



Recherche & études

---

# Etude d'impact social de la télé-réadaptation dans le cadre du projet IMP&ACTE 3D : Introduction de la technologie d'impression 3D pour la fabrication d'orthèses en Afrique de l'Ouest

---

Programme régional Afrique de l'Ouest / Direction Réadaptation  
2019

RE | 09



## Auteur

Danielle Tan

## Contributeurs

Caroline Boltz ; Aude Brus ; Kris Cuppens ; Pierre Gallien ; Elodie Tchibozo

## Relecture et mise en page

Stéphanie Deygas ; Juliette Legendre

## Edition

Humanité & Inclusion - Direction des Opérations

## Crédits photographiques

Toutes les photographies du rapport sont issues des missions de terrain réalisées en juillet et en octobre-novembre 2018 au Togo, Mali et Niger © Danielle Tan

## Droits et licences



L'utilisation de cet ouvrage est soumise aux conditions de la licence Creative Commons Attribution – Pas d'utilisation commerciale - Pas de modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0). Conformément aux termes de la licence Creative Commons - Pas d'utilisation commerciale - Pas de modification -, il est possible de copier, distribuer et transmettre le contenu de l'ouvrage, à des fins non commerciales uniquement, sous réserve du respect des conditions suivantes : **Paternité** - L'ouvrage doit être cité de la manière suivante : Daniel Tan. Etude d'impact social de la télé-réadaptation dans le cadre du projet IMP&ACTE 3D : Introduction de la technologie d'impression 3D pour la fabrication d'orthèses en Afrique de l'Ouest. Lyon : Humanité & Inclusion, 2019. Licence : Creative Commons. **Attribution** - Pas d'utilisation commerciale - Pas de modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0). **Pas d'utilisation commerciale** - Cet ouvrage ne peut être utilisé à des fins commerciales. **Pas de modification** - Cet ouvrage ne peut être modifié, transformé ou utilisé pour créer des œuvres dérivées.

Ce rapport a été réalisé avec le soutien de la Direction générale de la Coopération au développement et Aide humanitaire du gouvernement belge (DGD).



**Belgique**

partenaire du développement



Une synthèse de ce rapport existe. Cliquez [ici](#) pour y accéder

# Sommaire

Résumé .....	4
Introduction.....	6
1. Contexte .....	6
2. Finalité de l'étude.....	7
2.1 Une validation scientifique.....	7
2.2 Un plaidoyer et une stratégie régionale pour promouvoir la télé-réadaptation en Afrique de l'Ouest.....	8
3. Objectifs généraux et spécifiques .....	9
Questions de recherche & hypothèse .....	10
Méthodologie.....	11
1. Design de la recherche .....	11
2. Localisation de la recherche .....	12
3. Population cible.....	12
4. Modalités de sélection des participants.....	13
5. Outils et modalités de la collecte de données.....	13
6. Considérations éthiques.....	14
Résultats et discussions .....	15
1. Profil des patients rencontrés .....	15
2. Perceptions par les bénéficiaires des orthèses testées .....	19
2.1 Difficultés et préférences .....	19
2.2 Bénéfices sur les limitations fonctionnelles.....	22
3. Perceptions de la télé-réadaptation et des nouvelles technologies par les bénéficiaires	23
4. Perception du binôme impression 3D/télé-réadaptation par les professionnels et les partenaires du projet.....	24
4.1 Les orthoprothésistes.....	24
4.2 Les kinésithérapeutes.....	25
4.3 Les responsables des centres.....	25
4.4 ENAM .....	26
4.5 OADCPH .....	26

<b>5. Enseignements à retenir sur la télé-réadaptation.....</b>	<b>28</b>
<b>6. Théorie du changement.....</b>	<b>29</b>
6.1 Efficience du binôme impression 3D/télé-réadaptation en Afrique de l’Ouest : résultats des composantes cliniques et sociales.....	29
6.2 Changements sociaux et économiques .....	30
6.3 Impacts et plus-values .....	30
6.4 Changements organisationnels.....	31
<b>7. Stratégie de pérennisation et d’accessibilité de la télé-réadaptation en Afrique de l’Ouest .....</b>	<b>31</b>
7.1 Difficultés rencontrées .....	32
7.2 Facteurs clés de succès .....	32
7.3 Bonnes pratiques.....	33
7.4 Point d’attention et défis à relever .....	33
<b>Recommandations pour une phase ultérieure.....</b>	<b>34</b>
1. Diversifier les partenariats.....	34
2. Créer une synergie avec les stratégies nationales.....	34
3. Identifier un nouveau modèle économique .....	35
<b>Conclusion.....</b>	<b>36</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>37</b>
1. Acronymes .....	37
2. Bibliographie.....	38
3. Tableau récapitulatif des entretiens avec les patients.....	39
4. Grilles d’entretien.....	41
4.1 Patients et leurs familles.....	41
4.2 Professionnels participant au projet (kinésithérapeutes et orthoprothésistes).....	42
4.3 Les partenaires du projet (OADCPH, ENAM, directeurs des centres de réadaptation) .....	43
4.4 Acteurs clés sur les TIC dans la santé.....	44

## 1. Contexte

En 2016, HI (Humanité & Inclusion / Handicap International) a mené sur ses fonds propres un projet pilote afin de tester la plus-value de la technologie d'impression 3D pour la fabrication de prothèses tibiales dans des pays à faible revenu (Togo et Madagascar) et dans un contexte de guerre (Syrie). Cette expérimentation a mis en lumière la nécessité de développer d'autres recherches opérationnelles visant à valider scientifiquement la pertinence de l'impression 3D couplée avec la télé-réadaptation, inclure d'autres contextes d'intervention et tester cette nouvelle technologie sur d'autres types d'appareils orthopédiques, notamment les orthèses de posture et de marche qui constituent un véritable besoin pour les enfants souffrant de paralysie cérébrale et de pied bot, des pathologies qui restent négligées, et pour les adultes atteints d'hémiplégie et d'autres déformations. C'est dans ce contexte que le projet IMP&ACTE 3D a été développé et a obtenu le financement de la Direction générale de Coopération au développement (DGD) Aide humanitaire du gouvernement belge qui cherche à encourager l'innovation dans le champ humanitaire en investissant dans de nouvelles approches pour toucher les plus vulnérables et parvenir à un impact et une efficacité accrue.

## 2. Objectifs généraux et spécifiques

La présente étude sur la dimension sociétale du projet IMP&ACTE 3D est une composante complémentaire de la recherche opérationnelle menée par le Mobilab sur les dimensions technologiques et cliniques. Si l'équipe du Mobilab s'est concentrée sur la faisabilité, l'efficacité, l'efficience et la qualité de la nouvelle offre de service proposée par le projet IMP&ACTE 3D basé sur la technologie d'impression 3D couplée avec la télé-réadaptation, notre étude s'est penchée sur la question de son impact social. Plus spécifiquement, l'objectif était de recueillir des données qualitatives afin de démontrer la plus-value du nouveau mode d'intervention proposé par le projet IMP&ACTE 3D par rapport à l'existant :

- en analysant la **perception et la réception du binôme impression 3D/télé-réadaptation** auprès des bénéficiaires et des professionnels,
- en identifiant la valeur sociale créée,
- en décrivant les changements sociaux & économiques,
- en identifiant les changements organisationnels produits auprès des parties prenantes,
- et en identifiant les défis liés à la mise en œuvre du binôme impression 3D & télé-réadaptation afin de proposer des pistes de solutions pour pérenniser ce nouveau mode d'intervention.

## 3. Méthodologie

Une approche qualitative a été utilisée :

- Tournée des 4 centres de réadaptation au Togo, Mali et Niger afin d'observer les séances de prise d'empreintes, de rectification et d'essayage avec les professionnels participant au projet, mais aussi les séances de télé-réadaptation avec les 4 centres (en juillet et octobre-novembre 2018),

- Entretiens individuels approfondis avec les patients ayant terminés le processus (32 patients),
- Entretiens individuels et collectifs avec les partenaires et professionnels du projet,
- Entretiens avec des acteurs clés sur les enjeux et défis de l'intégration des TIC dans le champ de la santé dans les 3 pays.

#### 4. Résultats

A partir du point de vue des bénéficiaires et des professionnels, cette recherche montre que le procédé de numérisation et d'impression 3D pour fabriquer des orthèses est efficace et de qualité. La télé-réadaptation est faisable et apporte une plus-value en termes d'amélioration de la qualité du service, à condition que de bonnes infrastructures TIC soient présentes pour assurer une vidéo-conférence de qualité et fructueuse. La principale valeur sociale créée par le projet IMP&ACTE 3D est l'espoir de produire plus de justice sociale sur le plan de la santé des personnes handicapées, une population généralement laissée pour compte. En effet, la conclusion positive de cette recherche est que le binôme impression 3D/télé-réadaptation constitue une solution à la pénurie de professionnels en désenclavant les déserts médicaux qui concernent principalement l'Afrique subsaharienne, en améliorant la productivité et les compétences des professionnels de santé. Les fondations sont posées pour proposer un service qui permettra d'atteindre des populations isolées géographiquement à travers la télé-réadaptation et de démocratiser l'accès à l'appareillage pour les personnes handicapées grâce à une réduction des coûts et du temps de production facilitée par la technologie d'impression 3D. En termes de changements observés, on constate une réception positive de la part des patients qui ont une pleine confiance dans les nouvelles technologies, ainsi qu'une appropriation de la technique par les professionnels. Cette recherche montre que les peurs initiales concernant la destruction d'emploi car « la machine remplacerait l'homme » ont été dissipées dans la mesure où il est apparu évident que le rôle des professionnels était central dans toutes les étapes de ce nouveau procédé. En effet, le professionnel est placé au centre du dispositif et la qualité de l'intervention dépend de sa formation.

#### 5. Conclusion

Le Togo, le Mali et le Niger devront relever de nombreux défis, notamment l'amélioration de la connectivité Internet et des infrastructures en zone rurale, ainsi que la formation du personnel de santé/réadaptation aux nouvelles technologies pour réaliser leur transition vers la e-santé. Les perspectives de développement de la télé-réadaptation dans ces pays dépendront étroitement de leur capacité à coordonner et organiser le dialogue pluri-acteurs entre les chercheurs, le secteur privé, les start-ups, les bailleurs de fonds internationaux, les ONG, les communautés de makers issus des FabLabs, et les patients eux-mêmes. Mais pour que cette dynamique soit durable et équitable, l'utilisation des TIC au service de la santé doit être pensée pour et avec les soignants et les patients. Elle doit répondre aux priorités des politiques nationales de santé, être développée, pensée et financée dans une logique de long terme. Des modèles économiques pérennes prenant en compte la situation économique des plus vulnérables restent à trouver et à tester.

## 1. Contexte

100 millions de personnes dans le monde ont besoin aujourd'hui d'un appareillage orthopédique mais seulement 5% à 15% d'entre elles peuvent accéder à ce service dans les pays à faible revenu<sup>1</sup>. La production est trop faible, souvent de médiocre qualité, tandis que le temps de fabrication reste trop long et donc trop coûteux pour les patients, tout particulièrement pour ceux qui doivent voyager sur de grandes distances pour leur traitement. Dans de nombreux contextes où l'accès serait éventuellement possible, les coûts restent prohibitifs<sup>2</sup>. De plus, il y a une pénurie de personnel formé pour gérer la fabrication de tels appareillages, en particulier au niveau des provinces et des districts. L'OMS estime qu'il manque plus de 40 000 orthoprothésistes formés pour plusieurs millions d'enfants ayant un besoin urgent d'assistance orthopédique<sup>3</sup>.

Pourtant, 80% des personnes handicapées vivent dans des pays en développement ou fragiles, tandis que les principaux fabricants de prothèses/orthèses se trouvent en Occident et produisent pour les pays riches. Par conséquent, la majorité des personnes handicapées ne profitent pas des évolutions technologiques en matière de production d'appareils orthopédiques (principalement les prothèses de membres inférieurs et les orthèses), ni de leur baisse de prix, car elles sont toujours trop chères pour les pays du Sud.

Le développement des nouvelles technologies, telles que les systèmes de Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO), l'impression 3D dans le domaine des biosciences, les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) et la télémédecine, a ouvert la voie à des approches novatrices en matière de prestations de services de santé, notamment pour atteindre des patients vivants dans des régions éloignées ou dans des zones de conflits. Toutefois, ces approches innovantes demeurent expérimentales<sup>4</sup> et des analyses approfondies dégagant des résultats probants de ces expérimentations restent à conduire.

---

<sup>1</sup> Cf. Handicap International. « [Prothèse 3D : l'innovation au service de la solidarité](#) », et WHO. « [Assistive devices and technologies](#) » (consulté le 10 mai 2019).

<sup>2</sup> OMS & USAID. [Document de synthèse conjoint sur la fourniture de dispositifs d'aide à la mobilité dans les régions à faibles revenus : un pas vers la mise en œuvre de la Convention relative aux droits des personnes handicapées en matière de mobilité personnelle](#). Genève : OMS, 2012.

<sup>3</sup> WHO & IPSO. [Guideline for training personnel in developing countries for prosthetics and orthotics services](#). Geneva : WHO, 2005. Ce chiffre était une estimation pour 2010.

