de radiothérapie oncologique des Cliniques Universitaires Saint-Luc. L'innovation au sein de son service, il la côtoie au quotidien, que ce soit par la protonthérapie, l'amélioration de l'imagerie médicale ou l'intégration d'intelligence artificielle dans l'analyse de résultats. Il est motivé par toutes ses avancées et prône une médecine innovante et évolutive.

Grâce à l'interview réalisée avec Monsieur Mazy, quelques questions d'ordre plus économique sur l'intégration du ParTICLe ont été posées au CFO de l'hôpital. Monsieur Philippe Dehaspe, Ingénieur Commercial de Solvay, occupe ce poste de directeur financier et administratif depuis maintenant 12 ans. Mais le milieu hospitalier n'a plus de secret pour lui car il occupe également le poste d'administrateur dans d'autres organismes des soins de santé belge (Epsilon Asbl, Groupe Jolimont, Valisana).

Après avoir réalisé les interviews au sein de l'hôpital, Monsieur Claude Dupont, actuel directeur des ventes chez IBA, a été la personne suivante à être interviewée. Monsieur Dupont

n'a pas moins de presque 35 ans d'expérience chez IBA. C'est l'unique entreprise qu'il a connue tout au long de sa carrière. Après avoir fait son stage universitaire là-bas, il a décidé de rejoindre l'entreprise quelques mois après sa création. Ayant occupé des postes de commercial concernant la protonthérapie tout au long de sa carrière, cette technologie n'a aucun secret pour lui. Il a participé aux principales ventes faites par l'entreprise aux différents hôpitaux du monde entier. Ayant travaillé sur le projet belge, Monsieur Dupont était une personne très importante à interviewer. Grâce à cette interview, une vision claire de la technologie mais également du processus d'intégration et du temps que cela prend à mettre en place, a pu être obtenue. Cela fait maintenant quelques mois qu'il travaille sur la vente d'un accélérateur avec un hôpital indien.

Pour clôturer les entretiens, Monsieur Cédric Fraselle a été interviewé. Monsieur Fraselle a été pendant près de 8 ans responsable de projets au sein de l'équipe de transformation du département stratégie & développement. Après une expérience de deux ans et demi en tant que consultant, il a rejoint l'hôpital afin d'apporter sa passion pour l'innovation et le médical. Il a eu l'occasion de travailler sur différents projets innovatifs. Qu'ils soient petits ou gros, ils ont tous eu un impact sur le fonctionnement de l'hôpital. Il n'a cependant pas quitté les soins de santé car depuis 6 mois, il travaille comme responsable innovation et développement chez Abilis. Cette société fournit des soins de qualité aux personnes de tous âges et de toutes capacités ayant des besoins spéciaux. Un leader de confiance au sein de cette communauté depuis 65 ans.

4.1.6. Méthode d'analyse utilisée

Afin de mener à bien cette analyse, comme expliqué précédemment, les interviews ont été conduites avec différents acteurs du milieu. Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés sur leur position et leur point de vue concernant l'innovation au sein des soins de santé de manière générale. Ensuite, une attention plus particulière sera apportée au cas choisi, la protonthérapie, et des questions plus précises seront posées afin de savoir comment s'était déroulée l'intégration de cette technologie pour chacun des acteurs. Ces entretiens vont nous permettre de mettre en opposition les découvertes faites lors de l'analyse de la littérature et un cas concret qui s'est déroulé en Belgique. Ces interviews ont été réalisées grâce à l'entretien semi-directif comme expliqué précédemment (Annexes 2).

Afin d'analyser ces interviews de manière efficace et structurée, chaque interview a été retranscrite (Annexe 2). Par la suite, grâce au questionnaire général et spécifique, et après relecture des différentes interviews, les idées qui revenaient le plus souvent ont été soulignées.

Ceci a permis de créer des sous-thèmes afin de répondre le plus précisément à la question de recherche. Afin de correctement synthétiser ces idées et d'avoir une vision claire et structurée de celle-ci, des matrices (Annexes 3) avec pour axe horizontal, le point de vue synthétisé de chacun de mes 5 intervenants et pour axe vertical, les principales idées et les sous-thèmes reliés à celles-ci, ont été créées et complétées par les idées mises en évidence au préalable. Cette matrice va permettre de facilement comparer les points de vue de chaque intervenant et de pouvoir observer les concordances ou différences qu'il pourrait y avoir sur les thèmes et sous-thèmes sélectionnés. Ces matrices sont bien évidemment une synthèse des interviews et ne contiennent donc évidemment pas le contenu total des interviews mais uniquement les informations les plus pertinentes pour l'analyse de celles-ci. De plus, il se pourrait que certains acteurs ne puissent pas répondre à certaines questions sur un sous-thème, une case vide pourrait, dès lors, être observée à cet endroit.

5. Le point de vue des experts

5.1. Sur le rôle et l'importance de l'innovation dans les hôpitaux belges

L'innovation, qu'elle soit technologique ou organisationnelle, est une partie intégrante et importante de nos soins de santé aujourd'hui. Afin d'offrir les traitements les plus performants possibles, nos hôpitaux investissent considérablement. Et principalement les hôpitaux universitaires. Monsieur Cédric Fraselle, ancien chef de projet au sein de l'hôpital, soulignait l'importance de la recherche et de l'innovation au niveau des hôpitaux universitaires belges car cela fait partie de leur mission, c'est incorporé dans leur ADN et leur plan stratégique.

Cela nous a été confirmé par Mr Renaud Mazy, CEO des Cliniques Universitaires Saint-Luc, qui parlait d'un investissement de 150 millions d'euros pour la digitalisation des processus de l'hôpital, ce qui va permettre d'accélérer et d'améliorer la prise en charge des patients. Mais pas seulement ! Cette digitalisation est le début de l'utilisation du Big Data dans les hôpitaux. Le CEO expliquait que cette collecte de données médicales va permettre par exemple d'anticiper la survenue d'une septicémie chez les patients hospitalisés aux soins intensifs. On va pouvoir anticiper jusqu'à 7 heures un épisode de septicémie. Sachant que c'est une des causes importantes de décès chez les patients hospitalisés, l'investissement considérable opéré ne générera sûrement pas beaucoup de retour financier mais va permettre de largement améliorer la qualité de vie globale des patients au sein de l'hôpital (prise en charge, traitement, suivi, etc.). Monsieur Mazy a répété plusieurs fois pendant l'interview que de l'innovation « *il y en a et il y en a de plus en plus mais il n'y en a jamais assez* ». C'est le cas dans le service du Dr Geets, en radiologie oncologique, l'innovation est capitale, c'est central. Dans le domaine de la radiothérapie, des systèmes informatiques rapides ainsi que l'intelligence artificielle font leur apparition. Cela implique de grands changements dans la pratique et dans l'offre de traitements proposés aux patients. Et IBA l'a bien compris car depuis maintenant plus de 30 ans, l'entreprise a été à la base d'innovations technologiques dans le traitement du cancer. L'innovation en oncologie est importante, le développement continu et le succès de la protonthérapie en sont la preuve.

Monsieur Fraselle a remarqué que la crise du COVID-19 que nous vivons actuellement a été un accélérateur de l'innovation et a montré l'importance de celle-ci. Indépendamment du fait de la rapidité à laquelle les entreprises pharmacologiques ont trouvé un vaccin, il y a eu dans les hôpitaux belges une multitude de petites innovations qui ont vu le jour. Ce dernier parlait du fait que les patients hospitalisés ne pouvaient plus obtenir le réconfort physique de leur proche et que Saint-Luc a mis en place un dispositif de visite virtuelle pour les personnes

qui n'en avaient pas les moyens. Ce petit exemple n'est certes pas une innovation révolutionnaire mais est un exemple parmi tant d'autres de petites innovations organisationnelles qui influencent au quotidien la santé à la fois physique et mentale des patients. Ce genre de crise permet d'apporter des solutions auxquelles on n'aurait pas pensé et vient renforcer la dynamique innovante des hôpitaux.

5.2. Sur la position de la Belgique sur l'échelle mondiale en terme d'innovation au niveau sein des soins de santé

Pour calculer le taux d'innovation d'un pays il convient de regarder, par exemple, le nombre de brevets déposés par ce pays, que ce soit par une entreprise privée ou une organisation gouvernementale (hôpitaux, université). Selon un rapport de la Banque Nationale Belge, au niveau de l'innovation globale, la Belgique représente à peine 1% de toutes les demandes de brevet déposées auprès de l'Office européen des brevets et près de 3% de celles provenant des pays de l'Europe des 28. Bien que cela semble relativement modeste, la Belgique se classe tout de même parmi les 15 premiers pays au niveau international et sa part est comparable à celle de l'Espagne. Grâce à une croissance soutenue des demandes, il semble tout à fait remarquable d'avoir constamment conservé une position aussi solide sur près de deux décennies (2000-2019). Cela contraste avec certaines économies de premier plan au niveau européen ou international qui sont restées prédominantes mais ont perdu un peu de terrain au fil du temps (Cheliout, 2020).

De manière générale, au niveau des soins de santé, cette analyse est partagée et confirmée. La Belgique se trouve dans le peloton. Selon Monsieur Mazy, la Belgique n'est certainement pas dans les derniers de classe mais en même temps, pas dans les leaders mondiaux non plus. En Europe, des pays comme la Suisse, l'Allemagne ou les pays scandinaves, ont une certaine avance et sont précurseurs dans ce domaine. Cependant, une fois que l'on regarde plus précisément à certains services, on remarque des positions différentes. Dans le domaine de la radiologie, d'après le Dr Geets, « *on est à la pointe* ». Le fait de posséder la protonthérapie nous positionne parmi les meilleurs. De plus, Saint-Luc dispose d'un accélérateur intégrant l'intelligence artificielle, une première en Belgique et parmi les premiers en Europe. Le fait que IBA soit une entreprise, une spin-off de l'UCLouvain et donc une entreprise belge confirme les dires du Dr Geets. Cette technologie nous met au premier plan sur la carte de l'innovation technologique en radiothérapie.

Les essais-cliniques semblent être un autre point fort et avant-gardiste de la Belgique (Cédric Fraselle). Toujours selon Monsieur Fraselle, la Belgique se situe parmi le top européen

si pas mondial mais ne peut évidemment rivaliser avec les Etats-Unis et certains pays de l'Europe du Nord.

5.3. Sur les facteurs influençant le succès ou l'échec de l'adoption d'une innovation

L'intégration d'une innovation n'est pas chose aisée et encore moins dans un environnement aussi hostile que le milieu hospitalier belge. Comme nous l'avons vu dans la théorie, l'innovation ne sera pas adoptée à la même vitesse par tout le monde (Rodgers, 1962). Pour que cette intégration se passe au mieux, il faut aussi être conscient que cela va impliquer une augmentation de travail et une certaine adaptation aux nouveautés. Et on le sait, l'Homme est de manière générale très avers au changement (Gailly, 2019). Il ne sera donc pas toujours facile d'implémenter de nouveaux processus ou technologies qui vont chambouler les habitudes des personnes ciblées par l'innovation.

Renaud Mazy est plutôt en accord avec ce qu'on a vu dans la théorie car pour lui, l'innovation doit être encadrée par des processus, elle doit être soutenue par les comités de direction, ça ne doit pas se passer uniquement sur le terrain. Il faut y mettre des moyens conséquents pour s'assurer de sa bonne intégration. Il faut également ne pas avoir peur de s'inspirer d'autres hôpitaux ou même d'autres secteurs afin de s'enrichir des succès et des échecs des autres et d'y apporter des modifications pour se donner toutes les chances d'une bonne adoption. Effectuer de nombreux tests afin de s'assurer que l'innovation sera rentable et efficace est également primordiale car dans le médical, certaines peuvent avoir un coût important tant à l'achat qu'à l'utilisation.

Pour le Docteur Geets, un facteur très important est l'intégration de la nouvelle technologie ou innovation au sein d'un parc existant. Ceci signifie qu'il est important d'avoir des systèmes compatibles entre eux. Cela devient un problème actuellement car la plupart des industries travaillent avec leur propre solution et ne font généralement pas attention aux équipements déjà utilisés par les médecins. En présence de différents équipements au sein d'un même service, cela devient un vrai challenge. Il est également primordial d'assurer l'accessibilité des outils pour les utilisateurs. Certains constructeurs ne se soucient pas vraiment de ce point, ce qui rend l'adoption compliquée. Il souligne le fait que l'initiation à l'outil est importante. Une bonne formation de l'entreprise sur l'utilisation de la technologie, comme l'avait souligné Barlow, va fortement accélérer le processus d'adoption et va rapidement porter ses fruits.

Un autre élément capital sera l'aspect financier. Une innovation coûte de l'argent et les hôpitaux n'en ont pas beaucoup. Monsieur Mazy estimait la marge financière annuelle inférieure à 5 millions d'euros. Ceci force les hôpitaux à devoir demander de nombreux subsides aux différents organismes d'états qui ne sont pas toujours favorables à l'investissement. Le CFO de l'hôpital, Monsieur Dehaspe, stipulait que les marges de croissance sont entièrement absorbées par les médicaments/thérapies innovants. Les nouvelles technologies sont donc implémentées aux frais de ceux qui ont le courage de s'y plonger. Généralement, ce sont les hôpitaux universitaires qui le font car cela fait partie de leur ADN. Mais pour financer ces projets, cela n'est pas toujours évident car l'apport financier des organisations gouvernementales n'est pas suffisant. Il faut à ce moment-là faire appel à des fonds d'investissement privés ou à des mécènes. Des propos confirmés par le directeur commercial d'IBA qui, tout au long de sa carrière, a pu remarquer cette importance du financier. La question du financement des hôpitaux en Belgique est complexe. Qu'ils soient publics ou privés à but non lucratif, leur financement repose principalement sur 4 éléments principaux qui constituent leur chiffre d'affaires.

1. Le budget des moyens financiers (BMF), qui représente environ 36% du chiffre d'affaires de l'établissement.
2. Les frais médicaux, qui constituent environ 41 % du chiffre d'affaires de l'établissement.
3. Les produits pharmaceutiques, qui représentent environ 17 % du chiffre d'affaires de l'établissement.
4. Les forfaits INAMI et les réunions, qui représentent environ 4 % du chiffre d'affaires de l'établissement.

Ces différentes sources de financement sont caractéristiques de la complexité du système actuel et doivent être traitées par les gestionnaires. Toutes ces sources sont soumises à des règles qui se multiplient d'année en année, rendant le système opaque et difficile à comprendre pour les gestionnaires (Portella, Le Grand, Van Uytven & Barrubés, 2020).

Les accélérateurs pour la protonthérapie coûtent très cher et ne sont donc pas accessibles à tout hôpital. Les Cliniques Universitaires Saint-Luc ont, comme expliqué précédemment, fait une collaboration avec leurs homologues néerlandophones afin de mener à bien ce projet. Il faut aussi savoir que la protonthérapie a actuellement une capacité de traitement relativement restreinte et donc, d'une manière plus générale pour les innovations, un frein pourrait être l'efficacité prouvée de la technologie par rapport à son potentiel futur (Claude Dupont).

5.4. Sur les facteurs qui amènent à l'acquisition d'une innovation

La question de savoir qui a amené les innovations au sein des hôpitaux et qui en sont les précurseurs, peut se poser. Dans certains cas, l'innovation peut être amenée par les décideurs de l'hôpital afin d'améliorer la renommée d'un service et d'attirer des médecins très compétents et réputés. Dans d'autres, ce sont les médecins qui font pression car ils sont convaincus de l'importance de la technologie

Monsieur Cédric Fraselle, qui a côtoyé ce milieu pendant de nombreuses années, a son idée sur le sujet. Il expliquait que ni les décideurs, ni les médecins n'avaient plus de poids. L'hôpital attire des médecins grâce à son statut d'hôpital universitaire et innovant. Les innovations amenées par l'hôpital sont celles que l'équipe responsable des innovations observe dans d'autres hôpitaux belges ou mondiaux, dans les salons et conférences, etc. Les médecins sont également de grands précurseurs de l'innovation car il se renseignent continuellement et participent à des congrès desquels ils ramènent également des avancées qui les intéressent. Pour un fonctionnement optimal, il faut un bon équilibre entre les deux.

En termes de protonthérapie, il faut savoir que par le passé, tous les patients qui étaient éligibles pour être traités par protonthérapie étaient envoyés à l'étranger. Ils allaient dans les centres en France, en Suisse ou en Allemagne. Pour les oncologues belges, il était dès lors primordial de disposer d'un centre en Belgique. Ce projet est un peu particulier car c'est un projet qui est dans l'escarcelle des dirigeants de l'hôpital depuis 20 à 30 ans. Au départ, c'était la volonté des médecins mais c'est rapidement devenu un projet national qui a dépassé les frontières de l'hôpital grâce à la collaboration multisite (Xavier Geets). Il a fallu beaucoup de temps pour que ce projet se mette en place car il fallait en prouver les mérites pour le faire approuver par l'INAMI.

5.5. Sur la fréquence à laquelle l'hôpital innove

Comme expliqué précédemment, beaucoup d'innovations sont poursuivies, mais jamais assez. Selon Monsieur Mazy et Monsieur Fraselle, les intégrations régulières d'innovations font évoluer l'hôpital de manière quotidienne. Certains services sont sujets à plus d'innovations que d'autres mais de manière générale, l'évolution est constante. Actuellement, l'hôpital opère beaucoup d'innovations en termes de digitalisation et en Big Data. En radiothérapie oncologique, le Dr Geets est confronté à des innovations quasiment annuelles, que ce soient de nouvelles solutions software ou des nouveaux appareils.

5.6. Sur les challenges de l'intégration du ParTICLe

La protonthérapie est une innovation imposante à tous points de vue. L'appareil est très grand et très lourd, il pèse 55 tonnes, ce qui implique des challenges techniques d'intégration. Mais, comme on l'a déjà répété à plusieurs reprises, c'est un appareil qui coûte très cher et génère donc des challenges financiers non des moindres. La collaboration multisite a également été un défi et de nombreux points positifs et négatifs de cette entente vont être développés un peu plus loin.

5.6.1. Financier

Toutes les personnes interviewées sont unanimes concernant le principal challenge rencontré lors de ce projet : l'aspect financier. En Belgique, le flou qui existe sur le financement des équipements médicaux a joué en défaveur de ParTICLe : en principe les équipements sont financés par les honoraires (INAMI) sauf certains équipements lourds, bien définis, qui sont financés via les régions. L'INAMI n'avait pas de budget et les régions ne financent a priori pas d'équipement à vocation nationale (Philippe Dehaspe). Dans un premier temps, le grand défi a été de réaliser le projet sans subsides des autorités. Le financement a donc dû se faire via des fonds d'investissements privés et des mécènes. A l'UCLouvain, ce sont quasi uniquement des mécènes qui sont intervenus pour financer l'opération. La clinique n'a donc rien investi de ses propres fonds. Du côté néerlandophone, la situation était un peu différente. Les hôpitaux néerlandophones sont plus riches et ont donc plus de moyens pour investir. Ils ont également fait appel à des investisseurs privés. Claude Dupont révélait que le prix d'un ProteusONE, technologie installée à l'UZ Leuven, était de plus ou moins 22 millions d'euros. A cela, il faut rajouter le prix du bâtiment, qui est un bâtiment très technique et qui requiert des installations particulières, s'élevant à un peu moins de 10 millions d'euros.

5.6.2. INAMI

Monsieur Mazy et son CFO, Monsieur Dehaspe, s'accordaient sur le fait que traiter avec l'INAMI a été un vrai challenge. Etant une institution publique, il a été très difficile de discuter avec elle. Un des défis observés en Belgique et une des raisons pour laquelle ça a pris 20 ans, c'est que le taux de patients à traiter par protonthérapie était jugé trop faible par l'INAMI et que ce nombre de patients pouvait être envoyé à l'étranger (France, Suisse, etc.). Jusqu'à présent, la Belgique envoyait ses patients à l'étranger à bas coûts. Ces frais bas facturés par les centres étrangers peuvent sans doute s'expliquer par un financement public de l'infrastructure et donc une tarification basée sur les coûts opérationnels. Il a donc été relativement compliqué d'obtenir des accords sur le remboursement du traitement.