<sup>4</sup> Cf. Danielle Tan. [Les Technologies de l'Information et de la Communication dans la santé : Togo, Mali, Niger. Etude prospective pour IMP&ACTE 3D](#). Lyon : HI, avril 2019, notamment « L'impression 3D appliquée à la réadaptation physique : acteurs et stratégies ».

En 2016, HI (Humanité & Inclusion / Handicap International) a mené sur ses fonds propres un projet pilote afin de tester la plus-value de la technologie d'impression 3D pour la fabrication de prothèses tibiales dans des pays à faible revenu (Togo et Madagascar) et dans un contexte de guerre (Syrie)<sup>5</sup>. Cette expérimentation a mis en lumière la nécessité de développer d'autres recherches opérationnelles visant à valider scientifiquement la pertinence de l'impression 3D couplée à la télé-réadaptation, inclure d'autres contextes d'intervention et tester cette nouvelle technologie sur d'autres types d'appareils orthopédiques, notamment les orthèses de posture et de marche qui constituent un véritable besoin pour les enfants souffrant de paralysie cérébrale et de pied bot, des pathologies qui restent négligées, et pour les adultes atteints d'hémiplégie et d'autres déformations. C'est dans ce contexte que le projet IMP&ACTE 3D a été développé et a obtenu le financement de la Direction générale de Coopération au développement (DGD) Aide humanitaire du gouvernement belge qui cherche à encourager l'innovation dans le champ humanitaire en investissant dans de nouvelles approches pour toucher les plus vulnérables et parvenir à un impact et une efficacité accrue.

## 2. Finalité de l'étude

### 2.1 Une validation scientifique

Le développement des nouvelles technologies dans le champ humanitaire rencontre encore beaucoup de réticences et de scepticisme, aussi bien sur le terrain qu'au niveau décisionnel des organisations. Des doutes subsistent par rapport à la pertinence, l'utilité, et la plus-value des nouvelles technologies – et du binôme 3D/télé-réadaptation en particulier – dans des contextes humanitaires qui rendent leur mise en œuvre laborieuse, quand leur priorité par rapport à d'autres besoins fondamentaux n'est pas déjà questionnée. Les acteurs humanitaires s'interrogent autant sur les capacités des communautés et des partenaires locaux à s'adapter aux nouvelles technologies et à les optimiser, que sur les capacités des organisations humanitaires à conduire l'innovation technologique dans un contexte humanitaire, notamment en raison de la nouveauté et de la diversité des partenariats collaboratifs avec les milieux universitaires et industriels, mais aussi en raison de l'enjeu financier qui émerge derrière le développement des nouvelles technologies. C'est pourquoi, la finalité du projet IMP&ACTE 3D est d'une part, de convaincre que les nouvelles technologies peuvent contribuer à améliorer la réponse humanitaire en fournissant des preuves solides, et d'autre part, de capitaliser, diffuser et mutualiser sur les avancées technologiques et les transformations sociales produites. En effet, l'enjeu est de pouvoir démocratiser l'usage du binôme impression 3D & télé-réadaptation et des nouvelles technologies en général en diffusant les bonnes pratiques.

---

<sup>5</sup> Jérôme Canicave, Danielle Tan. [Pilot Testing of 3D Printing Technology for Transtibial Prosthesis in Complex Contexts \(Togo, Madagascar and Syria\)](#). Research and Studies n°5. Lyon : Handicap International, May 2017.

Dans ce cadre, le Mobilab Thomas More joue un rôle essentiel puisqu'il est en charge de garantir la validité scientifique du processus de recherche. Trois dimensions ont été évaluées : technologique, clinique et sociétale. Les chercheurs du Mobilab ont notamment eu la responsabilité de superviser les essais cliniques et technologiques pour déterminer si la technologie d'impression 3D couplée avec la télé-réadaptation permettent effectivement de réduire le temps de fabrication des appareils orthopédiques, le temps d'appareillage des patients, d'augmenter leur qualité en proposant un appareil mieux adapté et plus confortable pour le patient, mais aussi d'aller vers des gens plus isolés, auxquels on ne pouvait accéder jusqu'à présent, grâce à des procédés plus flexibles.

## 2.2 Un plaidoyer et une stratégie régionale pour promouvoir la télé-réadaptation en Afrique de l'Ouest

Cette présente étude sur la dimension sociétale de la télé-réadaptation dans le cadre du projet IMP&ACTE 3D est une composante complémentaire de la recherche opérationnelle menée par le Mobilab sur les dimensions technologiques et cliniques. Si l'équipe du Mobilab s'est concentrée sur la faisabilité, l'efficacité, l'efficience et la qualité de la nouvelle offre de service proposée par le projet IMP&ACTE 3D basé sur la technologie d'impression 3D couplée avec la télé-réadaptation, notre étude s'est penchée sur la question de son impact social. Évaluer l'impact social contribue à la reconnaissance d'un mode d'intervention différent.

En effet, le devenir du projet IMP&ACTE 3D ne se réduit pas à la performance de son mode d'intervention ou aux coûts financiers mais se juge également avec l'impact social généré. Le terme « évaluation de l'impact social » est entendu ici comme un processus visant à comprendre, mesurer ou valoriser les effets, négatifs ou positifs, générés par le projet sur ses parties prenantes (patients bénéficiaires, professionnels de la réadaptation, responsables des centres de réadaptation et partenaires locaux du projet). Concrètement, en analysant la **perception et la réception du binôme impression 3D/télé-réadaptation** auprès des bénéficiaires et des professionnels, cette étude cherche à démontrer la **pertinence** de ce nouveau mode d'intervention par rapport à l'existant en identifiant la valeur sociale créée, en décrivant les **changements sociaux et économiques ainsi qu'organisationnels**, produits auprès des parties prenantes. Les défis liés à la mise en œuvre du binôme 3D/télé-réadaptation seront également analysés et des pistes de solutions proposées pour pérenniser ce nouveau mode d'intervention.

Cette étude permettra de rassembler des preuves solides pour poursuivre le plaidoyer auprès des partenaires locaux et internationaux et poser avec eux les fondations pour une stratégie régionale africaine de réadaptation « connectée » qui ferait de la télé-réadaptation un véritable instrument au profit des populations les plus vulnérables.

En effet, en introduisant la technologie d'impression 3D dans le domaine de la réadaptation physique au Togo, au Mali et au Niger, le projet IMP&ACTE 3D permettrait de proposer une solution pour combler le manque d'appareils orthopédiques en Afrique de l'Ouest – notamment pour les enfants souffrant de pathologies négligées et les personnes vivant dans des zones reculées ou en situation de conflits ou d'insécurité – en relevant le défi de la productivité des professionnels et de l'accessibilité géographique et économique des patients.

### 3. Objectifs généraux et spécifiques

En reprenant les termes de référence de l'appel à candidatures, les objectifs généraux et spécifiques de la présente étude se déclinent de la manière suivante :

#### Objectifs généraux

- Explorer et analyser la fourniture de soins par télé-réadaptation dans des pays en développement dans le cadre du projet IMP&ACTE 3D – et ce, à deux niveaux : les patients bénéficiaires et les professionnels de la réadaptation (orthoprothésistes / kinésithérapeutes).

#### Objectifs spécifiques

- Explorer et analyser la perception et l'acceptance des soins fournis (avec les nouvelles technologies) par les patients bénéficiaires et par les professionnels de santé/réadaptation dans les 4 centres de réadaptation ciblés par le projet IMP&ACTE 3D,
- Analyser les bénéfices (ou les challenges) de la télé-réadaptation/nouvelles technologies dans la prise en charge des patients bénéficiaires (notamment chez les professionnels de santé/réadaptation),
- Proposer des éléments de réflexion pour définir des stratégies de pérennisation économique et de diffusion de la télé-réadaptation/nouvelles technologies.

## Questions de recherche & hypothèse

L'étude répondra aux questions de recherche suivantes :

### Efficienc e de la télé-réadaptation en Afrique de l'Ouest

Le service de télé-réadaptation proposé par IMP&ACTE 3D est-il efficace dans des pays à faible revenu et des zones difficilement accessibles ?

### Impacts et plus-value

Que rapporte ce service à la société au regard de ce qu'il coûte ? Quelle est la valeur sociale créée par ce nouveau mode d'intervention ?

### Changements sociaux et économiques

Comment cette nouvelle offre de service est-elle perçue, vécue et acceptée/appropriée par les patients, leurs familles et les professionnels de la réadaptation ? Quels changements individuels observe-t-on au niveau des parties prenantes ?

### Changements organisationnels

Quels sont les changements organisationnels provoqués par l'introduction de la technologie d'impression 3D et de la télémédecine dans le champ de la réadaptation ? Y-a-t-il des effets (positifs ou négatifs) inattendus ? L'hypothèse de départ étant que ces nouvelles technologies permettront d'accroître la productivité et de pallier le manque de professionnels, est-ce que celles-ci peuvent éventuellement créer l'effet inverse, c'est-à-dire détruire des emplois dans le champ de la réadaptation, écarter ceux qui ne seraient pas formés aux nouvelles technologies, et contribuer à fragiliser des filières professionnelles qui ont déjà du mal à se consolider ?

### Stratégies de pérennisation et d'accessibilité de la télé-réadaptation en Afrique de l'Ouest

Comment cette nouvelle offre de service de réadaptation peut-elle devenir pérenne et accessible financièrement pour le plus grand nombre et pour les plus vulnérables en particulier ? Quelles sont les difficultés rencontrées, les facteurs clés de succès, les défis à relever, les bonnes pratiques ? Nous faisons l'hypothèse que la télémédecine représente un espoir formidable pour le développement de l'accès aux soins des populations, en particulier en ce qui concerne les pays d'Afrique subsaharienne. Ces nouvelles pratiques permettent de répondre précisément à la double problématique du manque de ressources qualifiées en personnel médical et de la difficulté d'accès aux soins, géographique et économique, pour les populations locales. Toutefois, la mise en place de services de télémédecine et leur généralisation sur un continent qui ne bénéficie pas du maillage sanitaire des pays développés représentent aussi un défi majeur et multiforme. Il s'agit en effet de surmonter l'insuffisance d'infrastructures de base qui compromet la distribution régulière d'électricité nécessaire à faire fonctionner les équipements, ainsi que l'accès aux NTIC (Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication) telles qu'Internet ou les mobiles. Enfin, bien que les initiatives privées et associatives se multiplient, le manque de financement pérenne et de modèle économique durable constitue encore un frein pour développer des programmes de télémédecine opérant sur le moyen et le long terme.

### 1. Design de la recherche

A partir de différentes méthodes d'enquête qualitatives et participatives, il s'agit de mesurer la plus-value du nouveau service proposé par le projet IMP&ACTE 3D, à savoir l'impression 3D couplée avec la télé-réadaptation, ainsi que les bénéfices réels et perçus pour les patients, leurs familles, les professionnels de la réadaptation physique, et les partenaires locaux du projet.

Une enquête sociologique auprès de ces personnes nous a permis de mieux comprendre les mécanismes de changement de comportement, d'évaluer les changements sociétaux (attendus ou inattendus) générés par l'introduction du binôme impression 3D/télé-réadaptation au niveau des parties prenantes, ainsi que la valeur sociale ajoutée de ce service par rapport à l'existant. Nous avons conduit des entretiens individuels approfondis (ou collectifs, en fonction de la disponibilité des participants) avec les populations cibles (les patients bénéficiaires, leurs familles, les professionnels de la réadaptation participant au projet, les responsables des 4 centres de réadaptation, et les partenaires locaux du projet, l'OADCPH et l'ENAM) sur leur perception et appropriation de ce dispositif. Des observations de séances de télé-réadaptation (prise d'empreinte, rectification et essayage) ont été conduites afin d'évaluer l'appropriation de cette nouvelle approche par les patients et les professionnels.

Etant donné la nature expérimentale du projet et la difficulté d'évaluer certains bénéfices ou coûts évités, notre démarche s'est plus attachée à mettre en lumière les liens de causalité reliant les ressources, les activités, les réalisations, les résultats, et les impacts (chaîne d'analyse de la valeur), nous permettant ainsi de décrire le processus de changement ou la théorie du changement<sup>6</sup>, à court et à long terme, dans le cadre du projet IMP&ACTE 3D.

Pour répondre à la problématique de pérennisation et d'accessibilité de la nouvelle offre de service au plus grand nombre, nous avons réalisé une revue de la littérature des travaux les plus récents sur le développement des TIC dans la santé en Afrique et plus particulièrement au Togo, Mali et Niger, ainsi que des entretiens avec des acteurs clés<sup>7</sup> (ministères de la Santé, des Télécommunications, bailleurs de fonds internationaux, ONG développant des expériences innovantes dans ce champ, chercheurs, makers, et spécialistes des TIC, etc.), afin d'identifier les conditions nécessaires pour déployer le projet à plus grande échelle (difficultés rencontrées, facteurs clés de succès, bonnes pratiques, défis à relever).

---

<sup>6</sup> Cf. Partie [Théorie du changement](#).

<sup>7</sup> Cf. Danielle Tan. [Les Technologies de l'Information et de la Communication dans la santé : Togo, Mali, Niger. Etude prospective pour IMP&ACTE 3D](#). Lyon : HI, avril 2019. Annexe 1. Liste des entretiens.