Monsieur Dehaspe ajoutait que la contrainte de l'INAMI est qu'elle fonctionne avec un budget à enveloppe fermée, les discussions se font entre assureurs et médecins. Les médecins craignent que les montants qui iront vers la protonthérapie ne poussent l'INAMI à réaliser des économies ailleurs, au détriment d'autres investissements. C'est une limite importante du système social belge : tant qu'il s'agit de partager la croissance, on peut s'entendre. Mais aujourd'hui, les marges de croissance sont entièrement absorbées par les médicaments/thérapies innovants, et les nouvelles technologies sont donc implémentées aux frais de ceux qui ont le courage de s'y plonger.

5.6.3. Collaboration multisite

Grâce à l'interview du CEO de l'hôpital, nous apprenons que le projet initial, qui était une collaboration entre la Région Wallonne et l'UCLouvain, était de créer un centre de protonthérapie à Louvain-la-Neuve. Cependant, comme l'expliquait Monsieur Mazy, l'opposition étant féroce entre Jean-Claude Marcourt et Bruno Delvaux, doyen de la Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale depuis 2004, la Région a décidé de l'installer à Charleroi. Le projet a reçu son feu vert en 2021 et sera une collaboration entre les universités wallonnes, six hôpitaux wallons et bruxellois ainsi que la société IBA. Cependant, pour les partenaires actuels, il n'y a place que pour un seul centre en Belgique, celui-ci ne tournant actuellement pas encore à plein régime (Philippe Dehaspe). Pour le premier centre, l'UCL et Saint-Luc se sont donc rapprochés de la KUL et de l'UZ Leuven pour mettre en place le projet. Un accord 2/3 KUL, 1/3 UCL a été trouvé et la même clé est visée dans les programmes de recherche associés à la protonthérapie. L'utilisation est gérée à Leuven, mais Saint-Luc apporte des ressources telles que des médecins et des physiciens.

La création du centre a évidemment pris du temps. Le projet a commencé en 2016 et le premier patient a été traité en septembre 2020. Mais d'après le Dr Geets, sur le plan humain, « *ça apporte une énorme valeur ajoutée* ». La collaboration avec les médecins flamands se passe très bien et l'échange est très enrichissant. Les responsables des deux hôpitaux ainsi que ceux de Gand et d'Anvers se réunissent régulièrement afin de s'assurer du bon management de l'installation et des traitements qui y sont donnés. C'est un vrai succès car c'est une des premières collaborations, sur un si gros projet, qui dépasse la frontière linguistique.

5.7. Sur les impacts du ParTICLe sur la patientèle

L'impact principal pour les patients a été l'accessibilité au traitement. Avoir un appareil en Belgique permettait aux radiothérapeutes de ne plus les envoyer à l'étranger et de les traiter en Belgique (Claude Dupont). La patientèle a donc été très demandeuse. La protonthérapie a

joui de communication et de marketing. Les patients les plus renseignés sont dès lors demandeurs de ce nouveau traitement. Il faut parfois freiner les ardeurs des patients car comme expliqué, toutes les tumeurs ne sont pas traitables par protonthérapie (Xavier Geets). D'un point de vue économique, pour le patient, il n'y aura pas de changement car la mutualité devrait rembourser quasiment la totalité des frais du traitement (Renaud Mazy).

5.8. Les indicateurs de succès/échec de la protonthérapie

Avec un investissement si important et un si grand nombre de protagonistes dans le projet, on peut se demander quels sont les indicateurs déterminant le succès de cette innovation. L'aspect financier va-t-il prendre le pas sur l'aspect médical ou inversement ? On n'a actuellement pas beaucoup de recul sur la technologie. Cette technique a été utilisée, en Belgique, pour la première fois il y a un peu plus d'un an seulement. En termes de bénéfice pour les patients, les premiers résultats ne seront pas connus avant une dizaine d'années (Xavier Geets). Mais si on sait que de plus en plus de cancers commencent à être traités par protonthérapie et que les institutions belges ont pu être convaincues d'inclure ce traitement, ceci prouve que la technologie évolue dans le bon sens et a de beaux jours devant elle. Pour le CEO, la protonthérapie est un investissement colossal et il faut dès lors être sûrs que les hôpitaux qui y ont investi puissent trouver un équilibre financier un jour. L'objectif n'est pas de faire un retour sur investissement positif mais d'atteindre le Break Even Point. Monsieur Mazy souligne malgré tout le fait que l'apport qualitatif supplémentaire par rapport à la radiothérapie classique est aussi un indicateur « *super* » important mais qu'on ne pourra observer que dans quelques années.

Pour IBA, le succès de cette technologie n'est plus à démontrer. On le remarque déjà depuis 2001 avec l'installation du premier appareil au Massachusetts General Hospital. La position de leader sur le marché mondial montre à quel point cette petite société tenait en main une solution prometteuse. Les indicateurs qu'on observe chez IBA sont le nombre d'appareils vendus à travers le monde et le nombre grandissant de patients traités par cette technologie. Le 100 000ème patients a été fêté il n'y a pas longtemps.

5.9. Sur la rentabilité de l'investissement

Le Break Even Point en économie est le point auquel le coût total et le revenu total sont égaux. Il n'y a pas de perte ou de gain net, et l'on est "rentré dans ses frais", bien que les coûts d'opportunité aient été payés et que le capital ait reçu le rendement attendu ajusté au risque. En bref, tous les coûts qui doivent être payés le sont, et il n'y a ni perte ni profit (Wikipedia).

Comme expliqué précédemment, Monsieur Mazy a déclaré que l'objectif n'était certainement pas de faire un bénéfice financier avec cette technologie mais de rentrer dans les frais et d'atteindre ce Break Even Point. Un objectif que partage son CFO. Cependant, ce dernier ne pense pas que l'atteinte de cet objectif soit réaliste. Pour lui, on n'atteindra jamais le Break Even Point. Les coûts opérationnels sont fixes (même les salaires) dans la mesure où exploiter un tel système implique un staff de base important. Il est possible que hors investissements, le Cashflow cumulé devienne un jour positif et que l'investissement initial puisse commencer à être couvert. Mais le cash investi par le collectif d'universités et hôpitaux dans le démarrage est très important. Et sachant que la somme des coûts opérationnels fixes est telle qu'un seuil minimum de patients annuel doit être atteint pour rembourser ces coûts opérationnels qui est très élevé, il va falloir longtemps avant d'atteindre ce point de rentabilité.

V. Conclusions

Que ce soit au niveau théorique ou lors de l'analyse de notre cas précis, on peut se rendre compte de la complexité de l'intégration et l'adoption de nouvelles technologies au sein de hôpitaux. L'innovation est clé et centrale pour ce milieu. « *De l'innovation, il y en a et il y en a de plus en plus mais il n'y en a jamais assez* » phrase que Monsieur Renaud Mazy, CEO des Cliniques Universitaire Saint-Luc, a dite et qui illustre bien la vision qu'un hôpital belge universitaire a aujourd'hui. La théorie nous a montré que l'adoption d'une innovation ne se fait pas en un jour, il n'y a souvent pas de décision unique d'adoption. La prise de décision implique souvent de multiples parties prenantes et se déroule dans le temps au fur et à mesure des essais. Il est donc important d'éviter de séparer de manière rigide "adoption" et "assimilation" dans la pratique courante des soins de santé.

Le rôle du pouvoir et de la politique sont primordiaux pour les succès de l'intégration des innovations. La manière dont le processus de prise de décision est organisé est également très importante. Dans la partie théorique, nous avons pu remarquer que les décisions sont souvent prises dans une perspective à court terme et ne tiennent pas compte de la durabilité à plus long terme de l'innovation. De manière générale, il n'a pas été question de ceci pour le cas étudié. Le centre ParTICLe et la protonthérapie ont des applications aujourd'hui encore fort limitées. L'intégration de cette innovation est un plan d'avenir et table sur le fait que les pathologies traitées par cette technologie augmenteront considérablement dans les années à venir. Cette vision à long terme est présente également dans le projet de digitalisation des processus de l'hôpital. Le Big Data va permettre d'améliorer et de mieux encadrer les patients dans un futur à moyen et long terme.

L'analyse du cas particulier de la protonthérapie nous a également permis de mettre en exergue la difficulté des financements de nouvelles technologies en Belgique. Ces technologies sont tellement pointues qu'elles requièrent beaucoup de recherche et d'essais cliniques, ce qui les rend extrêmement coûteuses. Sachant que les hôpitaux belges ne se portent pas au mieux et ont des finances relativement délicates, il est souvent compliqué de financer de telles innovations. Quand il s'agit d'investir des dizaines de millions d'euros dans une technologie, les subsides sont clés et l'intervention de structures gouvernementales comme les Régions et l'INAMI est généralement vitale pour ce genre de projet. Le projet dont il est question dans ce mémoire n'a pas eu accès à ces fonds et à cette aide financière. Il a fallu l'intervention de mécènes et de fonds d'investissement privés afin de le mener à bien. Ce qui rend l'évaluation du succès d'une innovation très compliquée car tous les acteurs interviewés s'accordent à dire

que le facteur humain et la plus-value pour le patient sont centrales dans un projet pareil mais que l'aspect financier reste important. En effet, le Break Even Point d'une telle innovation, qui possède des coûts d'installation et d'exploitation très importants, risque de ne jamais être atteint. De plus, le ParTICLe étant une collaboration entre différentes entités implique des complications dans le cas où le point de rentabilité n'est pas atteint.

Il est donc de manière générale compliqué d'intégrer une innovation ou une nouvelle technologie au sein du milieu des soins de santé. Il y a beaucoup de freins à l'intégration et c'est un processus très lent qui demande beaucoup de préparation, d'analyse et de certifications. La technologie évoluant et étant de plus en plus reconnue, la protonthérapie et IBA ont de belles années devant elles.

VI. Critiques et limites du mémoire

Il va maintenant être intéressant de s'attarder sur les limites et critiques concernant la pertinence et l'objectivité de ce travail.

La première limite provient des intervenants choisis. Comme expliqué précédemment, lors de la présentation de ceux-ci, quatre d'entre eux travaillent ou ont travaillé pour les Cliniques Universitaires Saint-Luc. Bien que leurs positions soient très différentes et sont pertinentes pour l'analyse de la Protonthérapie au sein de l'UCL, cet échantillon ne sera pas représentatif du déroulement de l'intégration d'une innovation similaire dans d'autres hôpitaux belges ou d'autres pays. Comme on l'a souligné dans ce mémoire, le système belge et en particulier l'intégration de cette innovation est tout à fait singulière car il s'agit d'une première collaboration entre hôpitaux et universités aussi bien francophones que néerlandophones. Les conclusions tirées de ce projet ne seront vraisemblablement pas les mêmes que celles qu'on pourrait tirer d'un projet similaire à l'étranger ou du projet d'implémentation en cours à Charleroi d'un deuxième accélérateur de particules belge.

De plus, le fait que le mémoire se base sur une étude qualitative et réalisée avec un échantillon de 5 personnes uniquement ne permet pas de tirer des conclusions certaines. En effet, un échantillon plus important d'acteurs dans le milieu pourrait soit confirmer ou infirmer les conclusions précédemment tirées. Il faut savoir aussi que les infos retirées des interviews ne sont que le point de vue et l'expérience de chacune des personnes interrogées. Ce qui fait la pertinence de leurs propos est le fait qu'ils occupent des postes à responsabilité et d'expérience au sein de l'hôpital et d'IBA.

En ce qui concerne la pertinence des intervenants, malgré le fait que ceux-ci étaient quasiment tous issus de l'UCL, il était important de toucher des experts du secteur et des acteurs actifs du projet. Ne pas avoir eu accès aux décideurs de l'INAMI nous empêche d'avoir une vision extérieure et probablement plus réticente face au projet. Car comme expliqué précédemment, ces derniers n'étaient pas favorables au développement du projet. Il aurait été donc intéressant d'avoir un point de vue opposé à celui de nos cinq intervenants qui étaient tous parties prenantes et en faveur du développement de la protonthérapie en Belgique.

L'absence du point de vue néerlandophone sur le sujet est également quelque peu regrettable. Malgré le fait que nos intervenants nous disent que la collaboration se passe bien, il aurait été intéressant de savoir le point de vue des homologues flamands de nos intervenants. De plus, le CFO de Saint-Luc n'a malheureusement pas voulu nous donner accès au chiffre

précis du montage financier du projet et nous renvoyait vers les hôpitaux flamands. Il aurait donc été très intéressant d'avoir accès à ces informations afin de pouvoir analyser en profondeur le montage de celui-ci mais aussi les détails du Break Even Point. Pouvoir analyser ce Break Even Point pourrait nous offrir une vision claire de la rentabilité de la technologie.

Enfin, le fait d'analyser uniquement le cas de la protonthérapie restreint notre analyse et les enseignements que l'on tire de ce mémoire. Il nous est impossible d'en faire une généralité et d'étendre nos conclusions à toutes les innovations technologiques dans les hôpitaux belges.

VII. Recommandation pour des recherches futures

Des recherches futures pourraient être intéressantes afin de valider les conclusions réalisées lors de ce mémoire et d'améliorer la pertinence de celles-ci. Ces recommandations seront basées sur les limites et critiques identifiées dans le chapitre précédent.

Premièrement, il serait extrêmement intéressant d'élargir le panel de personnes interviewées. Comme expliqué dans le chapitre précédent, il faudrait s'intéresser au point de vue de l'INAMI qui pourrait offrir une perspective totalement différente. Il conviendrait également de s'entretenir avec les décideurs de l'UZ Leuven, ce qui offrirait un point de vue différent et nous donnerait un autre aspect de cette collaboration. Cette analyse offrirait des conclusions plus précises sur l'étude du cas étudié.

Une étude approfondie et complète du Business Model et du montage financier réalisé par cette collaboration inter-universitaire permettrait de découvrir comment un investissement de plusieurs dizaines de millions d'euros est réalisé sans l'aide de financements de l'Etat. Il serait intéressant de savoir comment les responsables financiers des différents sites ont fait leurs prédictions et calculé le point de rentabilité de l'innovation, de savoir où se trouve le projet actuellement et si ce projet à un jour une chance d'être rentable et de rembourser l'investissement initial. Dans le cas où le point de rentabilité ne serait pas atteint, que se passerait-il, qui prendra en charge les pertes ?

Avec l'apparition d'un nouveau centre de protonthérapie en Wallonie d'ici quelques années, il serait intéressant de voir comment les projets se différencient dans leur conceptualisation, comment l'utilisation des deux centres se réalisera et de juger de l'importance d'avoir ou non ces deux centres en Belgique. C'est une question que se posait le CEO de Saint-Luc, Renaud Mazy. Le point de vue du l'INAMI, qui avait déjà émis ses réserves au lancement du premier centre, sera également intéressant à analyser.

VIII. Bibliographie

- Antares Consulting. (2020). *Health Prospecting 2020. Comment mieux intégrer l'innovation dans le système de santé belge ?* ING Belgique.
<https://www.ing.be/Assets/nuid/documents/Comment%20mieux%20int%C3%A9grer%20l'innovation%20dans%20le%20syst%C3%A8me%20de%20sant%C3%A9%20belge.pdf>
- Barlow, J. (2017). *Managing Innovation in Healthcare* (1^{re} éd.). World Scientific Europe.
- Barlow, J., & Burn, J. (2008). *All Change Please. Putting the Best New Healthcare Ideas into Practice*. Policy Exchange.
- Baxter International. (2021, 20 juillet). Dans *Wikipedia*.
https://en.wikipedia.org/wiki/Baxter_International
- Belfius. (2018, octobre). *Analyse MAHA 2018 - Hôpitaux Généraux*.
https://www.gibbis.be/images/Pr%C3%A9sentation_Conf%C3%A9rence_de_presse_MAHA_2018.pdf
- Bême, D. (2016, 3 février). *Les cancers pédiatriques en chiffres*. Doctissimo.
<https://www.doctissimo.fr/html/dossiers/cancer/articles/9555-cancers-enfant-chiffres.htm#:~:text=hausse%20en%20Europe-,Les%20cancers%20de%20l'enfant%20en%20chiffres,succomberont%20%C3%A0%20leur%20maladie%201.>
- Bigné-Alcañiz, E., Ruiz-Mafé, C., Aldás-Manzano, J., & Sanz-Blas, S. (2008). Influence of online shopping information dependency and innovativeness on internet shopping adoption. *Online Information Review*, 32(5), 648-667.
<https://doi.org/10.1108/14684520810914025>
- Blackler, F. (1995). Knowledge, Knowledge Work and Organizations : An Overview and Interpretation. *Organization Studies*, 16(6), 1021-1046.
<https://doi.org/10.1177/017084069501600605>

- Bower, D. J. (2003). Innovation in Healthcare Delivery. *Service Innovation*, 211-229.
https://doi.org/10.1142/9781848161306_0008
- Busetto, L., Wick, W., & Gumbinger, C. (2020). How to use and assess qualitative research methods. *Neurological Research and Practice*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s42466-020-00059-z>
- Cancer. (2021, 26 mars). Vers une Belgique en bonne santé.
<https://www.belgiqueenbonnesante.be/fr/etat-de-sante/maladies-non-transmissibles/cancer>
- Le cancer chez l'enfant*. (s. d.). Institut Roi Albert II. Consulté le 20 juillet 2021, à l'adresse <https://www.institutroialbertdeux.be/fr/le-cancer-chez-lenfant>
- Le cancer en chiffres | Fondation contre le Cancer*. (s. d.). cancer.be. Consulté le 20 juillet 2021, à l'adresse <https://www.cancer.be/le-cancer/le-cancer-en-chiffres>
- Carayannis, E. G., Samara, E. T., & Bakouros, Y. L. (2016). *Innovation and Entrepreneurship : Theory, Policy and Practice (Innovation, Technology, and Knowledge Management)* (Softcover reprint of the original 1st ed. 2015 éd.). Springer.
- Carignani, V. (2000). Management of change in health care organisations and human resource role. *European Journal of Radiology*, 33(1), 8-13. [https://doi.org/10.1016/s0720-048x\(99\)00130-8](https://doi.org/10.1016/s0720-048x(99)00130-8)
- Cash Flow. (s. d.). Investopedia. Consulté le 29 juillet 2021, à l'adresse <https://www.investopedia.com/terms/c/cashflow.asp>
- Cheliout, S. (2020, novembre). *La capacité d'innovation de la Belgique à la lumière des données de brevets*. nbb.be. <https://www.nbb.be/fr/articles/la-capacite-dinnovation-de-la-belgique-la-lumiere-des-donnees-de-brevets-0?language=fr#:~:text=donn%C3%A9es%20de%20brevets-,La%20capacit%C3%A9%20d'innovation%20de%20la%20Belgique%20%C3%A0,lu>

mi%C3%A8re%20des%20donn%C3%A9es%20de%20brevets&text=La%20faiblesse
%20de%20la%20croissance,primordial%20pour%20la%20croissance%20future.

Comment faire une analyse SWOT ? [Matrice à télécharger]. (s. d.). Codeur Mag. Consulté le
20 juillet 2021, à l'adresse <https://www.codeur.com/blog/analyse-swot/>

Complementors (Sixth Force of Porter's Five Forces). (s. d.). The Strategic CFO. Consulté le
16 juillet 2021, à l'adresse <https://strategiccfo.com/complementors-sixth-force-of-porters-five-forces/>

Cooper, R. G. (2001). *Winning at New Products : Accelerating the Process from Idea to Launch, Third Edition* (3rd éd.). Basic Books.

Cooper, R. G. (2013). Where Are All the Breakthrough New Products ? : Using Portfolio
Management to Boost Innovation. *Research-Technology Management*, 56(5), 25-33.
<https://doi.org/10.5437/08956308x5605123>

Cutler, D. M., & McClellan, M. (2001). Is Technological Change In Medicine Worth It ? *Health
Affairs*, 20(5), 11-29. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.20.5.11>

Dostie, B. (2017). The Impact of Training on Innovation. *ILR Review*, 71(1), 64-87.
<https://doi.org/10.1177/0019793917701116>

Drucker, P. (2014). *Innovation and Entrepreneurship*. Routledge.

Eckelman, M. J., & Sherman, J. (2016). Environmental Impacts of the U.S. Health Care System
and Effects on Public Health. *PLOS ONE*, 11(6), e0157014.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157014>

European Commission. (2021). *Results of EU wide benchmarking of innovation procurement
investments and policy frameworks across Europe | Shaping Europe's digital future.*
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/results-eu-wide-benchmarking-innovation-procurement-investments-and-policy-frameworks-across-europe>

- European Commission. Statistical Office of the European Union & Europäische Kommission Statistisches Amt. (2019). *Ageing Europe*. UTB.
- Eurostat. (2018, 11 juillet). *Visualise population trends in your country*.
<https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/WDN-20180711-1>
- Fagerberg, J., Mowery, D. C., Nelson, P. I. P. A. R. R., & Books24x7, I. (2005). *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press.
- Ferlie, E., Fitzgerald, L., McGivern, G., Dopson, S., & Bennett, C. (2011). Public Policy Networks and « Wicked Problems » : A Nascent Solution ? *Public Administration*, 89(2), 307-324. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9299.2010.01896.x>
- Fernandes, A., & Mendes, P. M. (2003). Technology as culture and embodied knowledge. *European Journal of Engineering Education*, 28(2), 151-160.
<https://doi.org/10.1080/0304379031000078960>
- First Patients Treated with Proton Therapy in Belgium*. (2020, 16 septembre). IBA.
<https://www.iba-worldwide.com/content/first-patients-treated-proton-therapy-belgium>
- Freel, M., & de Jong, J. P. (2009). Market novelty, competence-seeking and innovation networking. *Technovation*, 29(12), 873-884.
<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2009.07.005>
- Gailly, B. (2010). *Developing Innovative Organizations : A roadmap to boost your innovation potential* (1st ed. 2011 éd.). Palgrave Macmillan.
- Gourville, J. T. (2005). The Curse of Innovation : A Theory of Why Innovative New Products Fail in the Marketplace. *SSRN Electronic Journal*. Published.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.777644>
- Hackbarth, A. D. (2012). Eliminating Waste in US Health Care. *JAMA*, 307(14), 1513.
<https://doi.org/10.1001/jama.2012.362>

- HAGEDOORN, J. (1996). Innovation and Entrepreneurship : Schumpeter Revisited. *Industrial and Corporate Change*, 5(3), 883-896. <https://doi.org/10.1093/icc/5.3.883>
- Hall, B. (2011). Innovation and Productivity. *NBER Working Papers Series*. Published.
- Hospitals in Europe : Healthcare data*. (2020, 14 décembre). Hospital Healthcare Europe. <https://hospitalhealthcare.com/latest-issue-2020/hope/hospitals-in-europe-healthcare-data/>
- How Deep Learning Can Help Prevent Financial Fraud*. (s. d.). Investopedia. Consulté le 5 août 2021, à l'adresse <https://www.investopedia.com/terms/d/deep-learning.asp>
- Imbert, G. (2010). L'entretien semi-directif : à la frontière de la santé publique et de l'anthropologie. *Recherche en soins infirmiers*, N° 102(3), 23. <https://doi.org/10.3917/rsi.102.0023>
- Kayyali, B., Knott, D., & van Kuiken, S. (2021, 1 juillet). *The big-data revolution in US health care: Accelerating value and innovation*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare-systems-and-services/our-insights/the-big-data-revolution-in-us-health-care>
- Kelly, P., Kranzberg, M., & Rossini, F. A. (1978). *Technological Innovation*. Amsterdam University Press.
- Kimberly, J. R., & Evanisko, M. J. (1981). Organizational Innovation : The Influence of Individual, Organizational, and Contextual Factors on Hospital Adoption of Technological and Administrative Innovations. *Academy of Management Journal*, 24(4), 689-713. <https://doi.org/10.5465/256170>
- Kogut, B., & Zander, U. (1992). Knowledge of the Firm, Combinative Capabilities, and the Replication of Technology. *Organization Science*, 3(3), 383-397. <https://doi.org/10.1287/orsc.3.3.383>

- Kotsemir, M. N., & Abroskin, A. (2013). Innovation Concepts and Typology – An Evolutionary Discussion. *SSRN Electronic Journal*. Published. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2221299>
- Leedy, P. D., & Ormrod, J. E. (2001). *Practical Research : Planning and Design, 7th Edition* (7^e éd.). Pearson College Div.
- Lejeune, C. (2015). *Manuel d'analyse qualitative (Méthodes en sciences humaines : Analyser sans compter ni classer) (French Edition)*. DE BOECK SUP.
- Leonard, K. J. (2004, 15 mars). *Critical Success Factors Relating to Healthcare's Adoption of New Tech*. Longwoods.Com. <https://www.longwoods.com/content/16194/critical-success-factors-relating-to-healthcare-s-adoption-of-new-technology-a-guide-to-increasing>
- Licchetta, M., & Stelmach, M. (2016). *Fiscal sustainability and public spending on health*. Office for budget responsibility. https://obr.uk/docs/dlm_uploads/Health-FSAP.pdf
- L'INAMI - INAMI. (s. d.). INAMI. Consulté le 27 juillet 2021, à l'adresse <https://www.inami.fgov.be/fr/inami/Pages/default.aspx>
- Marino, A., & Lorenzoni, L. (2019). The impact of technological advancements on health spending. *OECD Health Working Papers*. Published. <https://doi.org/10.1787/fa3bab05-en>
- Marketing Theories - PESTEL Analysis*. (s. d.). Professional Academy - Training & Qualifications for Professionals. Consulté le 29 juillet 2021, à l'adresse <https://www.professionalacademy.com/blogs-and-advice/marketing-theories---pestel-analysis>
- National Research Council, National Academy of Engineering, & Commission on Behavioral and Social Sciences and Education. (1991). *People and Technology in the Workplace*. National Academies Press.

- OECD, Statistical Office of the European Communities, & Communities, S. O. E. (2005). *The Measurement of Scientific and Technological Activities Oslo Manual Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition*. Van Haren Publishing.
- Ogilvy, D. M. (s. d.). *Encouragez l'innovation. Le changement est notre force vitale, la stagnation notre glas*. Le Figaro. Consulté le 26 juillet 2021, à l'adresse <http://evene.lefigaro.fr/citation/encouragez-innovation-changement-force-vitale-stagnation-glas-40639.php>
- Orlikowski, W. J. (1992). The Duality of Technology : Rethinking the Concept of Technology in Organizations. *Organization Science*, 3(3), 398-427. <https://doi.org/10.1287/orsc.3.3.398>
- Oslo Manual 2018. (2018). *The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. Published. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Owen, R., Stilgoe, J., Macnaghten, P., Gorman, M., Fisher, E., & Guston, D. (2013). A Framework for Responsible Innovation. *Responsible Innovation*, 27-50. <https://doi.org/10.1002/9781118551424.ch2>
- ParTICLe - Centre de Protonthérapie. (s. d.). UCLouvain. Consulté le 16 juillet 2021, à l'adresse <https://uclouvain.be/fr/decouvrir/protontherapie.html>
- Pavie, X., Jouanny, C., Carthy, D., & Verez, F. (2015). *Le design thinking au service de l'innovation responsable (French Edition)*. MAXIMA L MESNIL.
- Plsek, P. (2003). Complexity and Adoption of Innovation Health Care. *National Institute for Health Care Management Foundation and National Committee for Quality Health Care*. Published.
- Portella, E., le Grand, S., van Uytven, M., & Barrubés, J. (2020). *Analyse comparative des méthodes de financement des hôpitaux et perspectives d'avenir pour la Belgique*. Antares Consulting, Absym, ADBH.

Porter, M. E. (1979). How competitive forces shape strategy. *Harvard Business Review*, 137-145.

Porter's 5 Forces. (s. d.). Investopedia. Consulté le 16 juillet 2021, à l'adresse <https://www.investopedia.com/terms/p/porter.asp#:~:text=Porter's%20Five%20Forces%20is%20a%20framework%20for%20analyzing%20a%20company's,products%20influence%20a%20company's%20profitability>.

Proteus©ONE Think big, scale smart. (s. d.). IBA. Consulté le 29 juillet 2021, à l'adresse <https://www.iba-worldwide.com/proton-therapy/proton-therapy-solutions/proteus-one>

Proton therapy. (s. d.). UZ Leuven. Consulté le 16 juillet 2021, à l'adresse <https://www.uzleuven.be/en/proton-centre/proton-therapy>

Proton therapy Changing the way you treat cancer. (s. d.). IBA. Consulté le 16 juin 2021, à l'adresse <https://www.iba-worldwide.com/proton-therapy>

Protonthérapie : les preuves d'efficacité manquent. (2019, 24 janvier). KCE. <https://kce.fgov.be/fr/protonth%C3%A9rapie-les-preuves-d%E2%80%99efficacit%C3%A9-manquent%E2%80%A6>

La protonthérapie, une success story made in. (2020, 16 septembre). UCLouvain. <https://uclouvain.be/fr/decouvrir/presse/actualites/la-protontherapie-une-success-story-made-in-uclouvain.html>

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations, 5th Edition* (5th éd.). Free Press.

Rye, C. B., & Kimberly, J. R. (2007). The Adoption of Innovations by Provider Organizations in Health Care. *Medical Care Research and Review*, 64(3), 235-278. <https://doi.org/10.1177/1077558707299865>

Sahni, N., Chigurupati, A., Kocher, B., & Cutler, D. (2017, 30 novembre). *How the U.S. Can Reduce Waste in Health Care Spending by \$1 Trillion*. Harvard Business Review.

<https://hbr.org/2015/10/how-the-u-s-can-reduce-waste-in-health-care-spending-by-1-trillion>

Scanning the Environment : PESTEL Analysis. (2020, 26 décembre). B2U.

<https://www.business-to-you.com/scanning-the-environment-pestel-analysis/>

Schumpeter, J. A., & Opie, R. (1934). *The Theory of Economic Development*. Amsterdam University Press.

Shah, R., Gao, Z., & Mittal, H. (2014). *Innovation, Entrepreneurship, and the Economy in the US, China, and India*. Elsevier Gezondheidszorg.

Sorenson, C., Drummond, M., & Bhuiyan-Khan, B. (2013). Medical technology as a key driver of rising health expenditure : disentangling the relationship. *ClinicoEconomics and Outcomes Research*, 223-234. <https://doi.org/10.2147/ceor.s39634>

Statistiques mondiales 2020 : le cancer du poumon toujours le plus mortel. (2021, 11 février). Génération sans tabac. <https://www.generationsanstabac.org/actualites/statistiques-mondiales-du-cancer-2020-le-cancer-du-poumon-toujours-le-plus-mortel/>

Suchman, L. A. (1987). *Plans and Situated Actions : The Problem of Human-Machine Communication (Learning in Doing : Social, Cognitive and Computational Perspectives)* (2^e éd.). Cambridge University Press.

Sumitomo Heavy Industries. (2021, 20 janvier). Dans *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Sumitomo_Heavy_Industries

Swamidass, P., & Nair, A. (2004). What Top Management Thinks About the Benefits of Hard and Soft Manufacturing Technologies. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 51(4), 462-471. <https://doi.org/10.1109/tem.2004.835090>

Système de protonthérapie - Tous les fabricants de matériel médical. (s. d.). MedicalExpo. Consulté le 16 juillet 2021, à l'adresse <https://www.medicaexpo.fr/fabricant-medical/systeme-protontherapie-1816.html>

- Tether, B. S. (2005). Do Services Innovate (Differently) ? Insights from the European Innobarometer Survey. *Industry & Innovation*, 12(2), 153-184.
<https://doi.org/10.1080/13662710500087891>
- Tidd, J., & Bessant, J. R. (2014). *Strategic Innovation Management* (1^{re} éd.). Wiley.
- Unger, P. (2021). *Spin-offs*. ULB. <https://www.ulb.be/en/innovation-and-business-services/spin-offs>
- van de Ven, A., Polley, D., Garud, R., & Venkataraman, S. (2008). *The Innovation Journey* (1^{re} éd.). Oxford University Press.
- Vander Steichel, D., & Boucquiau, A. (2019, 28 janvier). *Protonthérapie : traitement d'avenir ou gaspillage éhonté?* Le Soir. <https://plus.lesoir.be/203304/article/2019-01-28/protontherapie-traitement-davenir-ou-gaspillage-ehonte>
- Vieillissement et santé. (2018, 5 février). OMS. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- Wang, D., Khosla, A., Gargeya, R., Irshad, H., & Beck, A. H. (2016, 18 juin). *Deep Learning for Identifying Metastatic Breast Cancer*. Cornell University.
<https://arxiv.org/abs/1606.05718>
- Webster, A. (2007). *Health, Technology and Society*. Macmillan Publishers.
- West, M. A., & Farr, J. L. (1990). *Innovation and Creativity at Work*. Wiley.
- Why Research and Development (R&D) Matters*. (s. d.). Investopedia. Consulté le 29 juillet 2021, à l'adresse <https://www.investopedia.com/terms/r/randd.asp>
- Wikipedia contributors. (s. d.). *Chief executive officer*. Wikipedia. Consulté le 29 juillet 2021, à l'adresse https://en.wikipedia.org/wiki/Chief_executive_officer
- Wikipedia contributors. (2021a, janvier 20). *Sumitomo Heavy Industries*. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Sumitomo_Heavy_Industries

Wikipedia contributors. (2021b, janvier 22). *Ion Beam Applications*. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Ion_Beam_Applications

Wikipedia contributors. (2021c, mars 3). *Institut national d'assurance maladie invalidité*. Wikipedia.
https://fr.wikipedia.org/wiki/Institut_national_d%27assurance_maladie_invalidit%C3%A9

Wikipedia contributors. (2021d, mai 22). *Varian Medical Systems*. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Varian_Medical_Systems

Wikipedia contributors. (2021e, juillet 5). *Chief financial officer*. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Chief_financial_officer

Wikipedia contributors. (2021f, juillet 7). *Break-even (economics)*. Wikipedia.
[https://en.wikipedia.org/wiki/Break-even_\(economics\)#:%7E:text=The%20break%2Deven%20point%20\(BEP,risk%2Dadjusted%2C%20expected%20return.](https://en.wikipedia.org/wiki/Break-even_(economics)#:%7E:text=The%20break%2Deven%20point%20(BEP,risk%2Dadjusted%2C%20expected%20return.)

Wikipedia contributors. (2021g, juillet 11). *Porter's five forces analysis*. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Porter%27s_five_forces_analysis

Wikipedia contributors. (2021h, juillet 21). *Baxter International*. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Baxter_International

Wikipedia contributors. (2021i, juillet 22). *OECD*. Wikipedia.
<https://en.wikipedia.org/wiki/OECD>

Wikipedia contributors. (2021j, juillet 28). *World Health Organization*. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/World_Health_Organization

Wikipedia contributors. (2021k, juillet 29). *Big data*. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Big_data

Williams, C. (2011). Research Methods. *Journal of Business & Economics Research (JBER)*, 5(3). <https://doi.org/10.19030/jber.v5i3.2532>

IX. Annexes

Annexe 1. Guides d'interviews

Annexe 1.1. Guide d'interview – CEO St-Luc

Nom, Prénom
Organisation, Expérience & Position :
Dans quelle mesure l'innovation est-elle importante dans les soins de santé en Belgique, et la Belgique est-elle ouverte à l'innovation ?
Quelle est la position de la Belgique, sur le plan mondial, au niveau de l'innovation ?
Comment l'innovation se diffuse-t-elle dans ce secteur en Belgique, quels sont les facteurs qui influencent leur succès ou leur échec dans leur adoption ?
Concernant le ParTICLe, premier centre belge de protonthérapie, quels ont été les challenges pour intégrer cette innovation ?
Comment s'est déroulée cette intégration d'un point de vue financier ? Comment cela se passe-t-il pour le patient ? Ainsi que pour les médecins qui prescrivent ce traitement ? Quel est été le processus pour amener l'adoption de cet équipement par les médecins ? Est-ce une volonté des médecins ? (Œuf ou la poule) Quels sont les succès d'adoption au sein de la patientèle ?
Jugez-vous que cette innovation soit un succès (sur base de quel indicateur est-ce un succès financier ou guérison(taux)) ? Les résultats sont-ils à la hauteur des espérances ?

Annexe 1.2. Guide d'interview – Médecin St-Luc

Nom, Prénom
Organisation, Expérience & Position
Quel est le rôle de l'innovation technologique dans les soins de santé en Belgique ? Imagerie
A quelle fréquence devez-vous faire face à de nouvelles technologies ?
Est-ce que l'adoption du ParTICLe a été compliquée ? Y a-t-il eu des processus particuliers mis en place ?
Quel est la position de l'UCL, sur le plan mondial, au niveau de l'innovation ? Etes-vous plus à la pointe ou à plutôt à la traine ?
Comment l'innovation se diffuse-t-elle dans ce secteur en Belgique, quels sont les facteurs qui influencent leur succès ou leur échec dans leur adoption ?
Concernant le ParTICLe, premier centre belge de protonthérapie, quels ont été les challenges pour intégrer cette innovation ?
Jugez-vous que cette innovation soit un succès (quels sont les indicateurs de ce succès) ? Les résultats sont-ils à la hauteur des espérances ?

Quelle est la patientèle type visée par cette technologie ?
Est-ce que l'adoption auprès des patients a été rapide et facile ?
Quel est l'impact pour le patient ? Il y a-t-il un coût supérieur à la radiothérapie classique ?
Est-ce que c'était la volonté des médecins d'investir dans cette technologie ? Et le fait d'avoir cette technologie, est-ce que ça attire des médecins qui voudraient travailler avec la protonthérapie ?
Comment se passe la collaboration entre les hôpitaux belges qui ont accès à la technologie et ceux qui ne l'ont pas ?

Annexe 1.3. Guide d'interview – CFO St-Luc

Nom, Prénom :
Organisation, Expérience & Position :
Comment s'est déroulée la collaboration avec la KUL, l'UZ Leuven, l'UZ Antwerpen, l'UCL et les Cliniques Universitaires Saint-Luc du point de vue financier pour l'achat, l'installation et l'utilisation du ParTICLe d'IBA ?
Lors de l'intégration du ParTICLe, quels ont été les challenges économiques les plus contraignants et comment vous êtes-vous pris pour les surmonter ?
Lors d'une acquisition ou l'implémentation d'une innovation, comment évaluez-vous votre Break Even Point à atteindre ?
L'acquisition du ParTICLe, étant relativement coûteuse, comment avez-vous fait pour identifier le Break Even Point à atteindre pour cette innovation ? Quel est-il ? Où en êtes-vous ? Et quand comptez-vous l'atteindre ?
Comment avez-vous identifié le prix demandé aux patients ? Et est-il relativement plus coûteux qu'une radiothérapie traditionnelle après remboursement de la mutuelle ?

Annexe 1.4. Guide d'interview – IBA

Nom, Prénom
Organisation, Expérience & Position :
Quel est le rôle de l'innovation technologique dans les soins de santé en Belgique ?
Quel est la position de IBA avec le ParTICLe, sur le plan mondial, au niveau de l'innovation ?
Comment l'innovation se diffuse-t-elle dans ce secteur en Belgique, quels sont les facteurs qui influencent leur succès ou leur échec dans leur adoption ?
Concernant le ParTICLe, premier centre belge de protonthérapie, quels ont été les challenges pour intégrer cette innovation ?

Jugez-vous que cette innovation soit un succès (quels sont les indicateurs de ce succès) ? Les résultats sont-ils à la hauteur des espérances ?
Quelle est la patientèle type visée par cette technologie ?
En termes de maturité de technologie, à quel niveau se situe le ParTICLe ? Est-ce une innovation relativement mature qui est prête à la vente « massive » ou est-ce que c'est une technologie encore relativement expérimentale ?
D'un point de vue concurrentiel, il y a évidemment la radiothérapie qui est un substitut mais existe-t-il d'autres technologies similaires sur le marché ?
Est-ce que la technologie utilisée pour le ParTICLe est employée parmi d'autres technologies ?
Au niveau de la patientèle cible, chaque pays ayant son système de remboursement et de sécurité sociale, y a-t-il des pays où il n'est même pas envisageable de vendre le ParTICLe ?