## 2. Localisation de la recherche

Le périmètre de l'étude s'est concentré sur les 4 centres de réadaptation sélectionnés par le projet :

- Au Togo : le centre national d'appareillage orthopédique (CNAO) de Lomé et le centre régional d'appareillage orthopédique (CRAO) de Dapaong (Nord Togo)
- Au Mali : le centre national d'appareillage orthopédique du Mali (CNAOM) à Bamako
- Au Niger : le service d'appareillage orthopédique de l'Hôpital National de Niamey (HNN).

La collecte de données s'est déroulée lors de deux missions de terrain dans les trois pays (en juillet et en octobre-novembre 2018). La revue de la littérature et les entretiens dans le cadre de l'étude sur les TIC dans la santé ont été réalisés entre juillet 2018 et janvier 2019.

## 3. Population cible

Tableau 1. Echantillon de l'étude

	Les patients et leurs familles	Les professionnels de la réadaptation	Les responsables des centres de réadaptation	OADCPH	ENAM
<b>Population cible du projet IMP&amp;ACTE 3D</b>	100 patients bénéficiaires du projet et leurs familles (25 par centres)	16 professionnels participant au projet (2 orthoprothésistes et 2 kinésithérapeutes par centre)	Les 4 directeurs de centres à Lomé, Dapaong, Bamako et à Niamey	2 professionnels (1 orthoprothésiste et 1 technicien)	2 professionnels formateurs (1 orthoprothésiste et 1 kinésithérapeute)
<b>Taille de l'échantillon de la présente étude</b>	32 patients bénéficiaires du projet et leurs familles (8 par centre)  Entretiens individuels approfondis + Observations des séances de télé-réadaptation	Les 16 professionnels participant au projet  Entretiens individuels approfondis (ou collectifs, en fonction de leur disponibilité) + Observations des séances de télé-réadaptation	Les 4 directeurs de centres à Lomé, Dapaong, Bamako et à Niamey  Entretiens individuels approfondis	Le directeur et les 2 professionnels participant au projet  Entretiens individuels approfondis	Le directeur et les 2 professionnels formateurs participant au projet  Entretiens individuels approfondis

## 4. Modalités de sélection des participants

En ce qui concerne les patients bénéficiaires, la taille de l'échantillon de notre enquête représente un tiers du groupe cible participant au projet : **32 patients bénéficiaires** ont été interrogés, soit 8 patients par centre<sup>8</sup>. A l'origine, nous voulions rencontrer 2 patients par type d'appareil orthopédique testé, avec un équilibre au niveau du genre. Les deux missions de terrain (en juillet et en octobre-novembre) avaient été programmées pour pouvoir interroger des patients des différentes vagues (1 à 5)<sup>9</sup> ayant fini le processus. Cependant, en raison du retard pris à cause des problèmes techniques liés à la panne des imprimantes 3D, nous n'avons pu faire des entretiens qu'avec ceux qui avaient terminé le processus, limitant ainsi la sélection. Les patients que nous avons rencontrés appartiennent en majorité aux vagues 1 et 2 (un seul de la vague 3), ce qui signifie que les données recueillies reflètent plutôt une phase de test et d'adaptation au protocole de la recherche clinique et sont à relativiser, notamment par rapport aux dernières vagues où un autre filament en polypropylène (PP), plus résistant, a été testé avec succès. De plus, dans l'impossibilité de nous rendre au Mali en juillet pour cause d'élections, nous avons concentré tous nos entretiens en une seule mission.

## 5. Outils et modalités de la collecte de données

Le protocole de recherche a été discuté, affiné et validé avec le Mobilab, les partenaires du projet et HI. Nous avons travaillé étroitement avec les équipes pour préparer les missions. Nous nous sommes greffés à la tournée des centres par les experts pour pouvoir observer les séances de prise d'empreinte, de rectifications, d'essayage, ainsi que les séances de télé-réadaptation. Ces missions de terrain ont également été l'occasion de faire remonter les problèmes rencontrés par les professionnels.

En ce qui concerne les outils de collecte de données, nous avons élaboré une grille d'entretien pour les différentes parties prenantes du projet<sup>10</sup> :

- Les patients et leurs familles bénéficiaires sur leur perception de la télé-réadaptation, sur leur satisfaction/acceptation/appropriation ou non du dispositif, sur les changements vécus ainsi que les implications pour la famille,
- Les professionnels de la réadaptation sur leur perception de la télé-réadaptation, leur satisfaction/acceptation/appropriation ou non du dispositif, sur les changements vécus ainsi que les implications pour leur travail/carrière,
- Les partenaires du projet, l'OADCPH et l'ENAM, ainsi que les directeurs des centres participant à la recherche sur leur perception de la télé-réadaptation, sur leur satisfaction/

---

<sup>8</sup> Cf. Annexe 3. [Récapitulatif des entretiens avec les patients.](#)

<sup>9</sup> Afin de mieux gérer le traitement des patients, l'étude est divisée en 5 vagues, avec environ 20 patients sur chaque vague. Les vagues se sont succédées dans le temps, mais certaines ont pu se chevaucher.

<sup>10</sup> Cf. Annexe 4. [Grilles d'entretien.](#)

acceptation/appropriation ou non du dispositif, sur les changements vécus ainsi que les implications pour leur organisation,

- Les acteurs clés dans les différents ministères, les ONG, les organisations internationales, le milieu de la recherche et le secteur privé sur les TIC dans le champ de la santé (difficultés rencontrées, défis à relever, facteurs clés de succès, risques et conditions d'échec, bonnes pratiques, etc.).

Les entretiens ont été enregistrés et synthétisés. Pour certains entretiens, un interprète a été mis à disposition pour que les personnes interrogées puissent s'exprimer plus facilement, dans leur langue.

## 6. Considérations éthiques

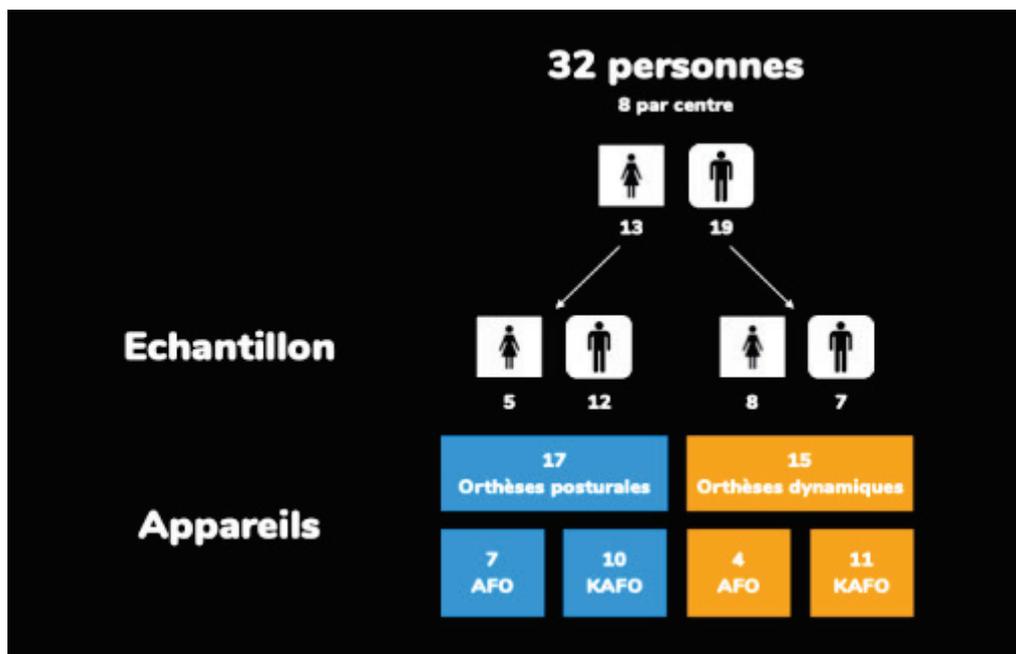
Notre méthodologie de recherche a suivi les recommandations identifiées par HI en matière d'éthique dans la gestion des données<sup>11</sup>. L'anonymat des patients a été respecté, les noms ont été codés et changés pour le rapport. Les patients adultes et les parents des enfants participant au projet ont reçu des informations sur l'étude, ils ont été informés qu'ils avaient le droit d'arrêter à tout moment sans aucune conséquence. Un formulaire de consentement éclairé a été signé par chaque patient avant le début du projet. En ce qui concerne les enfants, les parents ont été sollicités pour signer le formulaire de consentement. Notre protocole de recherche a été présenté avec celui du Mobilab et validé par les comités d'éthique nationaux au Togo, Mali et Niger.

---

<sup>11</sup> Cf. Aude Brus. [Études et recherches à Handicap International. Pour une gestion éthique des données.](#) Lyon : Handicap International, 2015.

### 1. Profil des patients rencontrés

Figure 1. Echantillon de l'étude



Cette recherche repose sur des entretiens avec **32 personnes, dont 17 enfants et 15 adultes**. En raison du retard pris à cause de la panne des imprimantes, les patients ayant testé des KAFO posturales et dynamiques sont surreprésentés. En termes de genre, nous avons essayé de respecter un équilibre, mais en ce qui concerne les orthèses posturales, les garçons participant à la recherche clinique étaient beaucoup plus nombreux que les filles (77,3%), tandis que pour les orthèses dynamiques, l'équilibre hommes-femmes a été respecté (51,1%)<sup>12</sup>.

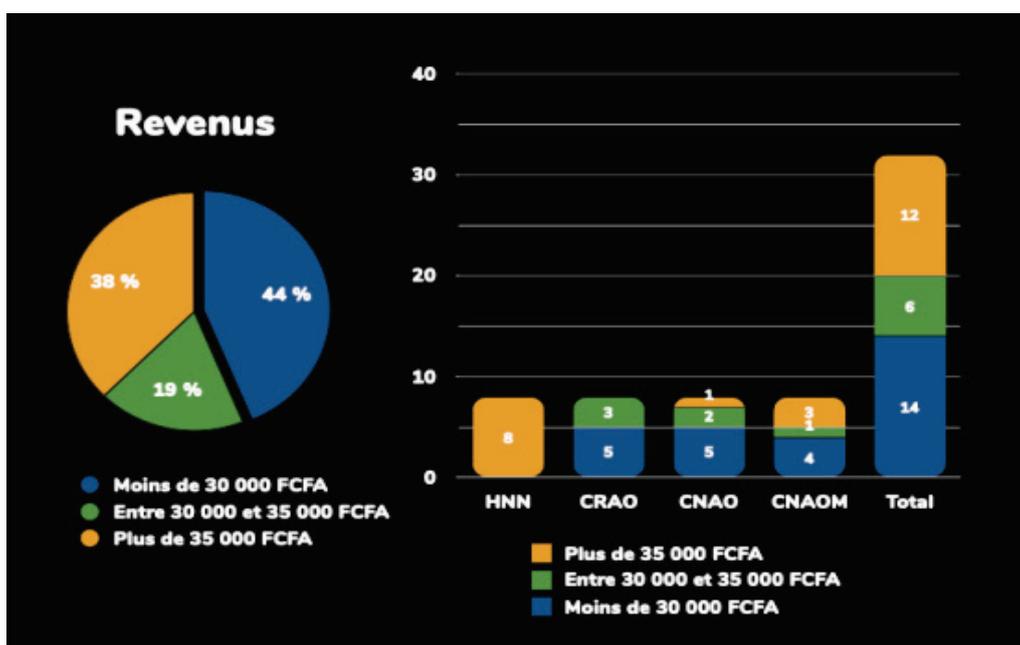
La moyenne d'âge des enfants participant à la recherche est de 4,7 ans (entre 3 et 8 ans). Mais dans la majorité des cas, les enfants ont reçu un diagnostic médical avant leurs 3 ans (âge moyen : 1,4 ans). Nous verrons plus loin que ce décalage est dû en grande partie au fait que les parents n'avaient pas les moyens de payer une orthèse ou parce qu'ils habitaient loin d'un centre d'appareillage.

<sup>12</sup> Cf. Kris Cuppens. [Imp&Acte3D : Introduction de la technologie d'impression 3D pour la fabrication d'orthèses en Afrique de l'Ouest - Aspects cliniques](#). HI, 2019 (addendum).

En ce qui concerne les adultes, la moyenne d'âge des participants est de **38,9 ans** (entre 20 et 65 ans). Une grande partie d'entre eux a reçu un diagnostic médical avant l'âge de 10 ans (âge moyen : **16,4 ans**).

Ces éléments confirment que le projet répond à un véritable besoin car d'une part, les pathologies dont souffrent ces enfants (paralysie cérébrale, équinième, flexum cheville, genu varum et genu valgum) sont faiblement et tardivement prises en charge à cause du manque de ressources financières, et d'autre part, la rareté des centres de réadaptation en région est un véritable problème. Enfin, si les garçons sont surreprésentés, on peut faire l'hypothèse que le genre joue un rôle dans la prise en charge des enfants en Afrique de l'Ouest, les garçons étant privilégiés par rapport aux filles.

**Figure 2. Revenus des patients**



La majorité des patients de notre échantillon (63%) ont de faibles revenus mensuels – moins de 35 000 FCFA (53 euros), la tranche 30 000-35 000 FCFA correspondant au salaire minimum dans les trois pays. Les patients les plus pauvres se trouvent au CRAO de Dapaong (nord du Togo, une des régions les plus pauvres du pays). C'est aussi le seul centre à ne pas être localisé en capitale où les revenus des patients sont généralement plus élevés.