Annexe 1.5. Guide d'interview – Responsable Innovation St-Luc

Nom, Prénom
Organisation, Expérience & Position :
Dans quelle mesure l'innovation est-elle importante dans les soins de santé en Belgique, et la Belgique est-elle ouverte à l'innovation ?
Quelle est la position de la Belgique, sur le plan mondial, au niveau de l'innovation ?
Comment l'innovation se diffuse-t-elle dans ce secteur en Belgique, quels sont les facteurs qui influencent leur succès ou leur échec dans leur adoption ?
Quel est votre processus de sélection d'une innovation ? Comment décidez-vous d'investir ou non ?
Concernant le ParTICLe, premier centre belge de protonthérapie, quels ont été les challenges pour intégrer cette innovation ?
Comment s'est déroulée cette intégration d'un point de vue financier ? Comment cela se passe-t-il pour le patient ? Ainsi que pour les médecins qui prescrivent ce traitement ? Quel est a été le processus pour amener l'adoption de cet équipement par les médecins ? Est-ce une volonté des médecins ? (Œuf ou la poule) Quels sont les succès d'adoptions au sein de la patientèle ?
Jugez-vous que cette innovation soit un succès (sur base de quel indicateur est-ce un succès financier ou guérison(taux)) ? Les résultats sont-ils à la hauteur des espérances ?
Avez-vous envisagé d'autres acteurs que IBA ?
D'un point de vue économique, comment cette technologie qui doit coûter très cher réussit à être rentable (le break even point est-il et où en est-on ? Si pas encore atteint, comment va-t-il est atteint) ?

Annexe 2. Retranscription interviews

Annexe 2.1. Interview Renaud Mazy - CEO – Cliniques Universitaire St-Luc

Dans quelle mesure l'innovation est-elle importante dans les soins de santé en Belgique, et la Belgique est-elle ouverte à l'innovation ?

La Clinique est reconnue pour ça. On a donc 85% des recherches qui est réalisée dans les hôpitaux académiques, donc l'innovation, qu'elle soit thérapeutique, qu'elle soit en termes de mise au point de nouveaux traitements ou plus général dans les hôpitaux académiques, était essentielle mais d'une manière plus générale dans tous les hôpitaux, c'est quelque chose qui est vraiment important.

OK, parfait et sur le plan mondial, la Belgique se trouve plus ou moins à quel niveau ? Est-ce qu'ils sont parmi les leaders, les précurseurs ou on est un peu plus à la traîne, évidemment toutes proportions gardées avec la taille du pays ?

Non, oui, moi j'ai l'impression qu'on est plutôt dans le peloton. On n'est certainement pas les derniers de la classe et comme je le disais, la collaboration avec l'industrie pharmaceutique aide pour ça, mais en même temps je ne pense pas qu'on est dans les leaders mondiaux. Si on regarde en Big data, intelligence artificielle et cetera, on n'est sûrement pas les leaders.

Donc oui, et en Belgique du coup, comment l'innovation se diffuse-t-elle dans les secteurs comme ici, la cancérologie, quelles ont été les facteurs qui ont influencé donc les succès et les échecs des adoptions ? Les facteurs de succès ou d'échec ?

Dans les hôpitaux, il y a, et c'est ce qu'on est en train de mettre en place, ici à Saint-Luc, même si on a un hôpital académique, il y a besoin de mettre toute une série de processus en place, et ça, c'est notre choix, nous, des processus qui vont permettre d'aller chercher l'idée sur le terrain, de les classer en termes d'intérêts en matière d'innovation et pour les quelques-unes qui sont sélectionnées de pouvoir être testées, être réalisées et de suivi. Et ça, c'est un pan de l'innovation et de l'autre côté, l'autre pan de l'innovation pour moi, c'est d'aller chercher des innovations qui existent déjà dans d'autres hôpitaux dans d'autres secteurs et pouvoir les appliquer à l'hôpital. Et les tester, ça, ça me semble critique. Alors on a une réflexion importante au niveau du conseil d'administration sur la question de « est-ce que les hôpitaux doivent faire des innovations disruptives ou pas, est ce qu'ils doivent être à l'origine de de l'innovation disruptive ? » On pense que l'hôpital peut et doit utiliser des innovations disruptives. Mais que la probabilité que au sein de ses grandes organisations qui sont les hôpitaux, on puisse trouver une idée extraordinaire comme on en trouve une fois tous les 20 ans et qu'on puisse la concrétiser, la

réaliser et changer réellement la manière de travailler de l'hôpital. On pense que c'est plutôt assez peu probable. Comme on n'a pas une approche de start-up, nous sommes des grandes organisations, elles sont souvent peu flexibles et alors que dans, pour pouvoir soutenir des idées comme une start-up, il faut avoir en tout cas un très grand niveau de flexibilité. En revanche nous essayons d'intégrer régulièrement des innovations qui sont moins disruptives et qui font évoluer l'hôpital quotidiennement. Il y a évidemment des services qui sont plus sujet à l'innovation que d'autres mais de manière générale les médecins rencontrent régulièrement des innovations. Donc pour revenir à votre question, est-ce qu'il y a des facteurs de succès, des facteurs d'échec ? Je pense que l'innovation, elle doit être encadrée par des processus, elle doit être soutenue par les comités de direction, donc ça ne doit pas être juste sur le terrain que ça vivote, il faut y mettre des moyens et puis je pense qu'il faut être capable d'aller chercher comme je vous ai dit dans d'autres secteurs, des idées d'autres hôpitaux.

Du coup, concernant donc le ParTICLe, qui est le premier centre de protonthérapie en Belgique, quels ont été les challenges à l'intégration ? Aussi bien d'un point de vue technique que d'un point de vue médical ou pour les médecins et les patients ?

Non, je connais bien le projet, mais je ne suis pas l'exploitation au quotidien. Oui, je connais bien le projet puisque on avait un projet qu'on essaie de réaliser avec la région wallonne sur Louvain-La-Neuve d'un centre de protonthérapie. Et puis l'opposition étant féroce entre Jean-Claude Marcourt et entre Bruno Delvaux, l'ancienne recteur, ils ont décidé de mettre ça à Charleroi et donc on s'est rapproché de la KUL et l'UZ Leuven pour le mettre en place. Avec qui on a eu une très bonne collaboration. Je ne sais pas si ça constitue un si grand challenge d'un point de vue construction et d'intégration. Je pense que du côté de la KUL, ils ont construit un bâtiment supplémentaire, alors c'est une très grosse infrastructure parce que le bâtiment c'était de l'ordre de 10 millions si je me souviens bien et le reste de l'équipement maintenant, est ce que c'était une quarantaine de millions, 35 40 millions ? Nous, les challenges qu'on a eus, c'était plutôt de réaliser ce projet sans vraiment avoir de subsides des autorités puisque le torchon brûle entre la région wallonne et l'UC Louvain il y a plus de subsides pour cet investissement-là. Je ne pense pas que c'est un challenge énorme pour les médecins chez nous parce que de toutes façons ils réfléchissent à la protonthérapie depuis longtemps, il y a une très bonne collaboration entre l'équipe de Saint-Luc de l'équipe d'IBA. Oui, cependant, ce qui est très chouette, c'est que tout radiothérapeute belge qui veut envoyer son patient, on peut le suivre là-bas, dans l'unité de Protonthérapie, et aller suivre le traitement, ce qui pour moi est un beau signe d'ouverture. Mais ce qu'il y a eu des challenges particuliers d'un point de vue

technique, non, je ne l'ai pas entendu, d'un point de vue infrastructure, non c'est des gros investissements. Mais c'était plutôt le fait de monter le projet financièrement et de voir aussi s'il y avait besoin d'une ou 2 unités en Belgique et ça n'a pas empêché la région wallonne de lancer son projet qui va servir juste à passer des animaux dans un premier temps.

Et est-ce que c'était une volonté des médecins de l'UCL de développer la technologie ou c'est plus via la technologie que les médecins sont attirés à rejoindre l'UCL ?

Il y a une différence entre nous, Saint Luc et les autres hôpitaux, les autres hôpitaux, c'est difficile. J'ai difficile à vous répondre. J'ai l'impression que c'est plus oui, il y a un avantage qui est reconnu et il y a certainement de l'innovation à aller voir et s'en occuper. Pour nous, c'est différent. Déjà, l'ancien chef de service il y a 15 ans, 20 ans, avait déjà monté un projet, mais c'est un projet qui a coûté 70 ou 80 millions d'euros. C'est ce qui était juste colossal. Donc de notre côté, c'était une vraie volonté du médical d'avoir cette unité de protonthérapie en Belgique et à sa disposition et de pouvoir garantir une irradiation plus faible des tissus sains autour de la cible.

Et la réaction des patients la patientèle par rapport à une nouvelle technologie qui est peut-être encore un peu inconnue pour eux, qui connaissent plus les radiologiques classiques, est-ce qu'il y a eu certaines peurs chez les patients ou ça s'est généralement bien passé ?

Ça, c'est une question qu'il faudrait poser à Xavier Geets. Mon sentiment est que les médecins, à l'occasion du colloque singulier qu'ils ont avec les patients et surtout les parents des petits patients dans les consultations expliquent tous les avantages justement de cette unité de protonthérapie. Et j'ai l'impression que ça doit être plutôt rassurant qu'on leur explique pourquoi cette unité va moins irradier les tissus sains et que on aura une probabilité plus faible de créer des cancers induits dans le futur. J'imagine que pour les parents c'est plutôt rassurant. Plutôt qu'étant une technologie qui fait peur, non ? Je pense que les médecins doivent bien la vendre. Puisqu'ils envoyaient déjà certains de leurs patients à l'étranger ?

Et alors donc voilà, c'est une innovation qui est un succès. Quels sont les donc les facteurs, les indicateurs pour évaluer ce succès ? Est-ce que c'est plus des indicateurs financiers ou des indicateurs en termes de taux de guérison ? Comment vous jugez le succès de l'innovation ?

Alors, d'une manière générale, pour moi, une innovation doit être jugée sur ce qu'on appelle le value based healthcare, c'est à dire ce que ça vous coûte, et ce que ça amène comme qualité supplémentaire, on peut réaliser des investissements technologiques majeurs et extrêmement coûteux pour un gain qui est très faible. Et si je prends un exemple, les robots chirurgicaux, c'est pour moi quelque chose qui fait débat. Qui ne fait pas assez débat mais qui devrait faire débat parce qu'aujourd'hui, on n'arrive pas à prouver que les robots chirurgicaux permettent de diminuer le taux de complications, de diminuer la durée moyenne de séjour. Mais globalement, le projet devrait être jugé à la lumière de return financier bien entendu, surtout pour une protonthérapie je vais revenir dessus, mais aussi et surtout par rapport à la qualité des soins et de l'impact que ça a sur les patients. La protonthérapie, si je veux revenir dessus par rapport au plan financier, c'est que voilà, c'est un investissement colossal. Et donc il faut être sûrs que les hôpitaux qui ont investi dedans c'est-à-dire, principalement à Saint Luc, l'Uclouvain mais surtout la KUL et l'UZ Leuven puissent trouver un équilibre financier un jour donc l'objectif n'est pas de se faire un return mais d'atteindre le break Even point. Après évidemment que la partie apport qualitatif pour le patient est super important comme je l'ai expliqué précédemment mais malheureusement on ne pourra constater les bienfaits, en Belgique, que dans quelques années.

Et justement, du coup, c'est ma question suivante, comme vous l'avez dit la, la technologie a coûté très cher, est-ce qu'il y a un un break even point qui a été mis en place ? Est-ce qu'il y a des perspectives de l'atteindre, un moment et où est-ce que ça en est actuellement par rapport à la construction d'il y a 3 ans ?

Bonne question, je ne sais pas, je ne sais pas financièrement, je ne sais pas où ça en est, mais il y a bien l'objectif qui a été défini. Et avec des conditions, surtout qu'on est plusieurs partenaires, si on ne l'atteint pas, comment est-ce qu'on se répartit l'impact, pour nous et pour l'UCLouvain ? C'est principalement un investissement de mécène qu'on a utilisé pour financer notre partie, donc ça sera One shot, on n'a pas sorti cet argent-là, il est amené par des mécènes, mais en termes d'exploitation, ça c'est quelque chose qui est essentielle, effectivement.

Et est-ce que la technologie a un coût supplémentaire pour le patient, qu'une radiologie classique ?

Je ne sais pas, j'ai l'impression que non, mais je ne le sais pas. Je sais à combien on a demandé que les traitements soient remboursés parce que je pense qu'on on parlait de 19 à 22000€, mais genre si c'était en tout 18 000, on n'arrivait jamais au break even point si on est à 22 000, on y

arrivait plus rapidement, mais je ne sais pas pour le patient si ça coûte plus cher dans la quote-part qu'il doit payer. Non mais j'imagine que la Mutualité rembourse quasiment tout. En tout cas, c'était le point essentiel. Mais ça vaut la peine d'être vérifié.

Est ce qu'il y a beaucoup d'autres innovations aussi qui sont poursuivies au sein des Hôpitaux belges ?

Chez nous, il y en a pas mal, il n'y en a jamais assez c'est pour ça que je suis en train d'engager un responsable stratégie innovation. Parce qu'avant j'avais une directrice stratégie et développement, maintenant, j'ai changé mon organisation pour parler plutôt de stratégie innovation.

Je pense qu'il y a trop d'idées qui ne sont pas encore exploitées en interne et dans les hôpitaux mais par exemple, l'investissement qu'on fait en digital, dans le nouveau dossier patient informatisé. Qui va nous coûter 150 millions sur 10 ans. Vous savez que notre marge annuelle moyenne financière ne dépasse pas les 5 millions, il y a intérêt à ce que ça mène quelque chose en termes d'efficience, en termes de qualité des soins, et cetera. Mais donc nous, on fait énormément d'innovation dans ce domaine-là et ce sera, ce sera la porte ouverte, surtout vers le Big data. Puisque toute l'information sera structurée et il existe déjà proposé par le fournisseur des modules. Qui permettent d'anticiper par exemple la septicémie chez les patients qui sont en soins intensifs. Ce genre de choses, donc impossible de détecter avec un œil humain, mais en revanche au travers des régressions, là, on va pouvoir anticiper jusqu'à 7 heures, un épisode de septicémies. Sachant que c'est une des causes importantes de décès chez les patients hospitalisés, ça peut vraiment changer les choses. Donc voilà les innovations, là, il n'y en a jamais assez, donc faut toujours plus.

Annexe 2.2. Interview de Xavier Geets – Chef de service en radiothérapie à St Luc

Pour vous, quel est le rôle de l'innovation au sein des hôpitaux et des soins santé en Belgique.

Pour la radiothérapie donc c'est un traitement qui repose sur des technologies, que ça soit des accélérateurs linéaires ou des appareils de protons. Ou que sais-je ? Et donc, c'est capital, c'est même central finalement, dans le domaine de la radiothérapie et parce que l'arrivée des technologies, en particulier de systèmes informatiques rapides, de l'intelligence artificielle introduisent des gros changements en fait, dans notre pratique et dans ce que l'on peut proposer comme traitement aux patients.

Aussi beaucoup au niveau de l'imagerie je suppose.

Oui au niveau de l'imagerie donc, ce sont les innovations en imagerie, des innovations maintenant en intelligence artificielle. Où on a les premiers accélérateurs, qui embarque de l'imagerie et de l'interprétation de cette imagerie par l'intelligence artificielle dans le processus de radiothérapie et la protonthérapie, sont quelques exemples d'innovations technologiques. Donc moi c'est toute ma vie l'innovation technologique. En particulier dans un domaine de la médecine qui est aussi orienté et dépendant des techniques.

A quelle fréquence doit faire face à une nouvelle technologie qui arrive ?

Quasiment annuellement, que ça soit des solutions nouvelles solutions Software ou des nouveaux hardwares.

Et lors de l'adoption de ces nouvelles technologies est-ce qu'il y a un processus derrière tout ça pour aider les médecins ou les médecins doivent découvrir ça par eux-mêmes.

Non généralement l'innovation est accompagnée par l'industrie. Je dirais que le rôle du médecin au départ, c'est d'identifier quels sont les technologies prometteuses sur le marché au niveau mondial, de rencontrer les personnes et puis l'implémentation du projet à proprement parler. C'est un projet qui ne se fait pas uniquement avec des médecins, mais qui est vraiment multidisciplinaire au sein de service de radiothérapie parce qu'il y a des physiciens, des informaticiens, des qualitéciens qui travaillent sur tous les nouveaux projets. Donc ça veut dire qu'on n'a pas uniquement un regard médical mais aussi un regard plus technologique et qualitatif. Et puis dans la phase d'implémentation, c'est toujours une collaboration entre l'industrie et le service, avec des projets de formation donc.

Oui, je sais que pour la protonthérapie, quand j'avais interviewé la personne de chez IBA, elle m'a dit qu'il y avait toujours quelqu'un de chez eux pour s'occuper de la partie technique.

Ça, c'est un peu différent de la radiothérapie conventionnelle. En radiothérapie conventionnelle on a du support, mais qui sont planifiés avec des maintenances où ils viennent de temps à autre. En protonthérapie, on a effectivement la chance d'avoir un support permanent sur place pour les aspects techniques.

Et alors sur le plan plus mondial, à quel niveau pensez-vous que le l'UCL se situe au niveau de de l'innovation des technologies au sein des hôpitaux ? Est-ce qu'on est à la pointe ou plus à la traîne ?

Dans le domaine de la radiothérapie, on est plutôt à la pointe. Puisqu'on a accès à la protonthérapie, ça, c'est déjà une première au niveau belge et il y a que quelques centres en Europe, mais on est bien parmi les meilleurs. Par exemple, pour l'accélérateur intégrant l'intelligence artificielle, on est les premiers en Belgique à voir cette technologie est parmi les premiers en Europe.

Quels sont les facteurs qui influencent le succès ou l'échec des adoptions des innovations à votre avis en Belgique ?

Je dirais qu'un facteur qui est super important c'est l'intégration de la nouvelle technologie au sein d'un parc existant. À la fois des systèmes qui sont compatibles entre eux et ça devient un vrai problème parce que la plupart des industries, maintenant travaillent avec leur propre solution, un peu comme Apple et ce genre de choses. Donc on arrive dans des marchés fermés. Donc, quand il y a un mix de différents équipements dans un service, ça peut vraiment être un challenge. Ça, c'est un premier facteur limitant. La deuxième, c'est justement nouveau dans l'interfaçage de ces technologies. Il faut que ça soit bien pensé au départ pour être accessible aux utilisateurs, donc on y a vraiment 2 types de firmes, je trouve. Il y a des firmes qui développent les solutions, qui peuvent être très innovantes mais qui ont été développés par des ingénieurs et quelque part pour des ingénieurs. Ce qui rend l'adoption dans les services médicaux pas terrible. L'interfaçage n'est pas simple et intuitif et d'autres constructeurs, par exemple Variant, qui fait un effort considérable pour l'instant. Ils essaient vraiment d'avoir des interfaces utilisateurs dédiés pour des médecins, compréhensibles, agréables. Je refais le rapprochement avec Apple qui fait cet effort finalement en termes de simplification, de l'intégration dans le workflow.

Etant donné qu'il y a peu d'acteur dans ce secteur et que le marché est très restreint. Comment se passe la concurrence ? Il y a-t-il quand même beaucoup d'offre et d'alternative ?

Je dirais que pour les accélérateurs, il y a principalement deux constructeurs, non il y en a 3 en fait. Il y a l'Elekta, Variant et Accuray, donc c'est clair qu'on est dans un marché qui est extrêmement restreint. Et donc on est, très dépendant de la qualité de ce qui nous offre en fait. Puis on a quasiment aucune autre alternative à ce type de solution. Ça, c'est pour les accélérateurs. Maintenant, il y a pas mal d'accessoires qu'on peut rajouter à des accélérateurs pour lequel le marché, quand même plus diversifié. Là on a interfaçage Software. Il y a d'autres

personnes qui interviennent sur le marché qui offrent aussi des solutions qui peuvent être plus adéquates.

Concernant, le ParTICLe maintenant. Quelles ont été les challenges à l'intégration de cette innovation ?