Pour les patients qui ont un revenu supérieur à 35 000 FCFA (38%), celui-ci se situe au-dessus de 150 000 FCFA (229 euros). On observe que ces patients qui auraient eu les moyens de se payer une orthèse ont été retenus dans la recherche clinique car ils correspondaient avant tout aux critères exigés par le protocole de recherche (i.e. être déjà porteurs d'une orthèse). On remarque que les professionnels ont eu du mal à identifier des personnes déjà porteuses d'une orthèse dynamique avec de faibles revenus car les populations les plus pauvres n'ont généralement pas les moyens d'en payer une, et ne viennent donc pas au centre. Pour toucher cette cible dans le cadre du projet IMP&ACTE, il aurait fallu mettre en place un dispositif d'identification supplémentaire, en lien avec les organisations de personnes handicapées ou les programmes de Réadaptation à Base Communautaire (RBC) par exemple.

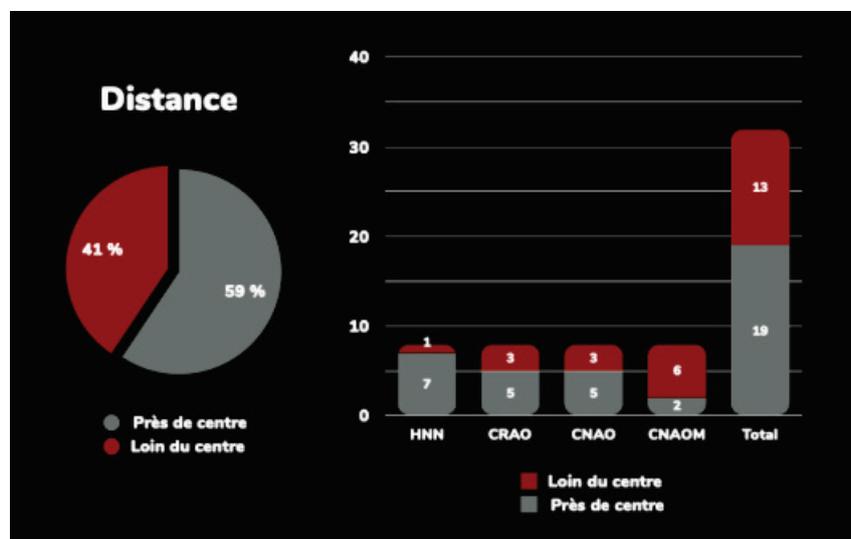


### Témoignages, Dapaong, 17 juillet 2018

**Daouda** a 4 ans. Il souffre de genu varum, il a reçu une KAFO posturale. Son père est menuisier, il touche des revenus irréguliers, et sa mère ne travaille pas. La famille vit avec environ 10 000 FCFA (15 euros) par mois. C'est en amenant son fils au jardin d'enfant que le père de Daouda a rencontré une personne de l'hôpital qui lui a parlé du projet. « On a identifié le problème à partir de l'âge de 5 mois. J'ai cherché à arranger le pied de mon enfant, à le redresser. Un orthoprothésiste qui était à la retraite nous a proposé de fabriquer une orthèse pour 74 000 FCFA (113 euros). Il nous a dit qu'on pouvait payer par tranche. Mais nous n'avions pas d'argent. Quand on a entendu parler du projet, on est venu aussitôt ! » La famille habite à 15-20 km et chaque déplacement leur coûtait 1 500 FCFA (2,3 euros) en taxi-moto (remboursé par le projet). Il a constaté une amélioration, son enfant marche mieux. Le père a parlé du projet à une autre famille qui a un enfant dans la même situation et qui a été pris en charge.

**Habsatou** a 5 ans. Elle souffre d'un flexum cheville bilatéral. La famille habite à 5 km du centre. Le père possède une moto et met environ 600 FCFA (0,9 euros) d'essence pour venir au centre. Il est menuisier et gagne environ 15 000 FCFA (22,9 euros) par mois quand il a du travail et sa femme est couturière et gagne environ 10 000 FCFA (15 euros). « A l'âge de 6 mois, on s'est aperçu que notre fille avait du mal à s'asseoir. On l'a amené à l'hôpital voir un pédiatre. Elle a fait de la rééducation au CRAO entre 6 mois et 1 an puis on a arrêté car on n'avait plus les moyens de continuer. Il fallait faire de la rééducation 2 fois par semaine, et cela coûtait 1 500 FCFA (2,3 euros) à chaque fois. On a repris quand elle a eu 3 ans car elle est tombée malade, on est revenu. La situation avait empiré, son pied tombait. C'est la solidarité familiale qui a permis de payer son traitement ». Le chef de service du CRAO leur a parlé du projet. Habsatou a reçu une AFO posturale. Selon son père, « elle va mieux. Quand elle a les pieds par terre, ils touchent le sol maintenant. J'ai de l'espoir. Je n'ai pas eu peur de la technologie. On nous a bien expliqué. Maintenant, quand j'ai l'occasion, je dis aux autres familles de ne pas perdre de temps, de faire la rééducation, sinon la situation empire ». Le père a fait venir un autre enfant de la famille (élargie) qui a le même type de problème.

Figure 3. Distance entre le foyer des patients et le centre de réadaptation



Pour éviter les risques d'abandon, les patients sélectionnés ne devaient pas habiter à plus de 30 km du centre. C'est pourquoi, plus de la moitié des patients de notre échantillon (59%) habitent près du centre (moins d'une heure aller-retour du centre). Les distances sont particulièrement longues pour les patients à Bamako, où les quartiers périphériques sont plus étendus. En ce qui concerne Niamey, ce critère a favorisé l'accès aux personnes résidant de manière permanente dans la capitale dans la mesure où la population nigérienne possède une forte mobilité (importante population saisonnière/nomade à Niamey). On comptabilise uniquement 5 techniciens orthoprothésistes CAT II pour tout le pays, et la très grande majorité est concentrée à Niamey. Par conséquent, les personnes habitant dans des régions éloignées doivent séjourner à Niamey pendant une longue période pour pouvoir être appareillées.



### Témoignage, Niamey, 9 juillet 2018

**Haoua** est âgée de 3 ans, elle souffre d'une infirmité motrice de type paralysie cérébrale diagnostiquée dès l'âge de huit mois. Elle a d'abord reçu un traitement auprès d'un neurologue avant d'être orientée vers le service de réadaptation de l'Hôpital Universitaire de Niamey pour suivre des séances avec les kinésithérapeutes, deux fois par semaine. Ce sont eux qui ont parlé du projet à sa mère. Pour se rendre à l'hôpital, Haoua et sa mère mettent parfois une heure en taxi alors qu'elles habitent dans la banlieue de Niamey. Le père travaille pour une ONG à Diffa, au sud-est du Niger. Il vient de temps en temps les voir. « C'est à cause d'elle que je suis là, à Niamey, car elle ne peut pas être suivie là-bas, il n'y a pas de spécialiste comme à la capitale ». Le père leur envoie de l'argent et grâce à l'ONG pour laquelle il travaille, il bénéficie d'une assurance-maladie qui le couvre à 80%. La mère de Haoua a observé des changements. Elle constate que les membres inférieurs de sa fille commencent à être plus flexibles. « Maintenant c'est Haoua qui prend l'orthèse pour pouvoir la mettre comme sa chaussure ».



A gauche : orthèse conventionnelle

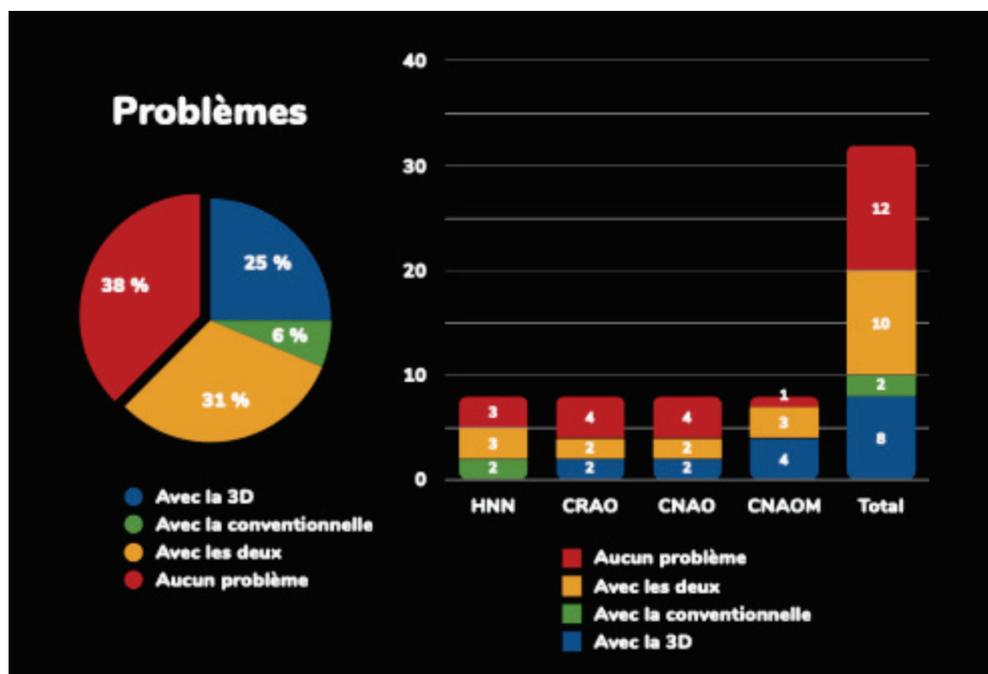
A droite : orthèse imprimée 3D

L'objectif, à terme, est de permettre à Haoua de marcher. La mère de Haoua n'a pas eu peur de l'aspect technologique du projet, elle avait totalement confiance dans le processus. « Son père était également d'accord car il veut avant tout que sa fille soit bien portante ». Elle est déjà familiarisée avec les nouvelles technologies, elle possède un smartphone. « Ça fait longtemps que j'utilise le téléphone, depuis la classe de 4ème ! » Elle est en train de passer un examen et partira après à Tahoua pour rejoindre sa famille et faire le suivi de Haoua là-bas. Elles pourront ensuite retrouver le père à Diffa.

## 2. Perceptions par les bénéficiaires des orthèses testées

### 2.1 Difficultés et préférences

Figure 4. Problèmes rencontrés par les patients en fonction du type d'orthèse testé



Un peu plus d'un tiers des patients interrogés (38% soit N=12 patients) n'ont rencontré aucun problème. Ce sont en très grande majorité les porteurs d'orthèses posturales (N=10 dont 7 KAFO).

**Près d'un tiers des patients interrogés (31% soit N=10 patients) ont rapporté avoir eu des problèmes avec les deux types d'orthèses.** Ce sont en majorité des porteurs d'orthèses dynamiques (N=8 patients, tous des KAFO). On a pu observer que certains patients ne se sentaient pas à l'aise avec leur nouvelle orthèse conventionnelle car elle n'était pas à l'identique de leur précédente (manque de genouillère par exemple). Certains se sont donc retournés vers leur ancienne orthèse (en la faisant réparer parfois), ou ils ont bricolé leur nouvelle orthèse. Les experts orthoprothésistes ont pu observer des problèmes de finitions et de rectifications sur les orthèses conventionnelles, ce qui était inattendu. Bien qu'ayant tous été formés à l'ENAM, les orthoprothésistes ont des pratiques et des niveaux différents. Une formation de remise à niveau a bien été mise en place au début du projet mais on constate a posteriori qu'il aurait fallu une formation plus longue pour faire un état des lieux des besoins dans chaque centre et harmoniser les pratiques.

Image 1. Problèmes de finitions avec les orthèses conventionnelles



Un quart des patients (25% soit N=8 patients, soit 4 porteurs d'orthèses dynamiques et 4 porteurs d'orthèses posturales) ont eu des problèmes avec leur orthèse 3D. Certaines orthèses 3D ont causé des irritations au niveau de la peau et elles étaient parfois mal ajustées. Il faut rappeler que les patients de notre échantillon font essentiellement partie des vagues 1 et 2. Ces résultats ne reflètent donc pas l'ensemble du projet car ils ont essuyé des problèmes techniques, notamment des cassures, liés à la faible résistance du filament utilisé<sup>13</sup>. Ce problème de cassures a ensuite été résolu avec succès pour les dernières vagues grâce à l'utilisation d'un autre filament en polypropylène (PP), plus résistant. Les patients des vagues 3, 4 et 5 ont ainsi constaté que les orthèses 3D causaient moins de problèmes d'irritation et étaient plus confortables<sup>14</sup>. Ces améliorations sont également dues au fait que les orthèses 3D ont été recouvertes d'une couche en mousse et que les professionnels se sont améliorés dans l'apprentissage du scan et de l'impression 3D, produisant ainsi des orthèses plus ajustées et plus confortables.

---

<sup>13</sup> Cf. Fabrice Djodji ; Tom Saey. [IMP&ACTE 3D : Introduction de la technologie d'impression 3D pour la fabrication d'orthèses en Afrique de l'Ouest - Cahier des charges techniques](#). Lyon : Humanité & Inclusion, 2019.

<sup>14</sup> Cf. Kris Cuppens. [Imp&Acte3D : Introduction de la technologie d'impression 3D pour la fabrication d'orthèses en Afrique de l'Ouest - Aspects cliniques](#). HI, 2019 (addendum).

Image 2. Problèmes de cassures sur les orthèses 3D

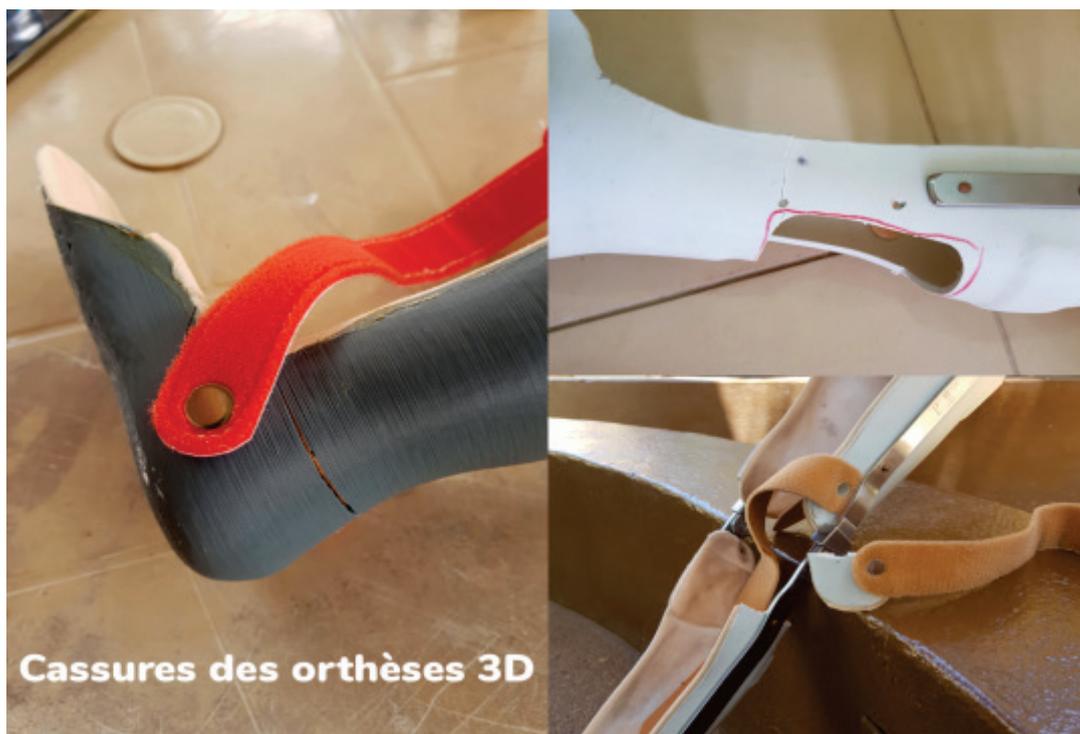
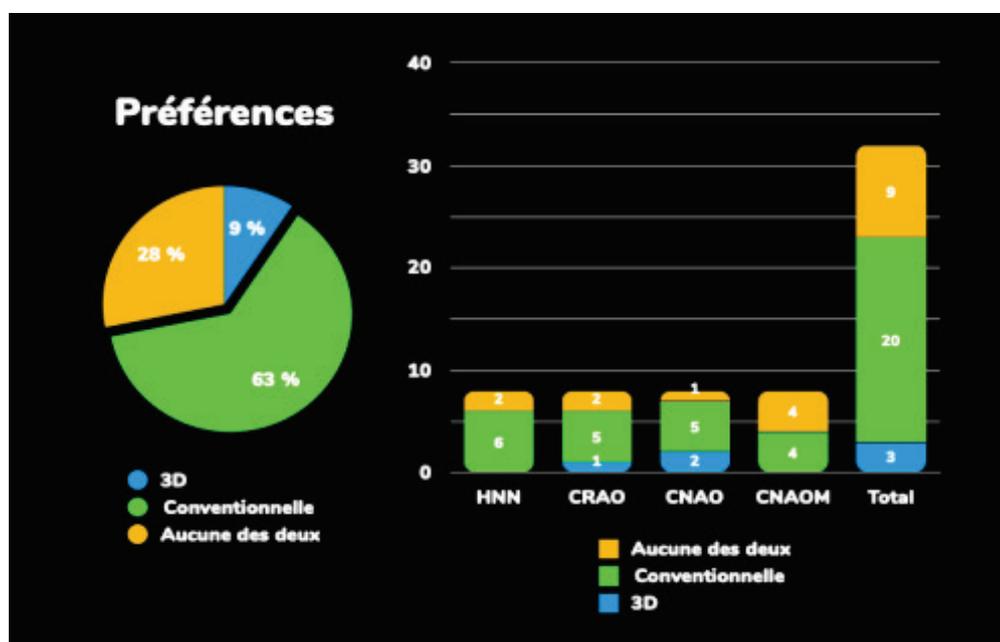


Figure 5. Préférences des patients



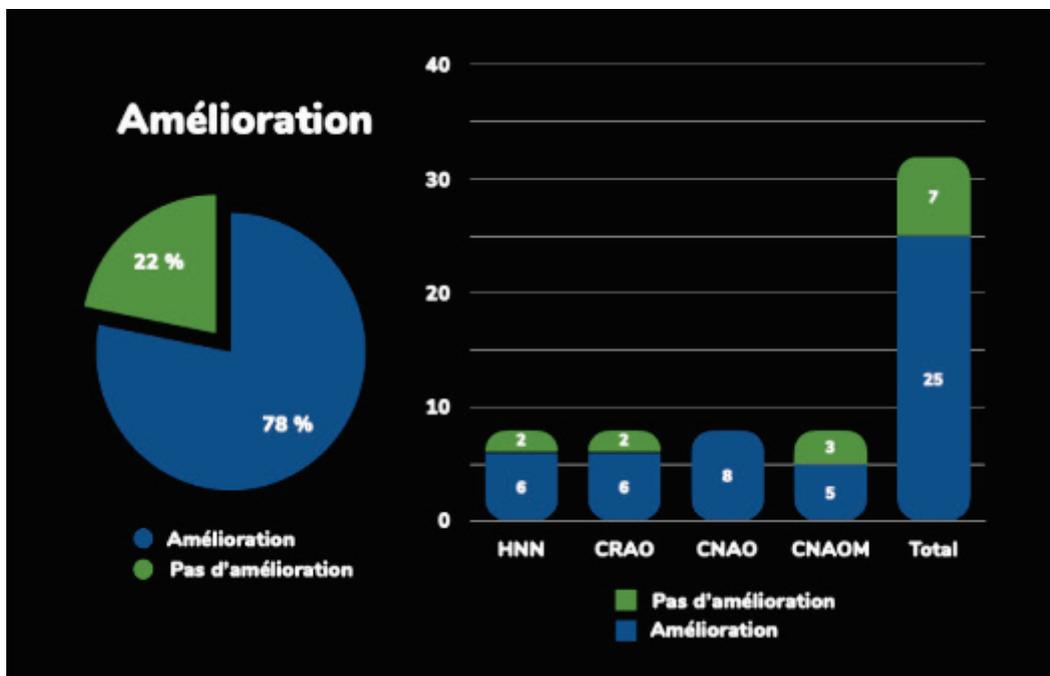
Les patients de notre échantillon préfèrent en majorité l'orthèse conventionnelle (63%, soit N=20 patients, dont 13 porteurs d'orthèses posturales et 7 porteurs d'orthèses dynamiques) car elle est plus légère mais surtout parce qu'ils ont rencontré des problèmes avec la 3D (fissures, cassures, blessures). L'orthèse 3D est parfois plus confortable (à cause de la mousse) mais plus lourde et surtout moins solide. Sur le plan esthétique – ce qui est important – les adultes trouvent l'orthèse

3D plus jolie mais ils auraient préféré une orthèse couleur « peau », tandis que pour les enfants, les parents préfèrent l'esthétique de l'orthèse conventionnelle.

Les résultats de la recherche clinique montrent que pour les vagues 3, 4 et 5, les patients trouvent l'orthèse conventionnelle plus légère et plus solide ; elle est préférée par les porteurs d'une orthèse dynamique. En ce qui concerne l'orthèse 3D, ils trouvent qu'elle est plus jolie – suggérant toutefois de développer d'autres couleurs, notamment le marron ; elle est préférée par les porteurs d'une orthèse posturale.

## 2.2 Bénéfices sur les limitations fonctionnelles

Figure 6. Réduction des limitations fonctionnelles



La grande majorité des patients de notre échantillon ont constaté une amélioration dans leur marche (78% soit N= 25 patients dont 16 porteurs d'orthèses posturales et 9 porteurs d'orthèses dynamiques) ce qui améliore par conséquent leurs conditions de vie. En général, les patients sont très enthousiastes et reconnaissants vis-à-vis du projet car ils n'auraient pas eu les moyens de se faire appareiller pour une très grande majorité d'entre eux. Ils en parlent d'ailleurs largement autour d'eux.

Les résultats de la recherche clinique montrent une amélioration significative du temps de marche avec l'orthèse conventionnelle et l'orthèse 3D. Toutefois, il n'y a pas de différence significative entre les deux types d'orthèses. En ce qui concerne les orthèses posturales, on constate également une amélioration des angles des patients aussi bien avec l'orthèse conventionnelle que 3D. Il n'y a aucune différence entre l'orthèse conventionnelle et l'orthèse imprimée en 3D.



### Témoignage, Lomé, 13 juillet 2018

Amele a trois enfants, une fille de 26 ans et des jumeaux de 15 ans. Une quatrième enfant est décédée à l'âge de 3 mois d'une fièvre et de la toux. Son mari est infirmier. Les revenus de la famille tournent autour de 35 000 FCFA (53 euros). « En 2012, je travaillais à Cinkassé, près de Dapaong, dans le nord du Togo. Je préparais des pâtes et du riz dans mon restaurant. Je me suis retrouvée à l'hôpital de Dapaong à la suite d'un accident de moto. Celui qui conduisait n'a rien eu. On m'a fait un plâtre et puis on m'a évacué à Lomé car on ne pouvait rien faire à Dapaong. L'intervention devait coûter 1 million de FCFA (1 524,5 euros) car j'avais un problème au niveau de la colonne vertébrale. Grâce à l'aide de Dieu, de l'église et des amis, ils ont donné un peu chacun, on a pu m'arranger le bras et le visage, mais pas la colonne vertébrale, on n'a pas pu réunir assez d'argent. Depuis, ma jambe droite est paralysée. Je souffre, je n'arrive plus à marcher correctement. Ce n'était pas facile. Heureusement que j'ai mes enfants et mon mari, il est infirmier. C'est lui qui me lavait. Les gens me nourrissaient. Je suis contente, maintenant je peux marcher librement, je marche bien, même si le dos me gêne encore. Depuis mon accident, je ne peux plus travailler dans mon restaurant. Mais maintenant, je vais pouvoir travailler de nouveau, vendre des choses sur le bord de la route ». Elle avait déjà testé auparavant une orthèse fabriquée au CNAO de Lomé mais elle n'arrivait pas à marcher avec. Son frère avait payé 60 000 FCFA (91,5 euros). Elle a déjà fait deux fois 20 séances de rééducation qui ont coûté 30 000 FCFA (45,7 euros) et qui ont été payées par l'INAM, l'assurance-maladie de son mari. Elle devrait poursuivre les exercices de rééducation et le massage deux fois par semaine qui ne seront pas remboursés car l'assurance-maladie estime que c'est suffisant. Elle n'a pas eu peur de l'expérience. « J'avais confiance. Si le blanc juge que c'est bon, c'est bon ! Eux analysent les choses avant de venir. Totale confiance ! Je préfère l'orthèse 3D car la couleur me plaît mieux. Ce serait encore mieux si l'orthèse était couleur chair. L'autre orthèse est un peu molle. La 3D est mieux, elle est dure, tu vois que ça serre bien, que ça travaille, ça fait du bien aux nerfs. Pour marcher, c'est mieux, ça tient bien ». C'est son dernier enfant qui l'accompagnait au centre. Ce jour-là, il n'allait pas à l'école. Chaque consultation pouvait prendre toute la matinée.

### **3. Perceptions de la télé-réadaptation et des nouvelles technologies par les bénéficiaires**

Les patients que nous avons rencontrés étaient impressionnés par l'ensemble du dispositif (prise de mesures avec le scanner, orthèses imprimées en 3D et consultations via vidéo-conférence). Les résultats de la recherche clinique montrent que les patients préfèrent la technique du scan par rapport au moulage en plâtre pour la prise de mesures. Comme en témoigne Amele, les nouvelles technologies apportées par les ONG internationales sont des preuves de progrès et de modernité. Une fois la procédure expliquée, la quasi-majorité des patients interrogés avaient une totale confiance dans l'expérimentation et les perspectives à venir, même ceux qui ont connu des problèmes avec leur orthèse 3D. Seulement deux mères étaient un peu inquiètes avant de

commencer l'expérimentation. Les patients avaient déjà une vision très favorable des nouvelles technologies avant de participer au projet. Ils possédaient tous un téléphone mobile, et les plus riches d'entre eux avaient un smartphone. Ils utilisent fréquemment le téléphone mobile pour effectuer des transactions d'argent. Même ceux qui ne savent pas lire arrivent à l'utiliser.