D'abord pour implémenter le centre à proprement parler. Un des challenges mais qui était aussi la force principale du projet, c'est que c'est un projet multisite, multicentre. Ce qui rajoute un peu de complexité dans le montage, dans le montage du projet, dans le montage financier, dans la présence médicale par exemple où les 2 centres doivent être représentées, donc il y a beaucoup d'aspects logistiques qui sont complexes dans le cadre du projet. Je dirais que ça reste probablement la chose la plus difficile à gérer aujourd'hui. Maintenant le centre est en route, c'est de garantir finalement un mix dans les prestataires qui sont représentatifs des 2 centres. L'autre difficulté majeure dans l'implémentation, c'est que la protonthérapie, aujourd'hui est coûteuse, c'est une technologie coûteuse et dont le remboursement n'est pas à la hauteur des investissements. Donc ça veut dire qu'on a une nouvelle technologie pour laquelle faire un business plan favorable est extrêmement difficile. Ce qui se répercute très fort sur le budget disponible pour le personnel. Et donc ça, c'est la difficulté principale du centre. C'est quelque part de survivre avec le financement de l'INAMI. Pour Saint Luc c'est du mécénat. Pour l'UZ Leuven, c'est sur des fonds privés aussi.

Et là collaboration justement entre ces 3 hôpitaux, l'UCL, l'UZ Leuven, l'UZ Antwerpen, comment se passe cette collaboration ?

Sur le plan humain de nouveau une énorme valeur ajoutée parce que on n'avait pas l'habitude de ce type de réseautage au niveau national. Et c'est aussi un vrai succès parce que je pense que pour la première fois, on a fait un projet ambitieux qui dépasse la frontière linguistique. Et rien que pour ça, c'est vraiment magnifique. Donc cette partie-là pour moi. Elle ne pose pas réellement de challenge. C'est plus de la valeur ajoutée au projet je pense. Et donc on a des réunions régulières dans le management du centre, avec des responsables des 2 hôpitaux. Et même de Gand, de Anvers.

Est-ce que les hôpitaux qui n'ont pas été dans la collaboration initiale aussi peuvent avoir accès à la technologie ?

Ils ont accès à la technologie. Donc, il y a 2 partenaires financiers plus 2 autres partenaires qui sont vraiment dans le corps du projet. Et puis s'est étendu à d'autres, à d'autres centres, via des

conventions de partenariat. C'est à dire que tout patient belge peut être adressée en centre ParTICLe pour avoir sa protonthérapie.

Et est-ce que vous envoyez encore des patients à l'étranger quand il y a peu de places disponibles ?

Il y a quelques patients qui partaient encore, les patients qui passent, ce sont soit des indications de hadronthérapie mais pas par proton par rayon carbone parce que ça on n'a pas en Belgique. Soit des patients pour lesquels on a encore une expérience trop limitée pour certaines localisations, c'est un certain traitement et qu'on préfère adresser ailleurs le temps finalement d'acquérir de l'expertise. Mais c'est une minorité.

Et quel est justement la réaction des patients quand vous leur parlez protonthérapie, qui ne connaissent, peut-être pas de prime abord, est ce qu'ils sont plutôt réticents ?

Non ils sont généralement demandeurs. Surtout qu'il y a eu quand même un peu de communication à travers la presse donc les plus instruits ont déjà entendu parler de de protonthérapie. Je dirais que c'est plutôt l'inverse, parfois il faut réfréner finalement des patients qui font des demandes pour de la protonthérapie pour qui il n'y a pas d'indication. Ça reste trop abstrait pour eux je pense. Il se reposent entièrement ou quasiment entièrement sur le médecin qui donne son avis.

Quel est la patientèle type visée par la protonthérapie ?

Ce sont d'abord principalement des tumeurs de l'enfant. Ça c'est la toute grosse partie des indications. Les tumeurs solides de l'enfant quand il y a besoin de radiothérapie, sont traitées de façon privilégiée dans le centre ParTICLe en protonthérapie. Et dans les tumeurs de l'adulte, il y a quelques indications, ça reste des maladies rares sont effectivement des tumeurs non-mobiles. Mais de nouveau pour lesquelles un traitement par protonthérapie a un avantage attendu par rapport à la radiothérapie conventionnelle, ce qui n'est pas le cas de toutes les tumeurs. Donc la technologie, elle répond à certaines indications bien spécifiques. Je ne pense pas que demain la protonthérapie remplacera la radiothérapie conventionnelle.

Et est-ce que justement il y a des tumeurs qui sont actuellement soignés par radiothérapie qui pourrait être soignée par protonthérapie mais qu'on ne le fait pas ?

Toutes façons aujourd'hui, c'est l'INAMI qui définit les règles. L'INAMI a établi une liste d'indication, qu'on appelle les indications standard et donc si on sort de cette liste, on doit convaincre l'INAMI. Il y a un collège d'experts dès qu'il s'agit d'une alternative importante pour

le patient, mais avec des taux de refus qui sont élevés, voilà. Pour des pathologies courantes, un cancer du poumon, un cancer du sein, ce genre de chose qui représente une grosse majorité de l'indication de résultats. On n'a pas accès.

Parce que ce n'est pas possible en termes de protonthérapie ou parce que justement, ce n'est pas encore prouvé que la protonthérapie serait efficace pour ces tumeurs ?

Ce n'est pas encore prouvé et en tout cas l'INAMI juge qu'il n'y a pas suffisamment d'évidence que pour rembourser ce traitement.

Et justement, en parlant de remboursement, est-ce que la protonthérapie est plus chère pour le patient qu'une radiothérapie classique ?

Pour le patient, non. Le patient, il ne paye pas un traitement ni de radiothérapie ni de protonthérapie. Mais par contre, ça coûte beaucoup plus cher à l'INAMI. Un traitement de radiothérapie conventionnelle, ça coûte 3000, 4000€ environ et un traitement de protonthérapie, on est plutôt aux alentours de 30000€.

Vous jugez que l'intégration de cette innovation, c'est un succès, je suppose. Dans l'hôpital et pour la Belgique en général, quel sont les indicateurs de succès qui jugent du succès d'une innovation ? Est-ce que ce sont des indicateurs économiques ? Comment vous jugez un succès de l'innovation, est-ce que c'est par nombre de traitements efficaces ?

Je dirais qu'on n'a pas beaucoup de recul, on n'a commencé à utiliser cette technique qu'il y a un an, il y a moins d'un an. En termes de résultats pour les patients, je pense que c'est trop court puisque le bénéfice de la Protonthérapie est surtout attendu sur le long terme. Là, on peut dire que c'est un succès, c'est qu'on est parvenu à convaincre en Belgique de l'importance de la protonthérapie et on voit que les indications de protonthérapie, le nombre de patients qui sont traités chaque année par protonthérapie augmente de mois en mois. Ça veut dire qu'avant même pour des indications protonthérapie, nombre de collègues, traitaient les patients en radiothérapie conventionnée plutôt que d'envoyer les patients à l'étranger. Donc le fait d'avoir cette technologie à disposition en Belgique et d'avoir déployé un réseau de communication avec une réunion, auquel ils peuvent accéder pour discuter de leur dossier a vraiment facilité l'accès à cette technologie.

Et est-ce que tout médecin en radiothérapie classique peut prescrire et faire les traitements en protonthérapie ou est-ce qu'il y a une formation ou quelque chose à suivre pour pratiquer ?

Donc ce sont des médecins qui ont une reconnaissance auprès de l'Agence nationale en protonthérapie. Donc ça veut dire qu'on doit avoir fait une formation spécifique à la fois pratique, sous forme de stage et théorique. Tous les centres de radiothérapie agréés en Belgique peuvent adresser leurs patients au centre de protonthérapie. Et là, ils sont pris en charge par des experts.

Et est-ce que c'était une volonté des médecins d'investir dans cette technologie ou est-ce que c'était une volonté de l'hôpital et qui a permis d'attirer de nombreux médecins ?

Au départ, c'était une volonté des médecins. Non, c'était vraiment un projet national. On avait déjà identifié qui voulait être partenaire de ce projet. En fait, ça fait au moins 20 ans ou 30 ans qu'il y a des discussions sur la mise en place d'un centre de Protonthérapie en Belgique. La raison pour laquelle cette fois-ci, ça a été un succès, c'est que le centre était financé par des fonds privés. C'est ça qui a permis d'avancer dans le projet.

Annexe 2.3. Interview Philippe Dehaspe – CFO St-Luc

Comment s'est déroulée la collaboration avec la KUL, l'UZ Leuven, l'UZ Antwerpen, l'UCL et les Cliniques Universitaires de Saint-Luc du point de vue financier pour l'achat, l'installation et l'utilisation du ParTICLe d'IBA ?

Excellente collaboration. Il est clair pour les partenaires qu'en l'état actuel des indications, il n'y a que la place pour un seul centre en BE (et encore). CUSL avait un projet depuis plusieurs années, mais vu les risques financiers et la très solide situation financière de l'UZL, nous avons préféré éviter une concurrence fratricide sur ce projet. Décision a été prise de partager 2/3 UZL 1/3 CUSL/UCL. La même clé est visée dans les programmes de recherche associés à la protonthérapie.

UZL a de son côté complété le financement pour les bâtiments (il était à l'origine espéré un financement régional VL qui n'est pas venu) et un équipement de recherche.

L'utilisation est gérée à Leuven, mais CUSL apporte des ressources médecin et physicien. Les grandes lignes de gestion sont discutées dans un steering committee trimestriel qui réunit les 3 hôpitaux académiques associés.

Lors de l'intégration du ParTICLe, quels ont été les challenges économiques les plus contraignants et comment vous êtes-vous pris pour les surmonter ?

Le challenge principal a été d'obtenir un remboursement de l'INAMI. Jusqu'à présent la Belgique envoie à l'étranger à des prix assez bas, hors frais de séjour. Frais bas facturés par les

centres étrangers qui peut sans doute s'expliquer par un financement public de l'infrastructure et donc une tarification basée sur les coûts opérationnels. L'autre explication pourrait être que le volume belge étant marginal, il soit simplement facturé à un coût marginal afin d'optimiser l'utilisation des infrastructures.

En Belgique, le flou qui existe sur le financement des équipements médicaux a joué en défaveur de Particle : en principe les équipements sont financés par les honoraires (INAMI) sauf certains équipements lourds définis qui sont financés via le BMF et donc les régions. L'INAMI n'avait pas de budget, et les régions ne financent a priori pas d'équipement à vocation nationale... Pour sa part CUSL a en grande partie fait appel au mécénat pour payer sa part de 1/3 dans l'équipement mis en place.

Lors d'une acquisition ou l'implémentation d'une innovation, comment évaluez-vous votre Break Even Point à atteindre ?

De mon point de vue j'estime qu'en l'état actuel des choses le break even ne sera jamais atteint. Il est possible que hors investissements, le Cashflow cumulé devienne un jour positif et que l'investissement puisse commencer à être couvert. Le cash investi dans le démarrage (hors invest) est très important. La somme des coûts opérationnels fixes est telle qu'un seuil minimum de patients annuel doit être atteint qui est très élevé.

L'acquisition du ParTICLe, étant relativement coûteuse, comment avez-vous fait pour identifier le Break Even Point à atteindre pour cette innovation ? Quel est-il ? Où en êtes-vous ? Et quand comptez-vous l'atteindre ?

Comme indiqué plus haut, CUSL et UZL ont d'abord travaillé en parallèle sur des projets différents. Nous avons ensuite comparé les modèles et ceux-ci étaient proches.

Les remboursements actuels peuvent couvrir les coûts opérationnels une fois dépassé un certain nombre de patients. Les coûts opérationnels sont fixes (même les salaires) dans la mesure où opérer un tel système implique un staff de base important. La seule variabilité est le passage de 1 à 2 shifts, mais il est clair qu'une fois engagés les physiciens et médecins, on ne repasse pas de 2 à 1 shift comme l'usine Audi lorsqu'elle manque de composants...

Par contre, pour les chiffres précis, je vous laisse voir avec l'UZLeuven. Je les ai bien sûr, mais je suis tenu à un devoir de réserve en cette matière qui ne dépend pas directement des CUSL.

Comment avez-vous identifié le prix demandé aux patients ? Et est-il relativement plus coûteux qu'une radiothérapie traditionnelle après remboursement de la mutuelle ?

Nous avons fait un calcul de prix de revient. Mais l'INAMI a imposé un calcul basé sur les pratiques à l'étranger. Trop faible.

La contrainte de l'INAMI est un budget à enveloppe fermée. Les discussions se font entre assureurs et médecins. Les médecins craignent que les montants qui iront vers la protonthérapie ne poussent l'INAMI à des économies ailleurs, au détriment des revenus d'autres médecins. C'est une limite importante du système social belge : tant qu'il s'agit de partager la croissance on peut s'entendre. Mais aujourd'hui les marges de croissance sont entièrement absorbées par les médicaments/ thérapie innovants, et donc les nouvelles technologies sont implémentées aux frais de ceux qui ont le courage de s'y plonger. Souvent des hôpitaux universitaires, parce que c'est leur ADN.

Annexe 2.4. Interview de Claude Dupont - Proton Therapy Sales Director – IBA
Pour vous, quel rôle de l'innovation technologique dans les soins de santé en Belgique ?

Bon alors, je peux évidemment te parler que dans le domaine de la radiothérapie, parce que les soins de santé c'est beaucoup plus large que le traitement du cancer. Mais je dirais que IBA depuis maintenant plus de 30 ans a été à la base d'une innovation technologique dans le traitement des soins du cancer puisque déjà, au niveau du diagnostic du cancer, nous avons contribué dans les premières années d'IBA. L'innovation en oncologie est importante, le développement continu et le succès de la protonthérapie en est la preuve. Tu sais que l'entreprise a été créée en 1986 et donc moi j'étais jeune étudiant à ce moment-là et j'ai eu la chance de faire aussi, pas mon mémoire, mais c'était mon doctorat en physique au centre de recherches du cyclotron et là, Yves Jonghen avait, avec toute une équipe de collègues, dessiné une machine qui visait la production de radio-isotopes, utilisés dans le centre de médecine nucléaire pour la détection du cancer. Et ensuite, c'est un autre professeur (je n'ai pas le nom) qui est quelque part un peu un des prédécesseurs ou un des pères, on va dire de la radiothérapie à Saint Luc, qui maintenant est dans les mains de Xavier Geets. Comme tu le disais il y a quelques minutes, c'est lui qui a sollicité IBA, qui a dit mais enfin, si vous pouviez faire une machine de radiothérapie avec des protons cette fois-ci. Et c'est là le côté innovateur ? Certainement, il y aurait de l'intérêt de la part des hôpitaux pour vous acheter une machine telle que celle-là et donc très vite au début des années nonante, on a commencé à dessiner une machine. Qui a rencontré un succès relativement immédiat. Au milieu des années nonante, lorsque le Massachusetts General Hospital, à Boston, a cru en notre design, ils ont bien fait puisqu'il traite toujours aujourd'hui et nous a acheté la première machine, vraiment le prototype. Ils sont intervenus avec nous pour vérifier le design, apporter leurs idées et le premier

patient a été traité à Boston en 2001. Alors tu vois, on dit toujours, nul n'est prophète dans son pays, entre 2001 et le bon de commande KUL ça devait être 2017. Donc le côté innovateur, c'était finalement d'utiliser des particules comme les protons. Tu te rappelles alors un proton si tu te rappelles le tableau de Mendeleïev, enfin c'est le noyau de l'atome d'hydrogène donc c'est une particule relativement lourde, chargée également. Et donc quel était le côté innovateur ? Bah c'est que jusque-là et toujours aujourd'hui 99,9% des patients sont traités par des faisceaux de de rayons X de Photons qui ont une un dépôt d'énergie dans les tissus tout à fait différents des protons. Et donc c'est ça le côté innovateur. Aujourd'hui, on a vendu 60 machines dans le monde et on voit qu'il y a vraiment une croissance exponentielle du nombre de machines de protonthérapie sur tous les continents. On est quand même malgré tout seulement à un pourcent des patients, même pas. Je pense qui ont besoin de la radiothérapie qui sont traités par les protons. Donc voilà, c'est dans ce sens-là qu'IBA a été novateur. On était les premiers à mettre sur le marché de façon commerciale, parce qu'au préalable c'était plus des machines de recherche qui étaient utilisées pour faire des traitements. C'était le cas notamment à Boston. Mais donc notre contribution, ça a été de mettre ces systèmes sur le marché et d'en faire vraiment une machine et une solution complète clinique pour le traitement du cancer.

Et donc, comme vous avez dit l'après machine ? Donc c'était en 2001, au Massachusetts. Donc sur le plan mondial, IBA a du coup été un peu le précurseur de cette technologie. Là je suppose que maintenant il y a d'autres solutions présentes.

On a de la concurrence, malheureusement tu peux dire, la vie serait trop facile. Il faut dire qu'on n'a pas été les premiers à traiter en proton. Il y avait comme je te disais, des machines de recherche, par exemple, notamment Loma Linda aux États unis, traitait déjà en proton, même Curie à Orsay, avec des vieilles machines je vais dire. Depuis lors, ils nous ont acheté un accélérateur IBA. Mais vraiment, on est entré dans une phase, c'est grâce à IBA que c'est devenu commercialisable, je dirais. Et ensuite évidemment, il y a eu notamment du côté des Japonais pas mal de Hitachi Mitsubishi, qui ont développé des machines aussi de leur côté Soumitomo qui d'ailleurs a développé, en collaboration avec nous la première machine de protons. Et puis après, ils ont pris leur indépendance, on va dire. Et puis au niveau des États Unis, dans les machines plus compactes. Je ne sais pas si tu es au courant de cela mais on a donc le Proteus One qui est à Leuven. Si tu veux, je te montrerai un petit film sur le site le Leuven. C'est une machine à une seule salle, c'est à dire que on traite un patient à la fois. Les machines multisalles comme celle de Boston par exemple, ou celle de Floride ou même ici en Europe, à Essen ou à Groningen. On a ce qu'on appelle du multi salle, c'est à dire

qu'un accélérateur peut envoyer le faisceau vers une première salle où se trouve le premier patient. Et pendant ce temps-là, rien n'empêche les autres salles de déjà préparer les patients. Et puis, quand le premier patient est traité, alors on modifie les paramètres du faisceau pour les aligner exactement avec le besoin du patient numéro 2. Ainsi donc il y a une sorte de file d'attente mais qui n'est jamais très long parce qu'un temps de traitement en d'abord, c'est un traitement fractionné, ça, tu dois bien avoir en tête donc le patient vient entre 25 et 30 fois. Et chaque traitement, il reçoit, finalement, disons 2 grays, le gray c'est l'unité de dose déposés par gramme de matière. Il reçoit 2 grays et peut être qu'au total, le médecin va prescrire 60 grays c'est ainsi qu'il va devoir venir 30 fois. Le problème, c'est que tu dois déposer de l'énergie pour brûler les tissus de la tumeur mais sur le chemin de la tumeur, tu traverses des tissus sains ou derrière la tumeur, tu as des organes à risque. Et l'avantage des protons, c'est qu'ils s'arrêtent littéralement dans la tumeur quand tu calibres bien leur énergie, il s'arrête exactement dedans. Il travaille au travers de la tumeur. Donc si tu veux irradier la tête, tu rentres ici et tu ressorts là-bas. En proton, ce n'est pas le cas en Proton tu rentreras ici tu vas déposer ton énergie au niveau de la tumeur cérébrale et le proton va s'arrêter parce que c'est une particule chargée donc son "range" comme on dit donc sa distance à l'intérieur des tissus et directement reliée à son énergie. Plus il a de l'énergie, plus il va aller loin, moins il a d'énergie, plus proche de la peau, il va s'arrêter et donc entre les 2, on module l'énergie pour couvrir tout le volume de la tumeur. Ça, c'est dans l'axe longitudinal en transversal, c'est un système de scanning comme ça, tu verras peut-être quelque part ce qu'on appelle "pencil beam scanning", c'est une technique avec 2 aimants, en XY, qui permet de littéralement, comme tu crayonnerais une image avec un crayon de couleur et bien en conduisant, en transportant le faisceau en X et en Y, on dépose la dose exactement là où il a besoin. Et quand on a fini une couche, on modifie l'énergie pour aller un tout petit peu moins loin, pour traiter la couche de n-1.

Quels ont été les facteurs qui ont influencé le succès ou l'échec d'adoption en Belgique ?
Je sais que c'est un énorme succès, même en Belgique, mais quand je parle d'échec, c'est le laps de temps entre les États unis de 2001 et la Belgique de 2016 2017, donc quels ont été les facteurs qui ont influencé justement ce cette adoption ?