Toutefois, on a pu constater que les patients, et surtout les parents, étaient un peu perdus pendant les séances de télé-réadaptation car les professionnels n'expliquaient pas ce qui était en train de se passer et à quoi servait cette consultation via la vidéo-conférence, alors que leurs enfants s'impatientaient et pleuraient après plusieurs heures d'attente. D'autant plus que ces séances étaient désorganisées à cause des problèmes de connexion et du tâtonnement avec l'ordinateur ou la tablette pour ajuster la prise de vue.

On s'aperçoit que le temps d'attente important lors des consultations dans certains centres est un point à améliorer. En effet, les professionnels donnent rendez-vous aux patients à la même heure – pratique généralisée dans les trois pays – mais ils sont par ailleurs constamment sollicités par leurs activités courantes au centre. Les patients sont alors obligés d'attendre plusieurs heures (jusqu'à 4 heures), ce qui a un impact sur l'organisation familiale et engendre une perte de revenus car les accompagnants et/ou les patients ne travaillent pas ce jour-là.

Si le projet cherche à réduire le temps de production des orthèses pour immobiliser le moins longtemps possible les patients, il faudrait à l'avenir travailler sur l'organisation des rendez-vous de consultations en s'appuyant sur les TIC et les téléphones mobiles.

## **4. Perception du binôme impression 3D/télé-réadaptation par les professionnels et les partenaires du projet**

### **4.1 Les orthoprothésistes**

Malgré les difficultés rencontrées au cours du projet, les orthoprothésistes ont démontré un dynamisme et un engagement sans faille. Ils ont été un peu déçus que l'expérimentation ne marche pas bien au début en raison des cassures des orthèses 3D et de la panne des imprimantes, mais ils ont été enthousiastes lorsque les problèmes ont été résolus. Ils pensaient au début que le maniement du scan était trop compliqué mais ils ont vu au cours des différentes vagues que c'était faisable et qu'ils réalisaient rapidement des progrès. Un des orthoprothésistes a même trouvé lui-même les bons paramètres pour améliorer les scans. Ils ont compris les bénéfices de la numérisation 3D pour la prise de mesures (rapidité et propreté du travail) et ont perçu l'intérêt de l'impression 3D pour leur métier (revalorisation de l'image des orthoprothésistes et gains de compétences) et leur travail au quotidien. S'ils étaient un peu sceptiques au départ par rapport à la plus-value de cette nouvelle technologie dans leur contexte où les moyens et le matériel manquent déjà cruellement, ils ont reconnu son utilité en termes de gain de temps, d'espace et pour pouvoir mieux aller vers le patient. Ils étaient fiers d'avoir participé à l'expérimentation.

Cependant, les professionnels du projet (orthoprothésistes et kinésithérapeutes) ont unanimement exprimé leur difficulté à cumuler leurs activités courantes et le projet en même temps, surtout lors des missions où leur temps de travail devait être dédié au projet. Ils auraient aimé être dégagés de leurs activités pour se consacrer uniquement au projet. La prime de performance était une consolation, quoique maigre en définitive (10 000 FCFA par orthèse produite pour l'ensemble de l'équipe). De plus, ils ne bénéficiaient pas tous du soutien de leur structure ou de leurs collègues pour mener ces deux activités de front (conditions de travail difficiles, manque d'espace et de temps).

Ils ont constaté la faiblesse de leur formation initiale. Ils ont rencontré des difficultés à identifier des patients potentiels pour le projet car les critères ne correspondaient pas toujours à la réalité de leur terrain. Pour les enfants souffrant de genu varum/valgum, les enfants identifiés avaient plus de 6 ans car ils tardent à être pris en charge à cause du manque d'argent. Pour les orthèses dynamiques, le fait de sélectionner des patients déjà porteurs d'une orthèse écartait un grand nombre de personnes, notamment les plus pauvres.

Les enjeux de la télé-réadaptation, mais aussi les critères et la rigueur du protocole de recherche n'ont pas toujours été compris par les équipes. Ils ont alerté sur les problèmes de communication, notamment sur les questions concernant le protocole de recherche. Ils recevaient des messages au compte-goutte et souvent contradictoires. Ils auraient aimé avoir un suivi individuel et collectif plus rapproché avec les experts orthoprothésistes pour pouvoir échanger sur leurs difficultés et trouver des solutions ensemble.

#### **4.2 Les kinésithérapeutes**

Les kinésithérapeutes, quant à eux, se sont sentis écartés dès le départ, en ne participant pas à toutes les formations. Le projet était vu comme un projet destiné aux « ortho », d'où le manque de participation et d'intérêt de la part de certains kinésithérapeutes dans le projet. Malgré cela, ils ont été convaincus par l'utilité de la prise de mesures avec le scanner et ont exprimé l'envie d'être formés à cette technique. Ce point est intéressant car on observe que dans les centres, les professionnels doivent être souvent polyvalents et remplacer un collègue. Cela ouvre des perspectives en ce qui concerne l'élargissement de la télé-réadaptation à d'autres professionnels pour une phase de projet ultérieure.

#### **4.3 Les responsables des centres**

Les responsables des différents centres (notamment celui de Niamey et de Bamako) ont soulevé la question de la participation financière du projet pour la prise en charge des différents frais de fonctionnement (électricité, eau, internet, etc.). Le CNAOM de Bamako a constaté une perte financière car leurs orthoprothésistes produisaient des appareils qui ne bénéficiaient pas au centre en termes financiers. Néanmoins, les responsables des centres ont souligné leur intérêt pour le binôme impression 3D/télé-réadaptation car ils reconnaissent que ce mode d'intervention pourrait répondre au besoin de toucher les personnes les plus vulnérables et les plus isolées géographiquement.

## 4.4 ENAM

Le projet a rencontré des difficultés pour travailler avec l'ENAM depuis le démarrage. Malgré plusieurs tentatives de dialogue, le projet n'a pas réussi à trouver la place que devait jouer l'ENAM. Pourtant, le rôle de l'ENAM sera important dans une phase ultérieure pour capitaliser, diffuser et former sur les nouvelles technologies car c'est elle qui s'occupe de la formation des professionnels de la santé, et de réadaptation en particulier, dans toute l'Afrique francophone.

## 4.5 OADCPH

Les techniciens de l'OADCPH (chargés de suivi, expert orthoprothésiste et technicien sur l'impression 3D) ont été fortement impliqués dans le projet. Ils ont assuré le lien et le suivi des professionnels dans les 4 centres et ont travaillé étroitement avec le Mobilab. S'ils ont été au départ un peu sceptiques par rapport à la plus-value du binôme impression 3D/télé-réadaptation en raison des problèmes technologiques rencontrés (pannes des imprimantes, cassures des orthèses 3D, tâtonnement dans la rectification des scans en raison de la faible disponibilité de l'experte), ils ont été unanimement convaincus à la fin du projet, lorsque les obstacles technologiques ont été surmontés.

Selon l'OADCPH « S'il fallait recommencer, on recommencerait, mais autrement. On réalise qu'il n'y a pas de vrais experts car tout le monde tâtonne et cherche ». De nombreux questionnements ont émergés liés à la qualité des imprimantes, du scanner, des filaments et du fournisseur pour obtenir le remplacement des pièces. Toutefois, si le projet a rencontré des difficultés, l'OADCPH rappelle que « c'est avant tout une recherche opérationnelle qui nous permet d'apprendre et d'avancer. C'est un apprentissage collectif, c'est pourquoi il est important de capitaliser ».

En termes de prospective, il souligne que « cette expérience devrait se poursuivre pour ne pas perdre ce que le projet a capitalisé et éteindre l'enthousiasme et les espoirs suscités par cette nouvelle technologie mais il faudra régler les problèmes techniques au préalable. Dans une phase ultérieure, il faudrait que ce soit un projet sur une plus longue durée (au moins 3 ans), en gardant les mêmes sites pour consolider les compétences et assurer la coordination à travers un chercheur qui ferait sa thèse sur cette thématique. Il faudrait aussi déterminer le choix des appareils à produire en 3D et mettre en place les conditions pour réaliser une réelle télé-réadaptation ».

Les discussions avec les patients, les professionnels et les partenaires du projet peuvent être résumées à travers l'analyse SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) qui suit – voir figure 7.

Figure 7. Analyse SWOT du binôme impression 3D/télé-réadaptation

<p><b>Origine interne</b> Organisationnelle</p>	<p><b>FORCES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Engagement, dynamisme et motivation des équipes malgré les difficultés rencontrées</li> <li>• Appropriation du projet par les professionnels</li> <li>• Volonté des professionnels de se former aux nouvelles technologies</li> <li>• Implication forte du partenaire local, l'OADCPH</li> <li>• Confiance des patients dans les nouvelles technologies</li> </ul>	<p><b>FAIBLESSES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficultés technologiques (panne des imprimantes, faible qualité des filaments, problèmes de service après-vente, tâtonnement des experts et des chercheurs)</li> <li>• Faiblesse de la formation initiale</li> <li>• Courte durée du projet</li> <li>• Sous-estimation de l'équipement adéquat et du coût pour assurer la télé-réadaptation</li> <li>• Faible compréhension des enjeux de la télé-réadaptation par les professionnels car l'accent a été mis sur la technicité de la 3D</li> <li>• Manque d'implication de certains professionnels (kinésithérapeutes) et partenaires (ENAM) dans le projet</li> </ul>
	<p><b>Origine externe</b> Environnement</p>	<p><b>OPPORTUNITÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solution pour désenclaver les déserts médicaux à travers le binôme impression 3D/télé-réadaptation</li> <li>• Plus de justice sociale : accès aux soins pour les plus vulnérables et les plus isolés géographiquement</li> <li>• Transition vers la e-santé</li> </ul>

## 5. Enseignements à retenir sur la télé-réadaptation

Image 3. Séance de télé-réadaptation au CNAOM



De manière générale, nous avons constaté que les professionnels du projet (y compris les chargés de suivi HI) avaient une faible compréhension des enjeux de la télé-réadaptation dans le cadre du projet car l'accent a été mis sur la technicité de l'impression et de la numérisation 3D. Le guide produit par le consultant pour structurer la procédure de télé-réadaptation n'a pas bien été approprié par les professionnels. Les rapports rédigés par les chargés de suivi ne rendaient pas compte des problèmes rencontrés et des solutions décidées. Dans une phase ultérieure, il s'agira de construire un cadre et des procédures standardisés pour consolider le binôme impression 3D/ télé-réadaptation.

De plus, l'équipement adéquat pour assurer la télé-réadaptation a été sous-estimé par le projet. Les conditions n'étaient pas toujours réunies pour permettre la vidéo-conférence.

Au CRAO de Dapaong, la télé-réadaptation n'a pas fonctionné. Le projet a d'abord acheté une clé 3G qui fonctionnait à peine pour lire les mails. Après notre mission de terrain de juillet, l'ADSL a été installé et le CRAO a même pris en charge 6 mois d'abonnement (car l'offre était pour un an). Mais la connexion était aléatoire, mauvaise le matin et meilleure en fin de journée. Aucune solution n'a été trouvée au cours du projet.

Au CNAO de Lomé, la séance de télé-réadaptation a pu être possible grâce à la connexion Internet de la consultante via un smartphone avec une SIM 4G connectée à un iPad car il n'y avait pas de

connexion Internet au centre. Au final, la connexion était bonne. En fait, le câble du modem du centre était débranché. Pour les autres séances de télé-réadaptation, les professionnels ont utilisé la connexion du centre car elle était meilleure que la clé 3G achetée dans le cadre du projet.

Au CNAOM de Bamako, la connexion avec de la clé 4G achetée dans le cadre du projet était bonne. La séance a pu se dérouler correctement mais le coût de cette communication reste élevé : 5 000 FCFA (7,6 euros) pour une demi-heure.

A l'Hôpital National de Niamey, que ce soit avec la connexion du centre ou la clé 3G achetée par le projet, la vidéo-conférence était impossible lors de nos missions de terrain. La séance de télé-réadaptation a pu finalement être possible grâce à la connexion Internet de la consultante via un smartphone avec une SIM 3G connectée à un iPad, mais la communication n'était pas de grande qualité.

On constate que la télé-réadaptation est impossible sans une très bonne connexion Internet. La téléphonie mobile et la couverture 4G sont à privilégier. On note toutefois que ces séances ont un coût non négligeable.

Enfin, en termes d'équipement, l'usage de l'ordinateur pour effectuer la séance de télé-réadaptation n'est pas pratique. La tablette est plus maniable mais il faut trouver la bonne position pour cibler certaines parties du patient. Il faudrait à l'avenir réfléchir à un système plus efficace en s'inspirant des dispositifs de télémédecine existants qui permettent de libérer les mains des professionnels.

## **6. Théorie du changement**

Quelles sont les réalisations, les résultats et les bénéfices produits par le binôme impression 3D/télé-réadaptation ?

### **6.1 Efficience du binôme impression 3D/télé-réadaptation en Afrique de l'Ouest : résultats des composantes cliniques et sociales**

Les résultats de la recherche clinique montrent que le procédé de numérisation et d'impression 3D pour fabriquer des orthèses est efficace et de qualité. Les orthèses imprimées en 3D semblent cliniquement équivalentes aux orthèses conventionnelles. Le poids et la durabilité des orthèses étaient les points faibles des orthèses 3D, notamment en ce qui concerne les orthèses dynamiques. Le changement de filament en polypropylène au cours du projet montre que ces problèmes sont en passe d'être résolus, ce qui ouvre la voie à des perspectives prometteuses, notamment en termes de coûts – le filament PP est beaucoup moins cher que le polypropylène utilisé pour l'orthèse conventionnelle – et d'élargissement de la gamme d'orthèses à proposer. La recherche clinique montre que le temps et le coût total de production sont similaires pour les orthèses dynamiques, mais ils sont en faveur de la 3D pour les orthèses de posture, principalement en raison de la fabrication manuelle plus longue du dispositif conventionnel, et du coût inférieur du filament par rapport au matériau utilisé pour la production de l'orthèse conventionnelle. De plus, les patients préfèrent le scan au moulage en plâtre pour la prise de

mesures. Le fait que la prise de mesures avec un scanner soit faisable et rapide ouvre la possibilité de traiter des patients qui vivent éloignés d'un centre orthopédique.

En ce qui concerne la télé-réadaptation, on observe que ce procédé est faisable et apporte une plus-value en termes d'amélioration de la qualité du service, à condition que de bonnes infrastructures TIC soient présentes pour assurer une vidéo-conférence de qualité et fructueuse (très bonne connexion Internet, équipement informatique adéquat, personnel formé aux nouvelles technologies, procédures cadrées pour standardiser l'intervention).

## **6.2 Changements sociaux et économiques**

Cette recherche montre que les patients et les professionnels ont pleinement adhéré à ce nouveau procédé. On a constaté une réception positive de la part des patients qui ont une pleine confiance dans les nouvelles technologies, ainsi qu'une appropriation de la technique par les professionnels. Ces derniers sont passés de la réticence/scepticisme à l'ouverture par rapport à cette nouvelle technologie.

En termes de changements individuels, cette nouvelle offre de service permettra à plus de patients d'accéder à un appareillage sans perdre d'importants revenus car ils doivent s'absenter pendant de longues périodes pour se déplacer en capitale où sont concentrés tous les services. En ce qui concerne les professionnels, on a constaté une certaine fierté de participer à une telle expérimentation. Ils sont désormais en demande de formation pour consolider leurs acquis.

## **6.3 Impacts et plus-values**

La principale valeur sociale créée par le projet IMP&ACTE 3D est l'espoir de produire plus de justice sociale sur le plan de la santé des personnes handicapées, une population généralement laissée pour compte. En effet, la conclusion positive de cette recherche est que le binôme impression 3D/télé-réadaptation constitue une solution à la pénurie de professionnels en désenclavant les déserts médicaux qui concernent principalement l'Afrique subsaharienne, en améliorant la productivité et les compétences des professionnels de santé. Les fondations sont posées pour proposer un service qui permettra d'atteindre des populations isolées géographiquement à travers la télé-réadaptation et de démocratiser l'accès à l'appareillage pour les personnes handicapées grâce à une réduction des coûts et du temps de production à travers l'impression 3D.

Il faudrait cependant dans une phase ultérieure réaliser une étude coûts-bénéfices exhaustive pour connaître le coût réel d'une orthèse conventionnelle et d'une orthèse 3D car le prix actuel d'une orthèse conventionnelle est subventionné et ne reflète pas le coût réel du travail effectué par les professionnels et le coût des équipements. En ce qui concerne l'orthèse 3D, il faudra prendre en compte le coût de l'équipement, des matériaux et du transport, mais tenir également compte des bénéfices réalisés en termes de gain d'espace et de « coûts évités » du fait que l'on puisse toucher des patients qui n'auraient pas pu être soignés autrement.

## 6.4 Changements organisationnels

Cette recherche montre que les peurs initiales concernant la destruction d'emploi car « la machine remplacerait l'homme » ont été dissipées dans la mesure où il est apparu évident que le rôle des professionnels était central dans toutes les étapes de ce nouveau procédé. En effet, le professionnel est placé au centre du dispositif et la qualité de l'intervention dépend de sa formation. On constate que la qualité du scan est essentielle pour produire des orthèses de qualité, d'où la formation indispensable des professionnels de santé.

Il s'agira de tester dans une phase ultérieure quels types de professionnels de santé seront en mesure de pratiquer la prise de mesures avec le scanner (infirmière, aide technicien orthoprothésiste, kinésithérapeute, etc.). De plus, la rectification numérique nécessite des compétences d'orthoprothésiste pour produire une orthèse de qualité. En termes de réorganisation dans la chaîne de travail, on constate qu'il y a plus d'intervenants et plus de collectif, d'où la nécessité de construire un dispositif TIC pour mieux communiquer. On peut avancer que la formation aux nouvelles technologies permettra de revaloriser une filière qui n'a pas une image « noble » par rapport aux kinésithérapeutes en renforçant les compétences des techniciens orthoprothésistes.

Enfin, le projet n'avait pas prévu d'utiliser des tablettes pour collecter les données et faire la télé-réadaptation afin de ne pas ajouter trop de supports technologiques à assimiler. Or, on s'aperçoit *a posteriori* que les tablettes auraient été utiles pour faciliter la collecte de données et la télé-réadaptation mais aussi pour améliorer la qualité des scans, le tout à travers un seul outil. Cet usage a notamment été réclamé par les professionnels qui sont déjà familiers de ces outils à travers les smartphones. Il faudrait créer les infrastructures TIC adéquates pour accompagner le changement et la transition vers la e-santé. Dans une phase ultérieure, il s'agira de construire un environnement TIC complémentaire au binôme impression 3D/télé-réadaptation, notamment des applications et des plates-formes pour numériser les données de santé, relier les professionnels aux patients, et mettre en place un système de suivi-qualité.

## 7. Stratégie de pérennisation et d'accessibilité de la télé-réadaptation en Afrique de l'Ouest

Comment cette nouvelle offre de service de réadaptation peut-elle devenir pérenne et accessible financièrement pour le plus grand nombre et pour les plus vulnérables en particulier ? Quelles sont les difficultés rencontrées, les facteurs clés de succès, les bonnes pratiques et les défis à relever que l'on peut observer dans les autres projets e-santé en Afrique, et notamment dans les trois pays concernés par le projet pour imaginer la suite du projet IMP&ACTE 3D ?

Ce point est plus largement développé dans l'étude sur les TIC dans la santé que nous avons réalisé en complément de cette étude d'impact social<sup>15</sup>. Pour résumer :

## 7.1 Difficultés rencontrées

- La majorité des projets e-santé dépassent rarement le stade de projet pilote et le passage à grande échelle concerne seulement une fraction de projets ;
- Le manque d'infrastructures appropriées en matière de TIC ;
- Des innovations technologiques non adaptées au contexte africain (coût, climat, maintenance) ;
- Un manque réel de visibilité des acteurs, une fragmentation des bailleurs de fonds et des intervenants ;
- Une gouvernance trop top-down et un système trop étanche : absence de coordination et de concertation pénalisant l'interopérabilité des différents systèmes et l'articulation aux directives nationales ;
- Un déficit d'implication des parties prenantes ;
- Le faible financement et la courte durée des projets ;
- Le problème de rassemblement de données à travers plusieurs plateformes en raison du manque d'uniformité des données, de dossiers de santé incomplets au niveau le plus bas des établissements de santé ;
- Le manque de personnel technique qualifié pour soutenir les initiatives de e-santé ;
- Des modèles commerciaux non viables.

## 7.2 Facteurs clés de succès

- Intérêt de la démarche de la part des gouvernements ;
- Pertinence de la télémédecine en Afrique de l'Ouest par rapport aux besoins (pénurie de personnel de santé qualifié, vastes pays et déserts médicaux) ;
- Identification de partenaires ressources locaux pour une phase ultérieure ;
- Travail étroit dès le départ avec les acteurs institutionnels et le monde de la recherche ;
- Rapprochement avec les FabLabs et les start-ups : un enjeu important se situe au travers de la rencontre d'outils « technologiques » et de « nouvelles capacités collectives » pour contourner les inerties organisationnelles. Les acteurs de « l'extérieur » peuvent être parfois vecteurs d'innovations technologiques qui peuvent s'avérer utiles à l'amélioration des systèmes de santé ;

---

<sup>15</sup> Cf. Danielle Tan. [Les Technologies de l'Information et de la Communication dans la santé : Togo, Mali, Niger. Etude prospective pour IMP&ACTE 3D](#). Lyon : HI, avril 2019, op. cit.

- L'utilisation des TIC au service de la santé doit être pensée pour et avec les soignants et les patients. Elle doit répondre aux priorités des politiques nationales de santé, être développée, pensée et financée dans une logique de long terme.

### 7.3 Bonnes pratiques

- Phase de recherche pour tirer les leçons et les bonnes pratiques ;
- Mise en place d'un projet pilote d'abord à une échelle locale puis transposition à d'autres pays voisins dans un second temps, une fois que celui-ci est réellement fonctionnel ;
- Se doter d'outils diagnostic/suivi-qualité qui permettent de piloter les projets et de les répliquer à plus grande échelle.

### 7.4 Point d'attention et défis à relever

- Améliorer la connectivité Internet des infrastructures en zone rurale ;
- Organiser la formation des professionnels de la santé aux nouvelles technologies ;
- Créer une synergie avec les stratégies nationales ;
- Renforcer les agences de l'Etat dédiée à la e-santé pour assurer une coordination nationale des initiatives développées et un dialogue multipartenaires afin de poser les fondations d'une transition vers la e-santé ;
- Elargir les partenariats au monde de la recherche, du secteur privé, des FabLabs et des start-ups ;
- Favoriser l'innovation technologique en soutenant les start-ups africaines ;
- Adapter les équipements aux conditions technologiques et énergétiques des pays du Sud tout en accordant une attention particulière aux questions d'interopérabilité entre les différents systèmes ;
- Développer des applications et des plates-formes TIC pour numériser les données de santé et améliorer le suivi des patients;
- Identifier un modèle économique qui prenne en compte la situation économique des plus vulnérables.

## Recommandations pour une phase ultérieure

Dans une optique de passage à plus grande échelle du projet IMP&ACTE 3D dans une phase ultérieure, les recommandations suivantes sont à relier à notre étude TIC dans la santé<sup>16</sup> :

### 1. Diversifier les partenariats

- Amplifier les collaborations, notamment avec l'ENAM pour organiser la formation des professionnels dans le champ de la e-santé, sur le long terme et sur toute l'Afrique francophone ;
- Privilégier des partenariats avec les acteurs locaux et internationaux investis dans la télémédecine et la e-santé, tels que CERTES et le RAFT au Mali, et les Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG) ;
- Développer des partenariats technologiques avec le secteur de la recherche (INSA Lyon par exemple) mais aussi les industriels et les start-ups ;
- Favoriser l'innovation technologique en soutenant les start-ups africaines ;
- Se rapprocher des FabLabs et des communautés de makers, notamment l'Ortholab à Dapaong pour garantir le suivi médical des patients et la formation des bénévoles.

### 2. Créer une synergie avec les stratégies nationales

- Intégrer le projet dans les stratégies de santé et les structures existantes. Pour le déploiement de la télé-réadaptation dans des régions éloignées, il s'agira notamment d'identifier des centres déjà équipés d'une bonne connexion Internet ;
- Renforcer les agences/cellules dédiées à la santé numérique et au handicap afin de mettre en place une stratégie avancée et mobile pour atteindre les patients dans des zones difficiles ;
- S'équiper d'outils diagnostic/suivi-qualité qui permettent de piloter les projets et de les répliquer à plus grande échelle. Cette vision rejoint les grandes lignes de la stratégie globale de l'OMS pour mieux accompagner la santé numérique<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> Cf. Danielle Tan. [Les Technologies de l'Information et de la Communication dans la santé : Togo, Mali, Niger. Etude prospective pour IMP&ACTE 3D](#). Lyon : HI, avril 2019, op. cit.

<sup>17</sup> WHO. [Global Strategy on Digital Health 2020–2024](#), March 2019.

### **3. Identifier un nouveau modèle économique**

- Identifier un modèle économique durable et évolutif pour un déploiement à grande échelle qui peut s'appuyer sur des partenariats stratégiques précieux pour soutenir l'élargissement du projet ;
- Prendre en compte la situation économique des plus vulnérables ;
- Réaliser une étude coûts-bénéfices qui mette en lumière les bénéfices créés par la télé-réadaptation et les coûts évités en permettant d'atteindre des populations qui n'auraient pas pu être touchées autrement.