Alors je pense qu'il y en a certainement un qu'il faut citer, c'est le prix de l'équipement. L'équipement est beaucoup plus lourd que l'équipement d'un Linac. Dans un Linac que tu accélères des électrons. Et donc un électron. C'est quasiment 2000 fois plus léger qu'un proton. Donc tu peux imaginer qu'un accélérateur de protons voir de carbone, puisqu'on fait aussi la carbone thérapie, le prototype est occupé d'être construit en France pour

le moment, c'est beaucoup plus compliqué du point de vue de l'accélérateur parce que l'objectif est toujours le même. Il est communément admis qu'un Range dont je te parlais il y a quelques minutes. Le range maximum que les médecins demandent à l'équipement, c'est 32 centimètres. Donc on souhaite aller 32 centimètres en profond. Alors pour normaliser les choses, on parle de d'un range dans l'eau, 32 centimètres et donc pour les rayons pour les particules chargées, ça a du sens pour un rayon X ça n'en a pas beaucoup puisque comme je te disais, les rayons X vont traverser. Mais les rayons X tu ne peux pas les accélérer parce que par défaut comme j'ai dit ils n'ont pas de charge donc ils ne sont pas sensibles à un champ électrique et donc comment est-ce qu'on fait ? On accélère un électron qui est beaucoup plus léger que le proton et puis on convertit les électrons en rayons X dans une feuille de métal où tu vas avoir une gerbe de photons qui va sortir de l'autre côté de la plaque. Et donc vu que c'est plus lourd comme équipement bah le prix est aussi 3 fois plus cher. Entre 5 et 6 millions pour un Linac et 22 millions pour une machine de protonthérapie comme celle de la KUL.

Donc c'est principalement ça qui a un peu freiné l'adoption, c'est le prix ?

Oui, alors il y a aussi autre chose quand même qu'on doit dire. Ce que je viens de t'expliquer par les avantages balistiques, comme on dit des protons par rapport aux photons. Du coup, on pourrait dire Ah bah c'est magnifique. On va utiliser les protons pour un maximum de monde. La difficulté, bon, il y a le coût de l'équipement mais il y a aussi le fait que les organismes comme l'INAMI en Belgique, ou des sociétés d'assurance privées peuvent quand même se faire tirer un peu l'oreille en disant "Moi, je ne vais rembourser des traitements de patients que si c'est prouvé que la protonthérapie donne des meilleurs résultats." Alors, à ce moment-là, c'est ce qu'on appelle les Random studies, où tu prends 2 cohortes de patients, une qui est traitée en photon rayons X et l'autre qui est traitée en proton, t'attends 5 ans et tu compares les taux de survie après 5 ans. Comme tu l'imagines, ça prend beaucoup de temps, c'est compliqué de faire des cohortes exactement équivalentes et donc certains disent c'est non éthique de faire ce genre d'études parce qu'envoyer par exemple un enfant pour les tumeurs pédiatriques vers des photons, alors qu'on pourrait lui donner des protons, ce n'est pas une bonne idée et c'est incorrect quoi. Et donc pour le moment, pour des raisons économiques, c'est vrai qu'on se lance dans des études randomisées, qui tendent à essayer de prouver que les protons sont meilleurs. Donc le fait que par exemple en France aujourd'hui il y a 3 machines de protonthérapie. Le fait est que ces machines ne sont pas saturées parce que le nombre de sites tumoraux qui peuvent être traités par les protons en France, remboursés par l'assurance maladie française, sont encore très limités. Donc ça c'est un frein. Il y a à la fois le coût de l'investissement mais aussi le

problème du coût du remboursement qui est une des raisons pour lesquelles ça ne décolle pas plus vite quoi.

Donc à ce niveau-là, y a qu'un certain type de patients avec une certain type de tumeur qui sera remboursé ? Même en Belgique ?

Oui en Belgique aussi.

Vous savez un peu justement quel type de tumeur sont traitées ?

Bon c'est par exemple des tumeurs de la tête et du cou, surtout des tumeurs immobiles. Parce que dès que tu vas au poumon par exemple, là tu as le problème d'une tumeur mobiles à cause de la respiration, donc là c'est déjà plus compliqué. Je dois quand même citer ce qu'on appelle le pic de Bragg, c'est le profil de déposition dose, ce qui fait que, en fonction de l'énergie du Proton toute la dose se dépose à une certaine distance par rapport à la peau. Et donc ce pic de Bragg, si la tumeur est mobile, c'est plus compliqué de mettre exactement le pic au bon endroit.

Et est-ce que le degré de gravité, entre guillemets, de la tumeur influence aussi sur le choix de la technologie ou pas vraiment, ou c'est uniquement la position de la tumeur ?

Ce qui est certain, c'est qu'il faut que la tumeur soit localisée. Si le patient est à des stades avancés et que la tumeur est sortie de l'organe et qu'on a des métastases, alors il est trop tard à ce moment-là. Donc là c'est vrai que si les tumeurs sont prises très tôt, alors une thérapie ciblée va être efficace. S'il est déjà à des stades avancés, il est trop tard. Malheureusement là il faut faire appel plutôt à de la chimio ou éventuellement à de la chirurgie ou tu peux peut-être intervenir s'il n'y a pas encore trop de métastases.

Et est ce qu'il y a eu des challenges techniques d'intégration ? Donc quand je parle de ça, c'est des constructions spéciales pour la technologie ?

Bah écoute peut-être on pourrait regarder la vidéo que j'ai préparé pour toi si tu veux. Parce que là, alors tu vas mieux voir, euh l'intégration. Voilà, tu vois mon écran. Voilà donc ça, c'est la salle du Protheus One et cette vidéo a été tournée à Leuven d'ailleurs donc tu vois ici. C'est ce que voit le patient, il est couché sur un lit, y a un robot qui le manipule et le faisceau va sortir au travers de ce qu'on appelle la nose qui est le nez en fait et venir irradier la tumeur. D'accord. Alors on va revoir ça un peu plus en détail. Après je vais accélérer parce que le film dure 20 minutes et donc ceci c'est par exemple ici, tu vois c'est le département de radiothérapie, je ne l'ai pas encore mentionné mais c'est assez clair que la radiothérapie a été possible et la

protonthérapie en l'occurrence, a été possible grâce aux progrès de l'imagerie. Si tu n'arrives pas à bien positionner la tumeur, tu vas faire plus de dégâts que euh de bonnes choses, je veux dire que qu'un traitement efficace. Donc, ces 2 départements sont proches. Et là au-dessus tu vois donc le bâtiment, on va le voir encore dans un instant un peu plus. Voilà donc ici, c'est la salle de traitement à gauche, ici, en bas, ça, c'est la chicane par laquelle le patient et les thérapeutes vont entrer et ça, c'est la salle de contrôle, donc l'accélérateur à droite ici produit le faisceau de protons à l'énergie nécessaire en fonction de la position de la tumeur. Et puis tu as un portique qui va faire, qui va transformer finalement une position horizontale du faisceau en une position verticale et qui va envoyer le faisceau bas sur la tête comme je t'ai montré il y a quelques minutes par exemple. Donc, il est évident que cette partie-ci et une partie blindée, parce qu'il faut protéger tout le personnel qui est à l'extérieur de cette zone, des radiations telles que les neutrons essentiellement lorsque l'accélérateur fonctionne et donc ce volume là et fait l'objet d'une description très précise de notre part pour donner instruction à l'architecte du client, comment intégrer le système dans le centre existant ou dans un nouveau centre si c'est un nouveau bâtiment. Typiquement pour te donner une idée du budget, le bâtiment juste cette partie si on est dans des budgets de l'ordre de 6 à 8 millions d'euros. Sans compter la partie clinique ici en amont.

C'est une grosse, une grosse installation quand même quoi.

Oui, oui, oui, c'est tout à fait conséquent. Le bâtiment n'est pas du tout à négliger. En général, nous, on essaie de le laisser du côté du client, mais parfois on est amené, je travaille sur un dossier sur l'Inde maintenant. On essaie de trouver une société de construction indienne qui va se mettre en en partnership avec nous pour faire une offre commune, bâtiment plus, équipement vis à vis du client final.

Voilà donc là, on rentre en fait, le centre de Proton est intégré aux autres modalités de radiothérapie existant déjà dans l'hôpital donc. Alors voilà, une des machines d'imagerie qui va permettre de préparer, disons, le traitement du patient et surtout le positionnement également avant l'irradiation par protons. Alors, ça, c'est la thérapie conventionnelle, donc ce sont des accélérateurs d'électrons avec traitement par rayons X et donc ici voilà, c'est la division qu'ils ont ajoutée c'est la partie bâtiments qui sont ajoutés pour accueillir les protons. Donc on va entrer dans le la zone de traitement. Là, c'est la salle d'attente, puisque les patients passent chacun à leur tour. Alors, quand il est appelé, il se change un et il se prépare pour aller recevoir le traitement. Et là voilà, on va entrer dans un corridor. Voilà donc ça, c'est une coupe, où tu retrouves l'accélérateur qu'on a vu il y a quelques minutes, le faisceau horizontal, la ganterie

qui envoie le faisceau verticalement cette fois-ci, et qui va pouvoir tourner autour du patient parce que le médecin va essayer d'éviter les organes à risque. Donc si tu veux irradier une tumeur à la tête, tu vas utiliser certains angles de traitement et pour éviter de donner des doses à d'autres organes. Tout ça pour éviter des cancers secondaires parce que notre nature n'aime pas d'être irradié par des protons ou par ou de recevoir une dose, parce que c'est, c'est léthal, je dirais. Alors ça, c'est la salle de contrôle, donc les infirmières seront ici et IBA sera là-bas dans le fond pour suivre le déroulement du traitement. Chaque patient a une prescription différente en fait.

Et donc à chaque fois quelqu'un de chez IBA pour contrôler tout le processus ?

Oui, on est là pour faire en sorte que le l'hôpital ne doive pas s'occuper de la technique.

Et donc il y a un système informatique qui a la liste des patients et pour chaque patient on a exactement la dose qu'on doit faire. Le système IBA est esclave en quelque sorte, de la prescription du médecin. IBA ne décide pas du type de traitement. IBA délivre le traitement. Bon alors ici en collaboration avec Philips, tu vois des thèmes pour les enfants et bien ou même pour les adultes aussi. L'idée, c'est d'essayer de calmer le patient et de faire en sorte qu'il soit le plus tranquille possible qui soit, qui ne bouge pas pendant le traitement, c'est très important, c'est pour ça que pour les jeunes patients qui ne comprennent peut-être pas très bien ce qu'on va faire, on doit recourir à l'anesthésie légère.

Le traitement est long ?

Alors en général, le temps de passage d'un patient dans la salle pour une fraction, c'est, disons, de l'ordre d'une vingtaine de minutes, mais c'est 20 minutes sont essentiellement du positionnement. Le temps d'irradiation est de l'ordre 1:30 à 2 minutes et le reste du temps, on s'assure que le patient est bien positionné. C'est ça qui est plus important. Donc ça, c'est la chicane qu'on a vue il y a quelques minutes sur les plans bâtiments, on entre dans la chicane. Ici, tu vas voir, il y a une petite vidéo pour amuser les enfants un petit peu et les distraire. Et alors, à droite, tu vas voir la salle. Voilà qu'on l'a vu déjà tantôt sur la photo, donc ce que tu vois ici bah c'est ce que j'ai expliqué. Un faisceau va venir par cette petite fenêtre là le patient sera sur le lit, ici par exemple son c'est ce qu'on appelle des flat panel avec 2 tubes rayons X qui sont là dans le sol, qui sont obliques. Et vont se croiser à l'iso-centre de la salle pour prendre une image du patient. Parce qu'il est important que le patient soit toujours positionné de la même façon, sinon on va shooter à côté de la tumeur et donc on prend le soin de vérifier son positionnement

et d'appliquer un petit Correction Vector, comme on l'appelle via le robot pour remettre la tumeur au centre de la salle.

Alors là, c'est un peu une description. Bon je ne vais pas rentrer dans les détails parce que sinon on en a pour trop longtemps. C'est les différents éléments qui interviennent. Je t'ai parlé de l'imagerie, ça c'est ce qu'on appelle « ambient » expérience donc c'est un peu de lumière calme de la musique. Là c'est le robot, ça c'est la porte qui nous amène vers la galerie technique, différents écrans. Voilà. Alors quand je te disais que l'imagerie a un rôle important ici, tu vois par exemple, c'est un traitement, ce qu'on appelle médulloblastome. Ah c'est à dire que tu traites au niveau de la colonne vertébrale et de la tête. Et donc on le médecin et les physiciens ont tracé la zone à traiter. Et cette zone cette information est envoyée au système IBA et donc c'est là que tu vois un avantage des protons, c'est que le proton va venir par ici. En dessous, il va s'arrêter progressivement au niveau de la ligne verte de la ligne bleue. Et tu vois que du coup, tous les organes de l'abdomen sont protégés. Si tu avais fait le même traitement avec des photons, il passe au travers. Et voilà, ici, tu as un cas réel, hein. Tu as une patiente, tu remarqué il y a un masque qui immobilise la tête et les épaules et ici tu as la fenêtre par laquelle le faisceau va sortir. Donc c'est là qu'on fait le scan, en XY, les aimants sont en amont, on les verra peut-être un peu plus tard, qui vont permettre d'y radier le volume de la tumeur. Ça, c'est le radiothérapeute qui a donc en main ce qu'on appelle le Wireless pendant, c'est un téléphone grosso modo, et grâce à la fonction sans fil de ce téléphone, on va pouvoir faire tourner la ganterie, faire tourner le lit également. Voilà tu vois là la galerie tourne autour du patient, le médecin sélectionne l'angle qu'il veut. Donc on a au total 220 degrés et on n'a pas 360 degrés. C'est un système d'open-ganterie. Tu vois qu'ici il n'y a pas de d'accès mais ça permet par contre à l'accès pour les patients et pour le médecin et les radiothérapeutes.

Ça, c'est le système d'imagerie qui permet de faire des images 2D ou 3D. Voilà, ça, c'est le système Philips Ambient. Ça, c'est un de nos collègues qui va faire une calibration avec un fantôme. On met des détecteurs dans le fantôme et on va regarder si le plan traitement est bien délivré, si le positionnement est correct, ça c'est ce qui va permettre de faire une imagerie en 3 dimensions. Donc on descend ici un tube rayons X à gauche, qu'on va shooter vers ce flat panel et disons les tissus et le corps vont intercepter une partie des rayons X et donc on va voir cet impact sur l'image et on a attaché ce système là au système de rotation de la ganterie pour faire du volumétrique, des images Volumétriques en 3 dimensions, ce qui permettra au thérapeute de vérifier la position de la tumeur par rapport à l'isocentre. Donc là on développe, on n'envoie

pas de faisceau le faisceau. On a encore qu'à la phase de positionnement, l'image, le traitement viendra après. Voilà, on peut suivre tout ça à distance depuis la salle de contrôle.

Voilà, ça, c'est donc l'introduction de la ganterie. On n'a pas encore vu la ganterie en réalité. Voilà ici tu vois donc elle est toujours attachée à la grue, c'est l'objectif qu'on poursuit, c'est que on monte un maximum, ce n'est même pas à Louvain-La-Neuve qu'on le fait, c'est chez un de nos sous-traitants parce que ça prend beaucoup de place évidemment, et on le repositionne, on le met en place. Voilà, alors après il reste des câblages intermédiaires. Alors ici donc c'est dans sa position finale. Donc ça, ce sont des bras qui supportent la ganterie. La ganterie est ici à droite. Voilà, il y en a un à gauche, à droite, ça c'est un système de contrepoids. Voilà et ici c'est l'envers du décor. Maintenant, on va aller un peu plus loin, on va aller voir l'accélérateur qui est dans la salle à côté. Les patients et les médecins ne viennent jamais ici. C'est juste IBA, on a un contrat de service. Donc voilà une photo de l'accélérateur, mais on va le voir juste après tu vois il fait 55 tonnes, voilà ça c'est la machine. Donc ça ressemble à une boîte de camembert. En fait, c'est de l'acier et c'est alors on utilise une technologie supraconductrice pour avoir des champs magnétiques très élevés qui vont permettre de garder la taille de l'accélérateur aussi petite que possible. Donc le principe d'un cyclotron, c'est de faire tourner les particules depuis le centre de la machine suivant une trajectoire spiralée. Et de donner des petits Kick-off d'énergie, eux, à chaque tour de telle sorte que l'on atteigne finalement l'énergie de 230 mégas électronvolts, donc 10 exposants 6 électronvolts qui va donner un parcours de 32 centimètres dans l'eau. Donc, c'est cette machine-là qui accélère les protons. Là à gauche, il faut des pompes pour faire le vide, il faut de l'eau pour faire le froid, il faut de la haute fréquence pour donner de l'énergie et accélérer. Et ici, voilà là on arrive. Voilà, là, c'est le faisceau qui va sortir. Tu vois le petit tube qui est difficile, le faisceau est là et ça ce sont des éléments de transport, de focalisation du faisceau parce qu'il doit quand même faire une petite dizaine de mètres avant d'arriver près du patient. Et ici tu vois y a une roue, et c'est elle qui va corriger l'énergie du faisceau, si tu as patients pédiatriques, la tumeur peut être située 3, 4 centimètres dans le corps. Et si t'as quelqu'un, un peu plus costaud pour traiter une prostate par exemple, tu vas peut-être devoir traverser 20 centimètres. Et donc, c'est ces morceaux de graffite ici, qui vont être positionnés de telle sorte que si tu es un cas pédiatrique, on va réduire l'énergie en traversant l'épaisseur de graphite, pour amener l'énergie à la valeur voulue pour le traitement pédiatrique en question. Si tu as un Monsieur qui est très costaud, tu vas dire, j'ai besoin de toute l'énergie du faisceau pour atteindre la tumeur, alors tu vas éventuellement utiliser les 32 centimètres et donc ne va même pas réduire l'énergie du faisceau. On va voir la particularité

de l'UCL, c'est qu'il y a 2 accélérateurs, le 2e, envoie le faisceau vers une ligne de recherche, donc le 2e n'est pas un accélérateur clinique.

Les Flamands sont assez riches, ils ont réussi à acheter 2 machines, mais ce n'est quand même pas très fréquent de pouvoir directement investir dans des machines.

Et du coup il y a que des accélérateurs en Flandre ?

Il y a une machine qui va arriver à Charleroi. Ils sont là pour le moment dans la phase d'appel d'offres bâtiment et d'ici la fin de l'année, ils devraient sélectionner la société de construction du bâtiment. On imagine qu'il leur faudra 2 ans puisque t'as vu que le bâtiment est quand même complexe et alors nous on livrera l'équipement dans 2 ans à Charleroi. Il nous faudra un an pour l'installer et encore 3 mois peut être 6 mois en fonction de l'énergie qu'ils vont mettre là-dedans pour avoir les premiers patients à charge.

En termes de maturité, de technologique, où se situe le ParTICLE ?

Depuis Boston 2001 dont je t'ai parlé jusque-là KUL 2017. Il est évident que les produits IBA ont évolué. Par exemple, une des innovations majeures. On est passé du scattering au scanning, c'est le coloriage de la couche de la tumeur dont je te parlais. Chaque fois que nous avançons dans une technologie, on les intègre dans le produit de base et donc là KUL a reçu le produit le plus évolué au moment de la livraison. Mais ça ne veut pas dire pour autant que c'est la dernière version d'une machine de protonthérapie IBA et donc le temps de vie d'une machine comme celle de Leuven, c'est de l'ordre de 30 ans, donc autant que possible, on va essayer que tous les upgrade qu'on va réaliser toutes les avancées par exemple, maintenant, on parle beaucoup de la Flash thérapie au lieu de faire 30 séances comme je te disais, on va essayer de faire réduire le nombre de séances. De donner la douche beaucoup plus, beaucoup plus que 2 grays, mais par exemple donner 10 grays par séance. Et si tu dois délivrer 60 degrés au total, bah le patient doit venir que 6 fois tu vois ? Et donc il vient pendant une semaine et puis c'est terminé. Alors que maintenant il doit venir pendant un mois. Donc tout ça le jour où la Flash thérapie sera disponible. On travaille déjà dessus aujourd'hui on fait en sorte qu'on puisse intégrer ce nouvel upgrade dans les 60 machines existantes dans le monde. Pour nous, c'est une source de revenus évidemment. Aujourd'hui, on discute avec le Massachusetts général Hospital à Boston pour faire vraiment un autre upgrade majeur, donc il y a il y a 20 ans qu'ils traitent un maintenant. Ils vont probablement arrêter la machine peut être pendant quelques 6 mois pour lui redonner une nouvelle jeunesse, est réimplémenter dedans toutes les nouvelles technologies. Donc l'innovation c'est plutôt le produit et chaque client en fonction de

la date à laquelle il reçoit sa machine va recevoir ses updates par après. Nous par contre on partage nos road map et on dit au client le jour où la Flash thérapie il sera disponible on s'engage à venir le réinstaller mais ça, ça fera l'objet d'une commande à ce moment-là tu vois donc si on leur vend 20 millions l'accélérateur, il est possible que le la Flash thérapie il sera revendu 2 millions d'euros dans 3 ans, 4 ans quand elle sera dispo. Et moi, je l'ai fait sur des machines que j'ai vendues en Inde. Le client vraiment, me questionnait et attendait que l'imagerie 3D soit disponible, et on a négocié le jour où il a été disponible, on l'a intégré dans le projet.

Quels sont les indicateurs qui vous permettent d'évaluer le succès du ParTICLe ?

Le succès de cette innovation pour IBA se fait déjà remarquer dès 2001 avec la vente du premier appareil au MGH qui est un des meilleurs hôpitaux du monde. Notre position de leader sur le marché actuel montre qu'on tenait en main, en 1986, une solution prometteuse. Les indicateurs qu'on observe chez IBA est le nombre d'appareil qu'on vend, mais aussi le nombre grandissant de patients traité par cette technologie. Le 100 000ème patients a été fêté il n'y a pas longtemps.

Est-ce que la technologie de protonthérapie, est ce qu'elle est utilisée aussi à des fins autres que médicales afin d'accélérer le développement ?

Quand tu as vu la ligne fixe de l'UCL, il est possible qu'il y ait certains contrats de recherche, notamment avec des semi-conducteurs ou par exemple Airbus peut être intéressé de venir faire des manips pour tester la radio résistance de certains composants aéronautiques, tu vois. Et l'avantage avec un faisceau c'est que tu as un flux très élevé de particules. Beaucoup plus élevé que dans l'espace et donc en peu de temps tu peux avoir une idée de comment va résister le matériau après 10 ans par exemple. Donc il y a quelques recherches, mais ce n'est quand même pas évident hein, ce n'est quand même pas facile de décrocher des contrats en général, c'est plus des manips assez ponctuelles, mais bon c'est un sujet porteur et c'est possible que ça se développe, oui, oui.

Chaque pays ayant son propre système de remboursement, la sécurité sociale étant différente. Je suppose qu'il y a des pays où parfois ce n'est même pas possible de vendre la technologie parce qu'ils savent que leur population ne va pas savoir payer ?

Oui, et c'est une des raisons pour laquelle il a fallu 20 ans aussi à la Belgique parce que l'INAMI prenait la position de dire "Les patients qui pourraient tirer bénéfice de la

protonthérapie on va les envoyer à l'étranger". Ouais, alors c'est bien à l'étranger, mais à un moment donné, la France, la Suisse ils veulent traiter d'abord leurs ressortissants. On n'était pas garanti que le petit belge qui en aurait besoin sera traité. D'ailleurs ça fait les titres, notamment l'Angleterre qui est quand même un pays fort on va dire. Il y avait des patients qui réussissaient à alerter les médias en disant, j'ai dû aller aux États unis pour recevoir un traitement de protonthérapie. Comment est-ce possible que l'Angleterre ne soit pas toujours équipée et donc du coup, avec des actions telles que celle-là, et bien il y a eu des investissements, il y a des investissements aujourd'hui en Angleterre.

Et alors d'un de vue concurrentiel, que peut-on trouver d'autre sur le marché ?

Oui, oui, on peut dire que Variant par exemple, qui est le leader en radiothérapie conventionnelle, possède aussi une machine de protonthérapie. Ils ont à peu près 25% de la base installée par rapport à la nôtre. Ils ont une quinzaine de machines, nous on en a 60.

IBA est leader sur le marché de la protonthérapie ?

Oui, c'est nous qui avons le plus grand nombre. On vient d'ailleurs de célébrer le 100 millièm patient depuis novembre 2001 à Boston. On a fait une célébration pour le 100 millièm patient et la KUL a participé à ce petit événement puisque c'est la somme de tous les patients traités sur tous nos sites qui dépasse maintenant les 100 000, le chiffre de 100 000 patients.

Je voulais également savoir s'il y a beaucoup de fournisseurs disponibles pour les composants de vos accélérateurs ?

Bon, alors il est important que tu comprennes que dans un système de protonthérapie, il y a évidemment une multitude de pièces. Quand tu vois la complexité du système, nous n'avons pas devant nous un fournisseur qui nous vend un système qui s'appelle cyclotron, c'est nous qui avons fait le design, le calcul, les plans préliminaires et puis ensuite les plans définitifs pour exécution. Et donc quand tu regardes un système de protonthérapie complet, donc il est constitué de multiples pièces, donc ce qui se passe dans les faits, c'est que notre bureau d'étude fait ce qu'on appelle une BOM Bill of Material. Dans cette BOM, qui contient, je vais dire des milliers, des milliers de lignes. Je n'ai pas eu le temps de trouver le chiffre, mais enfin c'est, c'est vraiment énorme. Depuis, je vais dire la source d'ions qui génère le proton, un au sein de l'accélérateur, la ligne de transport, l'envoi du faisceau au sein du patient, tout le côté contrôle qualité ainsi de suite, tu imagines bien qu'il n'y a aucun fournisseur dans le monde qui possède toutes ces technologies, évidemment, donc la BOM va être en fait transférée sous forme soit,

on va dire le plus simple, c'est l'identification de certains éléments commerciaux qu'on va acheter directement chez des vendeurs. Je pense par exemple à une pompe à vide. Tu vois une pompe qui sert à faire le vide dans la machine. Nous, on ne s'amuse pas à détailler chaque pièce de la pompe. Qu'est-ce qu'on fait ? On prend le catalogue du fournisseur et on regarde le type de pompe qu'il propose et on sélectionne celle qui correspond le mieux à nos besoins. Il peut arriver qu'on rencontre le fournisseur pour en discuter avec lui. Et une fois que ça a été fait, il est possible que plusieurs fournisseurs puissent nous vendre certaines pompes. Tu vois des pompes de chacun de chez eux, alors ça va peut-être nécessiter une petite pièce d'adaptation parce qu'une pompe X, ce n'est pas le même qu'une pompe Y peut être mais ça peut se limiter à ça et là c'est notre service achat qui une fois qu'il a les spécifications de la pompe va rencontrer donc on va lancer ce qu'on appelle des appels d'offres, vers les différents vendeurs potentiels. S'il y a besoin, réunion technique, comme je viens de le dire et puis ensuite chaque vendeur va nous faire une offre. Donc on va regarder, le prix va intervenir, c'est évident, mais le délai de livraison, la qualité du vendeur, quelle expérience on a avec lui puisque maintenant IBA a 35 ans quand même donc on a un certain Trak Record je dirais avec ces vendeurs ça interviendra. Il y en a peut-être certains qui sont sur la liste rouge aussi à un moment donné, ils nous ont vraiment fourni quelque chose qui convenait pas du tout. S'ils n'ont pas été sérieux dans le suivi ainsi de suite. Donc ça c'est pour les pièces de commerce.

Maintenant, il existe des équipements qui sont construits spécifiquement pour IBA, pour les besoins de notre machine et là on rédige une note technique. Je pense par exemple à des alimentations de puissance pour faire fonctionner nos cyclotrons. On a besoin de faire passer un certain courant dans les bobines et on est les seuls au monde à avoir besoin d'une alimentation avec des spécifications bien particulières, donc tu ne trouves déjà pas un vendeur qui pourra répondre du TAC au TAC, il va avoir des questions, on va préciser certaines choses et à un moment donné il va dire « Bon Ben voilà mon prix c'est x mon délai de livraison c'est euh 8 mois par exemple ». Bon et à ce moment-là. Le vendeur ou le fournisseur pourrait dire à mon prix c'est X, mais en fait comme je suis le seul à pouvoir faire ce type d'alimentation, je vais demander 2X par exemple, comme tu vois alors on a évidemment depuis le temps on essaie d'éviter réellement des sociétés en situation de monopole et dans notre service achat, il y a des gens qui ne font que ça, c'est à dire essayer de trouver des nouveaux fournisseurs. Et alors, quand je dis ça, c'est évidemment en dehors de la Belgique. Dans la majorité des cas, on a une tendance à essayer de favoriser la Wallonie parce qu'on sait d'où on vient, les pouvoirs publics wallons nous ont aidé à grandir et c'était une aide qui était donnée IBA, mais au travers d'IBA,

on arrosait toute la Wallonie industrielle. Et donc chaque fois qu'on peut, je vais dire lancer des appels d'offres, voir éventuellement passer des commandes. Ben on va assez naturellement le faire pour le réseau wallon.

Alors ça c'est pour le côté électrique. Maintenant il y a un autre aspect, c'est toutes les pièces mécaniques. Quand tu regardes un cyclotron, c'est constitué de multiples pièces, chacune de ces pièces-là, c'est un peu notre 'Know How' je dirais, et à ce moment-là, le processus est que le service achat de nouveau reçoit du Bureau de dessin les plans. Il connaît les quantités de pièces et ainsi de suite qu'il faut alors pour vous, pour les petites pièces en général, on a peut-être 3 à 5 fournisseurs en Wallonie qui pourraient faire le job. Dès que les pièces deviennent un peu plus complexes, ça arrive fréquemment que des fournisseurs reviennent vers nous. Ils disent écoutez IBA si vous êtes prêt à vous engager, nous, on va acheter une machine-outil spéciale pour vous. Tu vois et alors là il y a des discussions peut être sur un certain volume et des discounts qui nous seront retournés en fonction du nombre de commandes qu'on va pouvoir leur passer. Donc ça, ça se fait.

Alors pour terminer, les très grosses pièces telles que la Culasse du cyclotron. Et bien là, on doit d'abord couler de l'acier parce que c'est un acier spécial. Bon, là, on a beaucoup travaillé avec Creusot-Loire les Français donc dans le passé, après, on s'est diversifié, on l'a utilisé un fournisseur chinois à un moment donné, il y a aussi pour les ganteries des fournisseurs tchèques, les premières ganteries ont été construites à CMI à Liège. Tu vois et on en a été très content. Mais à un moment donné, quand il a fallu en fabriquer beaucoup, on a aussi dû trouver d'autres fournisseurs, donc pour ces pièces, alors je pense qu'aucune pièce n'a vraiment un fournisseur unique ce qui nous permet d'une certaine façon d'éviter la position de monopole.

Alors il y a des pièces quand même très spéciales, comme des tubes hautes fréquences, on travaille beaucoup avec Tales, mais je dirais que ces gens sont très soucieux aussi de garder leur collaboration avec IBA on est peut-être leur meilleur client. Et donc je n'ai jamais entendu que sans raison évidente qui est des fois 2 qui sont arrivés alors qu'il y ait une augmentation des prix, c'est normal, même si nous à la fin, on est dans un marché concurrentiel et on va essayer de faire baisser les prix. Les prix de nos concurrents, qui essaient de nous arracher des parts de marché, sont de plus en plus bas. Donc nous si nos fournisseurs ne reflètent pas, c'est ces réductions. On aura du mal de pouvoir les offrir à nos clients également, donc ça peut arriver. Moi, je me souviens pour pas des équipements directement intervenants dans la machine de protons, mais bien par exemple, des équipements d'imagerie qu'on achetait chez Général Electric chez Siemens, chez d'autres ça arrivait. Ça m'est arrivé plusieurs fois de les

recontacter en disant écoutez la nouvelle Dead Line pour remise de l'offre, c'est le premier septembre. Si nous on va faire un effort au niveau proton, envoyez-moi votre best and final offer parce que sans ça Varian va être moins chère que nous et donc vous aurez 0 commandes. Finalement, donc ça c'est des processus qui interviennent assez fréquemment quand on est dans la phase de vente pour lesquelles on a besoin de partenaires, quoi.

Annexe 2.5. Interview Cédric Fraselle – Ancien responsable de projet à St-Luc
Dans quelle mesure l'innovation en Belgique est-elle importante au niveau des soins de santé et est-ce que les hôpitaux belges sont ouverts à cette innovation ?

Alors je pense qu'il faut peut-être instaurer différentes granularités des hôpitaux en Belgique. Je pense que là il y a peut-être les différentes typologies d'hôpitaux, notamment les hôpitaux universitaires donc c'est clairement, ça fait partie des missions avec la recherche donc je pense qu'on peut attendre plus de leur part et c'est aussi quelque part dans leur ADN, souvent dans leur plan stratégique, l'acceptation est meilleure là-bas, ils sont en général plus enclins à tester des nouvelles procédures que ce soit au niveau du processus de la prise en charge ou au niveau du matériel. Donc nous en ce qui nous concerne à Saint Luc, on avait tous des programmes de petits pilotes de l'innovation donc c'est vraiment le modèle d'essayer à une petite échelle voir quels sont les impacts et évaluer si ici ça peut être décliné de façon plus massive. Pour revenir à la question donc voilà l'intérêt, l'acceptation je pense que là il est un petit peu différent en fonction de la structure mais globalement en tout cas pour ce qui reste est à St Luc, ça faisait partie de la force des hôpitaux universitaires qui ont certaines contraintes, notamment financières. Il ne faut pas se leurrer que les médecins à eux sont moins bien payés que dans le privé. Mais c'est souvent par cet aspect-là, recherche, innovation qu'on arrive à attirer des talents, parce que c'est vraiment des choses qu'on peut mettre en avant et offrir, dans le package entre guillemets. Donc globalement bien accepté. Il y a un sujet un peu extérieur, qui vient encore renforcer cette dynamique avec le COVID ou sur ce genre de choc externe c'est via l'innovation qu'on peut aussi apporter des solutions. Il y a eu une suppression ou une forte réduction des droits de visite des patients à l'hôpital, donc là on a mis des choses en place. Ce sont des choses classiques dans le privé ou en dehors du secteur hospitalier, avec des bêtes Skype ou ce genre de choses-là ce sont toutes des procédures et qu'on a mis en place et qui ont permis aux familles de patients de quand même rentrer en contact. C'est certainement dans la culture belge où il y a des budgets ou des incitants, que ce soit au niveau de la région bruxelloise, avec différents organismes dont je retrouve plus sur le nom. On avait pas mal collaboré. Donc je pense que ça, ce sont quand même des choses qui sont bien

inscrites. Bon, évidemment, on n'est pas au niveau des États Unis ou même des pays nordiques, je pense qu'ils sont assez bien placés. On n'est pas si mal placé en Belgique, il y a toute une série d'initiatives qui existent pour développer ça. Donc je dirais qu'elle est quand même relativement bien développée au niveau médical, ça c'est sûr. Alors après il y a toujours des réticences à ce niveau-là. Évidemment, on a moins le droit, enfin qu'on entend des essais-erreurs, et cetera, comme c'est souvent le cas pour les innovations. Ben ça, évidemment dans un milieu hospitalier, on veut moins l'entendre parce que ce n'est pas les mêmes enjeux évidemment. Mais je pense qu'il y a quand même des systèmes qui arrivent à se mettre en place.

Parfait vous avez déjà répondu un peu à la question suivante, mais plus précisément: qu'elle est la position de la Belgique sur le plan mondial au niveau de l'innovation, c'est comme vous avez dit, les États Unis sont devant les pays nordiques, la Suisse également, qui est très bien positionnée, mais quelle est plus ou moins la position belge? Est-ce qu'on est plutôt dans le peloton de tête ou plus à la traîne ?

Alors je sais qu'en Belgique on est très fort et avant-gardiste au niveau des essais cliniques. Là, on est vraiment dans le top en tout cas européen si pas au niveau mondial, mais je pense qu'on a très bien placé. Mais quelles sont les raisons à ça ? Je pense que c'est tout un environnement politique ou administratif, en tout cas, qui met en place certaines facilités pour mener à bien ses essais. Et c'est là que je voulais y arriver. Il y'a certains organismes comme les hôpitaux et cetera, ou les pharmas qui sont là donc qui poussent pas mal pour l'innovation et qui sont bien placés là-dedans. Par contre, un des freins moi que je vois en tout cas au niveau belge, c'est les organismes assureurs on va dire au sens large, donc ici on va plus précisément parler de l'INAMI qui rembourse les soins de santé et qui sont incontournables dans notre paysage des soins de santé.

Parfait maintenant plus sur les innovations technologiques. Sur ce point de vue, est ce que c'est plus une demande des médecins d'introduire des innovations technologiques ou plus une demande de l'hôpital qui va par après attirer des médecins réputés dans l'hôpital ?

Alors, je ne pense pas que ce soit si clair qu'il y en ait un avant l'autre. Ici c'est, je pense que c'est un peu l'écosystème. Si je reprends de nouveau le cas de St-Luc, c'est parce que St-Luc est reconnu comme hôpital universitaire et comme très bon pour la recherche que ça attire certains médecins qui ont alors cette fibre ou ce Spike recherche et innovation technologique. Après comme ça les intéresse, c'est eux qui remontent des idées de projet ou c'est eux qui ont

un peu ce rôle de veille on va dire. Alors il y a la possibilité de les aider là-dedans en mettant des cellules en place ou en s'inscrivant dans des petits incubateurs. Moi je trouve que c'est chez nous en tout cas, c'était souvent les médecins qui sont experts dans leur domaine, qui s'intéressent et qui lisent beaucoup la littérature, les dernières découvertes, les dernières études dans leur domaine qui du coup, font des connexions et remontent un petit peu des choses qu'ils ont vues ou entendues dans d'autres pays, universités, hôpitaux. Quoi que ce soit. Mais donc, nous c'est souvent comme ça que ça fonctionnait, c'était notre cellule parce que c'était un peu sa raison d'être et qu'on avait le temps et des ressources dédiées à ça en participant à des salons internationaux ou des colloques. Qu'on se disait, tiens, on a vu telle technologie dans tel pays ou pour telle spécialité. Du coup nous alors, on remontait ça à notre chef de département service ou peu importe. Je pense qu'il faut arriver au juste équilibre entre les 2, mais je pense que souvent pour des questions de temps, d'expertise, ça va être plutôt le médecin qui s'intéresse à ça. Qui va du coup prendre le temps de parcourir telle ou telle étude et de remonter ça. Je pense qu'il faut les 2 en parallèle, mais je pense que l'acteur principal, c'est le médecin parce que c'est in fine c'est quand même lui qui va décider, qui va voir si c'est pertinent pour ses patients et cetera.

A quelle fréquence les médecins sont-ils confrontés à des innovations au sein de leurs services ?

Alors cette question ne peut pas être généralisée à tous les services car certains vont observer un plus grand nombre d'innovations que d'autre. Prenons l'exemple de la chirurgie. Ce domaine fait l'objet de régulières innovations et techniques innovantes afin d'améliorer les traitements et le temps de récupération des patients. Même si tous les services doivent s'adapter à des innovations. Quelles soient technologiques ou organisationnelles, tout le personnel de l'hôpital va y faire face. Il y a un projet qui a commencé quand j'ai quitté St-Luc qui est la digitalisation des processus de l'hôpital. Ceci va impacter tout le monde en passant du médecin à l'infirmière au pharmacien mais aussi le patient. Comme je l'ai dit précédemment, on testait régulièrement des innovations afin de voir si c'était utile de les développer à grande échelle au sein de l'hôpital.

Et alors, quels sont les facteurs qui vont influencer le succès ou l'échec de l'adoption d'une innovation ?

Il faut des profils des personnes concernées. Je pense que ça c'est clé quelque part. Derrière, il y a un petit peu la culture de l'entreprise ou du chef de projet, parce qu'il n'y a pas toujours des

incitants financiers donc nous c'est souvent des projets en parallèle de toutes leurs activités classiques en clinique. On va dire ici dans le cadre de l'hôpital, les médecins, ils vont devoir continuer à faire leurs opérations en salle d'op ou leurs consultations et en parallèle, à côté de ça, on leur propose un projet de gestion ou l'intégration de choses innovantes. Il faut qu'ils s'y retrouvent, donc comme ce n'est pas souvent financier ici dans notre cas en tout cas pour un hôpital universitaire, ça va être la qualité de la prise en charge, mais donc je pense que trouver le bon incitant pour le médecin ça je pense que c'est la clé chez nous.

Bon, je vois donc là on vient de parler des facteurs qui influencent sur le succès de nouvelles innovations. Une fois qu'innovation est intégrée à des processus, comment on juge son succès ? Quels sont les indicateurs ? Est-ce plus un indicateur financier, ou alors un indicateur en termes de taux de guérison ou d'efficacité. Comment juge-t-on un succès d'une innovation au sein d'un hôpital ?

Oui, oui, ça c'est une très bonne question et la clé aussi c'est à définir dès le début du projet. Parce que sinon après on aura justement du mal à dire si c'est un succès ou non. Alors il n'y a pas de de réponse parfaite et préfabriquée. Je pense que c'est en fonction du sujet et de la technologie, l'innovation et ou est-ce que ça va jouer un rôle dans la chaîne de valeur ici des soins de santé. Est-ce que si on parle d'une technologie qui va permettre la prévention du burn out, c'est toujours plus difficile de mesurer un impact, d'évaluer l'impact parce que on parle souvent d'hypothèses. Donc si on met bien en place telle solution, voilà combien on peut gagner. Bon alors des fois c'est possible de le chiffrer de façon financière. En soins de santé on va souvent parler de satisfaction du patient. Il faut également des indicateurs uniformisés. Je veux dire qu'il y a toute une série de critères à respecter pour qu'on compare des mêmes choses et pour pas pénaliser l'un ou l'autre.

Parce qu'ici en fait, je parle surtout par rapport au ParTICLE, donc le centre de protonthérapie qui a été implémenté à Leuven qui a coûté des millions et du coup c'est surtout par rapport à ça par rapport à un si gros investissement. Est-ce que le succès de cette innovation est jugé sur le retour financier avec l'atteinte du break even point en avance ou dans les temps, ou est-ce que c'est vraiment des indicateurs plus humains et en termes de guérison ?

Question super compliquée. Et c'est très éthique aussi. Je pense que si on regarde un peu les études, sur le nombre d'accélérateur de particules il faudrait pour la Belgique ? Et je pense que la conclusion, en gros, c'était un pour qu'il y ait une rentabilité justement. Mais du coup, ça pose

certaines questions d'accessibilité. Donc enfin, voilà et ça c'est toute la problématique. Si tu regardes la Suisse, un pays parmi les plus riches en fait, sont ceux qui ont parmi le plus haut taux de scanner par habitant. Alors du coup ils sont supers au niveau accessibilité, ils ont des flexibilités géniales, pas de longues listes d'attente et du coup probablement une prévention de certains cancers, de certaines pathologies, qui nécessitent pour le dépistage ce genre d'appareil. Donc certainement que là ils sont très bons. À confirmer avec les études, mais ils doivent être bons au niveau, chiffre qualitatif, mais si on regarde les finances et la rentabilité, ils ne doivent certainement pas être terribles, ils en ont beaucoup trop, mais ils peuvent se le permettre.

Annexe 3. Matrices de synthétisation des interviews

Annexe 3.1. Présentation des intervenants

	Renaud Mazy	Xavier Geets	Phillippe Dehaspe	Claude Dupont	Cédric Fraselle
Parcours	- Ingénieur en Chimie – Université de Liège [1987 – 1994] - Production Engineer – Air Liquide [1995 – 1999] - Production leader – Owens Corning [1999-2001] - Production Manager □ Managing Director [2001 – 2011]	- Diplomé en médecine à l’UCL [2000] - Diplomé en tant que spécialiste en Radiothérapie Oncologique à l’UCL [2007] - Thèse de doctorat en sciences médicales délivrée par l’UCL en 2008 - Nomination comme chargé de cours clinique [2013]	- Ingénieur Commercial [1983 – 1988] - Unilever [1991 – 2008] - Master en management des institutions de soins de santé [2008-2009] - Administrateur – Groupe Jolimont, CUSL, Epsilon, Valisana) [Présent]	- Ingénieur en Physique – UCL - Docteur en Sciences, Physique nucléaire – UCL [1982 – 1987] - Il a occupé des postes commerciaux chez IBA jusqu’à devenir directeur des ventes en Protonthérapie – IBA [1986 – Présent]	- Ingénieur de gestion – UCL [2006 – 2011] - Consultant – nGage Consulting [2012 – 2014] - Responsable de projets – CUSL [2014 -2021]
Entreprise actuelle	Cliniques Universitaires Saint-Luc [2011]	Cliniques Universitaires Saint-Luc	Cliniques Universitaires	IBA	Abilis
Fonction	CEO	Chef de service – Service de radiothérapie oncologique	Directeur financier	Directeur des ventes en protonthérapie	Responsable Innovation et Développement
Familiarité avec le ParTICLe	Il était déjà en poste lors de l’intégration de cette technologie. Il a participé et supervisé tout le	Il travaille régulièrement avec la technologie étant chef de service. Il a déjà traité de nombreux patients	Il a été le CFO en charge des finances de ce projet. Il a dû faire le montage financier complexe en	Avec son expertise et ses presque 35 ans d’expérience au sein de l’entreprise, il travaille	N’a malheureusement pas su travailler sur le projet mais était en fonction à l’hôpital lors de

	processus d'intégration de la technologie au sein de la collaboration multisite.	et participe à la collaboration multisite.	collaboration avec les différents acteurs du projet.	quotidiennement avec la technologie et la vend à des hôpitaux du monde entier.	l'intégration de l'accélérateur de particules et a donc beaucoup entendu parler de celui-ci.
--	--	--	--	--	--

Annexe 3.2. L'innovation au niveau des soins de santé en Belgique

	Renaud Mazy	Xavier Geets	Phillippe Dehaspe	Claude Dupont	Cédric Fraselle
Importance de l'innovation	L'innovation, qu'elle soit thérapeutique, qu'elle soit en termes de mise au point de nouveaux traitements ou plus général dans les hôpitaux académiques, est essentielle mais d'une manière plus générale dans tous les hôpitaux, c'est quelque chose qui est vraiment important.	L'innovation est capitale, c'est central en oncologie. Dans le domaine de la radiothérapie, on observe l'arrivée de systèmes informatiques rapides, de l'intelligence artificielle. Cela implique de grands changements dans la pratique et dans l'offre de traitements proposé aux patients.	/	IBA depuis maintenant plus de 30 ans a été à la base d'innovations technologiques dans le traitement des soins du cancer. L'innovation en oncologie est importante, le développement continu et le succès de la protonthérapie en est la preuve.	Au niveau des hôpitaux universitaires, l'innovation fait partie de leur mission avec la recherche, c'est dans leur ADN et leur plan stratégique. Mais cela va être différent en fonction du type d'hôpital. Avec la crise du COVID-19, l'innovation peut apporter des solutions et ce genre de choc extérieur vient renforcer la dynamique innovante des hôpitaux.
Position de la Belgique sur l'échelle mondiale	La Belgique se trouve dans le peloton. On n'est certainement pas les derniers de classe mais en même temps nous ne sommes pas dans les leaders mondiaux non plus.	Dans le domaine de la radiothérapie, on est plutôt à la pointe. Puisqu'on a accès à la protonthérapie, ça, c'est déjà bien. C'est une première au niveau belge et il y a quelques centres en Europe, mais on est bien parmi les meilleurs. Par exemple, pour l'accélérateur intégrant l'intelligence	/	IBA a permis de mettre la Belgique au premier plan sur la carte de l'innovation technologique en radiothérapie.	En Belgique, nous sommes très forts et avant-gardistes au niveau des essais cliniques. On est dans le top européen si pas mondial. Mais de manière générale, nous n'avons pas le niveau des US, des pays nordiques ou de la suisse par exemple.

		artificielle, on est les premiers en Belgique à avoir cette technologie et parmi les premiers en Europe.			
Découverte et diffusion de l'innovation	Mise en place de toute une série de processus afin d'aller chercher les idées directement sur le terrain et de les classer en termes d'intérêt.	/	/	/	Il y avait tout un programme « pilote » mis en place afin de tester la faisabilité et l'efficacité de l'innovation afin de savoir si c'était intéressant de la développer à grande échelle. Les innovations étaient soit amenées par les médecins soit c'était l'équipe responsable de la stratégie qui participait à des conférences et des salons et qui venaient présenter aux décideurs et aux médecins de l'hôpital des innovations qu'ils pensaient être intéressantes à intégrer à l'hôpital.
Les précurseurs de l'innovation	Aux CSUL, c'est très difficile de répondre car c'est une volonté des	En termes de protonthérapie, au départ c'était la volonté des	/	/	Il n'y en a pas un qui est à l'origine de plus d'innovation que l'autre.

(médecin ou hôpital)	deux parties. Que ce soit les médecins ou le corps décisionnaire. Dans le passé, l'ancien chef de service de radiologie oncologique avait déjà monté un projet colossal (investissement de 70 à 80 millions d'euros). Donc ça c'était la volonté du médecin mais par exemple le comité exécutif de l'hôpital investit 150 millions d'euros dans un projet de digitalisation de l'hôpital.	médecins, mais c'est rapidement devenu un projet national qui a dépassé les frontières de l'hôpital. Cela fait 20 ou 30 ans que le projet est en discussion.			L'hôpital attire des médecins grâce à son statut d'hôpital universitaire et innovant. Les innovations amenées par l'hôpital sont celles que l'équipe responsable d'innovations observe dans d'autres hôpitaux belges ou mondiaux, dans les salons et conférences, etc. Les médecins sont également un grand précurseur de l'innovation car il se renseignent continuellement et participent à des congrès desquels ils ramènent également des avancées qui les intéressent. Il faut un bon équilibre entre les 2.
Facteurs influençant le succès/échec de	L'innovation doit être encadrée par des processus, elle doit être soutenue par les comités de direction, donc ça ne doit pas être juste sur le	Un facteur super important est l'intégration de la nouvelle technologie ou innovation au sein d'un parc existant. C'est-à-dire qu'il est important d'avoir des	Les médecins craignent que les montants qui iront vers la protonthérapie ne poussent l'INAMI à des économies ailleurs, au détriment des revenus	En parlant plus spécialement de la protonthérapie, un des principaux facteurs va être le prix de la technologie.	Un des facteurs importants va être le profil de la personne qui va devoir utiliser l'innovation. Il faut que la personne soit concernée par la

l'adoption d'une innovation	terrain que ça vivote. Il faut y mettre des moyens conséquents pour s'assurer de sa bonne intégration. Il faut également ne pas avoir peur de s'inspirer d'autres hôpitaux ou même d'autres secteurs. Effectuer de nombreux tests afin de s'assurer que l'innovation sera rentable et efficace.	systèmes compatibles entre eux. Cela devient un problème parce que la plupart des industries travaillent avec leur propre solution. En présence de différents équipements au sein d'un même service, cela devient un vrai challenge. Il est également important d'avoir des outils accessibles aux utilisateurs. Car certains constructeurs ne se soucient pas vraiment de ce point ce qui rend l'adoption compliquée.	d'autres médecins. C'est une limite importante du système social belge : tant qu'il s'agit de partager la croissance on peut s'entendre. Mais aujourd'hui les marges de croissance sont entièrement absorbées par les médicaments/ thérapie innovants, et donc les nouvelles technologies sont implémentées aux frais de ceux qui ont le courage de s'y plonger. Souvent des hôpitaux universitaires, parce que c'est leur ADN.	Il faut aussi savoir que la protonthérapie a actuellement un range de traitement relativement restreint et donc d'une manière plus générale pour les innovations, un frein pourrait être l'efficacité prouvée de la technologie par rapport à son potentiel futur.	technologie et ait l'envie de l'utiliser.
Fréquence d'innovation	Il y a beaucoup d'innovations qui sont poursuivies, mais il n'y en a jamais assez. Intégration régulière d'innovations qui font évoluer l'hôpital de manière quotidienne. Certains services sont sujets à plus	Dans son service de radiothérapie oncologique, ils sont confrontés à des innovations quasiment annuellement, que ça soit des nouvelles solutions Software ou des nouveaux hardwares.	/	/	On ne peut pas généraliser ça à tous les services. Certains font face à de plus nombreuses innovations que d'autres. L'hôpital entier fait régulièrement face à des innovations petites ou importantes.

	d'innovations que d'autres mais de manière générale l'évolution est constante. Beaucoup d'innovations en cours en terme de digitalisation de l'hôpital, Big Data.				
Break Even Point	Il y a un objectif qui a été mis en place avec de nombreuses conditions suite au nombre de partenaires inclus dans le projet.	/		/	/
Indicateur de succès/d'échec	De manière générale, une innovation doit être évaluée sur le Value Based Healthcare (rapport entre le coût et la qualité apportée). On juge évidemment un succès par rapport à son return financier mais principalement par rapport à la qualité de soins et l'impact sur le patient.	Voir annexe 3.3	/	/	C'est quelque chose de clé et qui doit être défini dès le début du projet. Il n'y a pas de réponse parfaite et préfabriquée. C'est en fonction du sujet et de la technologie, de l'innovation et de l'endroit où ça va jouer un rôle dans la chaîne de valeur des soins de santé. En soins de santé on va souvent parler de satisfaction du patient. Il faut également des indicateurs uniformisés. Il y

					a toute une série de critères à respecter pour qu'on compare des mêmes choses et pour pas pénaliser l'un ou l'autre.
--	--	--	--	--	--

Annexe 3.3. L'intégration du ParTICLE

	Renaud Mazy	Xavier Geets	Phillippe Dehaspe	Claude Dupont	Cédric Fraselle
Challenge lors de l'intégration	Le principal challenge a été de réaliser le projet sans avoir des subsides des autorités. Donc le montage financier a été une des grosses difficultés rencontrées par le projet. Le fait également de savoir s'il y avait besoin d'une ou deux unités de protonthérapie en Belgique.	Un des challenges mais qui a aussi été la force de ce projet était le fait que ce soit un projet multisite. Cela a rajouté une complexité au montage financier mais aussi la présence médicale où il faut que les deux centres soient représentés. Il y a également beaucoup d'aspect logistiques qui sont complexes dans ce projet. Le deuxième challenge important est que la protonthérapie aujourd'hui, coûte très cher, c'est une technologie coûteuse et dont le remboursement n'est pas à la hauteur des investissements. On est en présence d'une technologie pour laquelle faire un business plan positif est extrêmement difficile, si pas impossible. Il faut survivre	Le challenge principal a été d'obtenir un remboursement de l'INAMI. Jusqu'à présent la Belgique envoie à l'étranger à des prix assez bas, hors frais de séjour. Frais bas facturés par les centres étrangers qui peut sans doute s'expliquer par un financement public de l'infrastructure et donc une tarification basée sur les coûts opérationnels.	L'intégration technique est relativement compliquée. Le bâtiment comporte des parties blindées car il faut protéger le personnel médical qui effectue le traitement. Un bâtiment pour intégrer cette technologie va coûter entre 6 et 10 millions d'euros. Il faut monter au préalable la ganterie chez un sous-traitant et il arrive par après en une seule et unique pièce prête à être déposée et raccordée. L'accélérateur pèse au total 55 tonnes ce qui est conséquent en termes d'installation. Un des challenge qu'il y a eu en Belgique et une des raisons pour laquelle ça a pris 20 ans, c'est que le taux de patient à traiter par	/

		avec le financement de l'INAMI.		protonthérapie était jugé trop faible par l'INAMI. Ce nombre de patient pouvait tout à fait être envoyé à l'étranger (France, Suisse, etc.)	
Collaboration Multisite	Très bonne collaboration avec les homologues néerlandophones.	Sur le plan humain, ça apporte une énorme valeur ajoutée. C'est un vrai succès car c'est une des premières collaborations, sur un si gros projet, qui dépasse la frontière linguistique. Il y a des réunions régulières avec les responsables des deux hôpitaux et même de Gand et Anvers afin de s'assurer du bon management de l'installation et des traitements qui y sont donnés.	Excellente collaboration. Il est clair pour les partenaires qu'en l'état actuel des indications, il n'y a que la place pour un seul centre en Belgique (et encore). CUSL avait un projet depuis plusieurs années, mais vu les risques financiers et la très solide situation financière de l'UZL, nous avons préféré éviter une concurrence fratricide sur ce projet. Décision a été prise de partager 2/3 UZL 1/3 CUSL/UCL. La même clé est visée dans les programmes de recherche associés à la protonthérapie. L'utilisation est gérée à Leuven, mais CUSL	/	/

			apporte des ressources médecin et physicien. Les grandes lignes de gestion sont discutées dans un steering committee trimestriel qui réunit les 3 hôpitaux académiques associés.		
Impact du ParTICLE sur la patientèle	Normalement le patient ne devrait pas être impacté d'une manière financière suite à l'utilisation de cette technologie car la mutualité devrait rembourser quasiment la totalité des frais du traitement.	La patientèle est très demandeuse. La protonthérapie a joué d'un peu de communication et de marketing et donc les patients les plus renseignés sont demandeurs de ce nouveau traitement. Il faut parfois freiner les ardeurs des patients car toutes les tumeurs ne sont pas traitables par protonthérapie.	/	L'impact principal a été l'accessibilité au traitement. Avoir un appareil en Belgique permettait aux radiothérapeutes de ne plus les envoyer à l'étranger et de traiter leurs patients en Belgique.	/
Financement de la technologie	Financement effectué au niveau de l'UCLouvain principalement via des mécènes. Il n'y a pas eu d'intervention financière de la part des CUSL.	/	En Belgique, le flou qui existe sur le financement des équipements médicaux a joué en défaveur de Particle : en principe les équipements sont financés par les honoraires (INAMI)	Le prix du Proteus ONE, est de plus ou moins 22 millions d'euros. Il faut rajouter à ça le prix du bâtiment et tous les frais externes ce qui nous donne un projet à un budget	/

			sauf certains équipements lourds bien définis qui sont financés via le BMF et donc les régions. L'INAMI n'avait pas de budget, et les régions ne financent a priori pas d'équipement à vocation nationale... Pour sa part CUSL a en grande partie fait appel au mécénat pour payer sa part de 1/3 dans l'équipement mis en place. UZL a de son côté complété le financement pour les bâtiments (il était à l'origine espéré un financement régional flamand qui n'est pas venu) et un équipement de recherche. En l'état actuel des choses le break even ne sera jamais atteint. Il est possible que hors investissements, le Cashflow cumulé devienne un jour positif et que l'investissement puisse commencer à être couvert. Le cash investi dans le	moyen de 35 millions pour cette innovation.	
--	--	--	---	--	--

			démarrage est très important. La somme des coûts opérationnels fixes est telle qu'un seuil minimum de patients annuel doit être atteint et ce seuil est très élevé.		
Indicateurs qui font de l'innovation un succès/échec	La protonthérapie c'est un investissement colossal donc il faut être sûr que les hôpitaux qui ont investi dedans puissent trouver un équilibre financier un jour. L'objectif n'est donc pas de se faire un return positif mais d'atteindre le break even point. L'apport qualitatif supplémentaire par rapport à la radiothérapie classique est aussi un indicateur très important mais qu'on ne pourra observer que dans quelques années (5 à 10 ans).	On n'a actuellement pas beaucoup de recul sur la technologie. On a commencé à utiliser cette technique il y a un peu plus d'un an. En termes de bénéfice pour les patients on ne pourra pas donner de résultats avant une dizaine année. La protonthérapie est un succès et parmi les indicateurs qui démontrent ce succès, soulignons le fait qu'on est parvenu à convaincre en Belgique de l'importance de la protonthérapie. Chaque année, le nombre de patients qui sont traités par cette	/	Le succès de cette innovation pour IBA se fait déjà remarquer dès 2001 avec la vente du premier appareil au MGH qui un des meilleurs hôpitaux du monde. La position de leader sur le marché actuel montre à quel point cette petite société tenait en main une solution prometteuse. Les indicateurs qu'on observe chez IBA sont le nombre d'appareil qu'on vend, mais aussi le nombre grandissant de patients traités par cette technologie. Le 100 000ème patients a été fêté il n'y a pas longtemps.	/

		technologie augmente continuellement.			
--	--	--	--	--	--

UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN
Louvain School of Management

Place des Doyens, 1 bte L2.01.01, 1348 Louvain-la-Neuve
Boulevard Emile Devreux 6, 6000 Charleroi, Belgique
Chaussée de Binche 151, 7000 Mons, Belgique
www.uclouvain.be/lsm