## Conclusion

Cette recherche montre que le procédé de numérisation et d'impression 3D pour fabriquer des orthèses est efficace et de qualité. La télé-réadaptation est faisable et apporte une plus-value en termes d'amélioration de la qualité du service, à condition que de bonnes infrastructures TIC soient présentes pour assurer une vidéo-conférence de qualité et fructueuse. La principale valeur sociale créée par le projet IMP&ACTE 3D est l'espoir de produire plus de justice sociale sur le plan de la santé des personnes handicapées, une population généralement laissée pour compte. En effet, la conclusion positive de cette recherche est que le binôme impression 3D/télé-réadaptation constitue une solution à la pénurie de professionnels en désenclavant les déserts médicaux qui concernent principalement l'Afrique subsaharienne en améliorant la productivité et les compétences des professionnels de santé. Les fondations sont posées pour proposer un service qui permettra d'atteindre des populations isolées géographiquement à travers la télé-réadaptation et de démocratiser l'accès à l'appareillage pour les personnes handicapées grâce à une réduction des coûts et du temps de production facilitée par la technologie d'impression 3D. En termes de changements observés, on constate une réception positive de la part des patients qui ont une pleine confiance dans les nouvelles technologies, ainsi qu'une appropriation de la technique par les professionnels. Cette recherche montre que les peurs initiales concernant la destruction d'emploi car « la machine remplacerait l'homme » ont été dissipées dans la mesure où il est apparu évident que le rôle des professionnels était central dans toutes les étapes de ce nouveau procédé. En effet, le professionnel est placé au centre du dispositif et la qualité de l'intervention dépend de sa formation.

Le Togo, le Mali et le Niger devront relever de nombreux défis, notamment l'amélioration de la connectivité Internet et des infrastructures en zone rurale, ainsi que la formation du personnel de santé aux nouvelles technologies pour réaliser leur transition vers la e-santé. Les perspectives de développement de la télé-réadaptation dans ces pays dépendront étroitement de leur capacité à coordonner et organiser le dialogue pluri-acteurs entre les chercheurs, le secteur privé, les start-ups, les bailleurs de fonds internationaux, les ONG, les communautés de makers issus des FabLabs, et les patients eux-mêmes. Mais pour que cette dynamique soit durable et équitable, l'utilisation des TIC au service de la santé doit être pensée pour et avec les soignants et les patients. Elle doit répondre aux priorités des politiques nationales de santé, être développée, pensée et financée dans une logique de long terme. Des modèles économiques pérennes prenant en compte la situation économique des plus vulnérables restent à trouver et à tester.

## 1. Acronymes

<b>AFO</b>	Ankle Foot Orthosis
<b>CFAO</b>	Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur
<b>CNAO</b>	Centre national d'appareillage orthopédique
<b>CNAOM</b>	Centre national d'appareillage orthopédique du Mali
<b>CRAO</b>	Centre régional d'appareillage orthopédique
<b>DGD</b>	Direction générale de Coopération au développement
<b>ENAM</b>	Ecole Nationale des Auxiliaires Médicaux
<b>KAFO</b>	Knee Ankle Foot Orthosis
<b>HNN</b>	Hôpital National de Niamey
<b>IMP&amp;ACTE 3D</b>	Impression 3D & Accès à la Télé-réadaptation
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>OADCPH</b>	Organisation Africaine pour le Développement des Centres pour Personnes Handicapées
<b>RBC</b>	Réadaptation à Base Communautaire
<b>SWOT</b>	Strenghts, Weaknesses, Opportunities and Threats (Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces)
<b>TIC</b>	Technologies de l'Information et de la Communication

## 2. Bibliographie

- Aude Brus. [Études et recherches à Handicap International. Pour une gestion éthique des données](#). Lyon : Handicap International, 2015
- Jérôme Canicave, Danielle Tan. [Pilot Testing of 3D Printing Technology for Transtibial Prosthesis in Complex Contexts \(Togo, Madagascar and Syria\)](#). Research and Studies n°5. Lyon : Handicap International, May 2017
- Kris Cuppens. [Imp&Acte3D : Introduction de la technologie d'impression 3D pour la fabrication d'orthèses en Afrique de l'Ouest - Aspects cliniques](#). HI, 2019 (addendum)
- Fabrice Djodji ; Tom Saey. [IMP&ACTE 3D : Introduction de la technologie d'impression 3D pour la fabrication d'orthèses en Afrique de l'Ouest - Cahier des charges techniques](#). Lyon : Humanité & Inclusion, 2019
- (Im)prove et Fondation Rexel. [Guide de la mesure d'impact social](#). Paris : Avise, 2015
- OMS & USAID. [Document de synthèse conjoint sur la fourniture de dispositifs d'aide à la mobilité dans les régions à faibles revenus : un pas vers la mise en œuvre de la Convention relative aux droits des personnes handicapées en matière de mobilité personnelle](#). Genève : OMS, 2012
- Danielle Tan. [Les Technologies de l'Information et de la Communication dans la santé : Togo, Mali, Niger. Etude prospective pour IMP&ACTE 3D](#). Lyon : HI, avril 2019
- WHO. [Global Strategy on Digital Health 2020–2024](#), March 2019
- WHO & IPSO. [Guideline for training personnel in developing countries for prosthetics and orthotics services](#). Geneva : WHO, 2005

### 3. Tableau récapitulatif des entretiens avec les patients

#### Présentation du profil des patients

Patients	Age	Sexe	Revenus	Distance (près=0; loin=1)	Vague	Pathologie	Type d'orthèses
NIHM1FC	3	F	3	0	1	IMC/FC	AFO Posture
NIAK2FC	6	M	3	0	1	IMC/FC	AFO Posture
NIYA3FC	5	M	3	0	2	IMC/FC	AFO Posture
NIHS4IG	35	F	3	0	2	IG/Séquelle polio	KAFO Dynamique
NISA5IG	39	F	3	0	2	IG/Séquelle polio	KAFO Dynamique
NIHK6IG	40	F	3	0	2	IG/Séquelle polio	KAFO Dynamique
NIFH10PT	24	F	3	1	3	PT/Accident	AFO Dynamique
NIAB7GV	2	M	3	0	2	Genu Varum	KAFO Posture
DASY1GV	4	M	1	1	1	Genu Varum	KAFO Posture
DADT3FC	5	F	1	0	1	FC bilatéral	AFO Posture
DAKD2FC	7	M	1	1	1	FC bilatéral	AFO Posture
DADP5GV	3	M	1	1	2	Genu Valgum	KAFO Posture
DABE4IG	54	M	2	0	2	IG/Séquelle polio	KAFO Dynamique
DABL6GV	5	M	2	0	2	Genu Valgum	KAFO Posture
DAKL9IG	36	M	1	0	2	IG/Polio	KAFO Dynamique
DATD7IG	50	M	2	0	2	IG/Séquelle injection polio	KAFO Dynamique

<b>LOGE1FC</b>	6	M	1	0	1	FC	AFO Posture
<b>LOKA5PT</b>	46	F	2	0	1	PT/Accident	AFO Dynamique
<b>LOHL3GV</b>	2	M	2	1	1	Genu Varum	KAFO Posture
<b>LOAF7GV</b>	3	F	3	0	2	Genu Varum	KAFO Posture
<b>LOOK10IG</b>	38	M	1	0	2	PT/Séquelle polio	KAFO Dynamique
<b>LODW9GV</b>	2	M	1	1	2	Genu Varum	KAFO Posture
<b>LOAE8PT</b>	30	F	1	1	2	PT/Accident	AFO Dynamique
<b>LOPE6GV</b>	3	M	1	0	2	Genu Varum	KAFO Posture
<b>BACT10IG</b>	53	M	1	0	2	IG/Séquelle polio	KAFO Dynamique
<b>BADL8PT</b>	32	M	1	0	2	PT/Séquelle polio	AFO Dynamique
<b>BAFM9IG</b>	29	F	3	1	2	IG/Polio	KAFO Dynamique
<b>BASF2GV</b>	3	F	3	1	1	Genu Varum	KAFO Posture
<b>BACA7FC</b>	10	F	1	1	2	FC/Equin droit	AFO Posture
<b>BAHB4IG</b>	34	M	2	1	1	IG/Séquelle polio	KAFO Dynamique
<b>BAKM6GV</b>	3	M	1	1	2	Genu Valgum	KAFO Posture
<b>BACA3IG</b>	51	F	3	1	1	IG/Polio+accident	KAFO Dynamique

## 4. Grilles d'entretien

### 4.1 Patients et leurs familles

#### AFO/KAFO dynamiques (adultes et déjà porteurs d'une orthèse)

Merci d'avoir accepté de répondre à nos questions. Comme vous le savez déjà, cet entretien est confidentiel, tout ce que vous direz restera anonyme. Votre avis est important pour nous afin d'améliorer le projet et permettre à plus de gens de bénéficier d'une orthèse, comme celle que vous avez reçue.

- J'aimerais vous poser des questions sur la manière dont vous avez vécu cette expérimentation, en particulier par rapport à l'utilisation de nouvelles technologies. Pouvez-vous me décrire comment cela s'est passé ?
- Etes-vous globalement satisfait du processus ? Pour vous, quelles choses ont changé par rapport à vos consultations précédentes ? En mieux/ en moins bien ? Avez-vous eu des craintes à un moment donné ? Vous êtes-vous senti un peu désorienté, à l'aise, en confiance, durant le processus ? Avez-vous remarqué des changements au niveau personnel, en termes de bien être ou autre ?
- Comment vous êtes-vous organisé au niveau de la famille pour suivre toutes les étapes de l'expérimentation ?
- Comment faisiez-vous avant ? Racontez-moi vos dernières expériences pour être équipé d'une orthèse. Se concentrer sur les difficultés rencontrées, les premiers contacts avec le personnel de santé, la distance entre le foyer familial et le centre de réadaptation, le mode de transport utilisé, le coût des voyages, la durée jusqu'à l'appareillage, les coûts liés à la prise en charge (quel part dans le budget familial ? Sacrifices ? Dettes ? Assurance maladie ?), l'organisation familiale pour accompagner le patient, etc.
- Demander ensuite des informations sur les revenus de la famille, la situation professionnelle du chef de famille, la situation professionnelle et le lien de parenté de l'accompagnateur, la situation sociale et professionnel du patient, s'il y a d'autres personnes handicapées dans le foyer, etc.
- Quel rapport entretenez-vous avec les nouvelles technologies ? Avez-vous un téléphone mobile, un portable, un accès à Internet, réseaux sociaux, emails, etc. ?
- Choisiriez-vous le même type de consultation pour votre prochaine orthèse ? Pourquoi ? Recommanderiez-vous ce traitement à d'autres personnes handicapées ?

#### AFO/KAFO posture (enfants entre 2 et 8 ans, jamais été porteurs d'une orthèse)

Merci d'avoir accepté de répondre à nos questions. Comme vous le savez déjà, cet entretien est confidentiel, tout ce que vous direz restera anonyme. Votre avis est important pour nous afin d'améliorer le projet et permettre à plus d'enfants de bénéficier d'une orthèse, comme celle que votre enfant a reçu.

- Comment avez-vous, à l'origine, constaté un problème avec votre enfant ? Pouvez-vous me raconter comment vous êtes rentrés en contact avec un personnel médical pour

prendre en charge votre enfant ? Comment avez-vous vécu cette expérimentation ? Avez-vous eu des craintes pour votre enfant à un moment donné ? Vous êtes-vous senti un peu désorienté, à l'aise, en confiance, durant le processus ? Comment votre enfant a-t-il réagi tout le long de l'expérimentation ?

- Comment vous êtes-vous organisé au niveau de la famille pour suivre toutes les étapes de l'expérimentation ? Se concentrer sur les difficultés rencontrées, la distance entre le foyer familial et le centre de réadaptation, le mode de transport utilisé, le coût des voyages, la durée jusqu'à l'appareillage, l'organisation familiale pour accompagner le patient, etc. Demander ensuite des informations sur les revenus de la famille, la situation professionnelle du chef de famille, la situation professionnelle et le lien de parenté de l'accompagnateur, s'il y a d'autres personnes handicapées dans le foyer, etc.
- Êtes-vous globalement satisfait du processus ? Avez-vous remarqué des changements au niveau de votre enfant ? (Positifs ou négatifs). Au niveau de la famille ?
- Si vous n'aviez pas participé à cette expérimentation, savez-vous combien coûterait la prise en charge de votre enfant ? Quelle part dans votre budget familial ? Possédez-vous un système d'assurance maladie ? Cela causerait-t-il des sacrifices ou des dettes ?
- Quel rapport entretenez-vous avec les nouvelles technologies ? Avez-vous un téléphone mobile, un portable, un accès à Internet, réseaux sociaux, emails, etc. ?
- Choisiriez-vous le même type de consultation pour la prochaine orthèse de votre enfant ? Pourquoi ? Recommanderiez-vous ce traitement à d'autres personnes handicapées ?

#### **4.2 Professionnels participant au projet (kinésithérapeutes et orthoprothésistes)**

Merci d'accepter de partager avec moi votre expérience du projet IMP&ACTE 3D. Ce que vous me direz restera confidentiel. Votre avis est important pour améliorer l'intégration des nouvelles technologies dans la pratique quotidienne des professionnels de la réadaptation.

- Pouvez-vous me décrire comment vous avez vécu cette expérience ? Aviez-vous eu des craintes avant de commencer, durant l'expérimentation ? Des craintes de quelle nature ? Et maintenant, vous sentez-vous plus en confiance ? Avez-vous encore besoin de formation ? De pratique ? Racontez-moi les difficultés que vous avez rencontrées ? Comment cette expérience a-t-elle impacté votre pratique quotidienne ? Avez-vous observé des changements (personnel, au niveau du centre, entre collègues) ?
- Quel rapport entretenez-vous avec les nouvelles technologies ? Êtes-vous à l'aise dans leur utilisation ? Pensez-vous qu'elles sont nécessaires dans votre domaine ? Avez-vous peur que cela change des choses dans votre profession, votre pratique quotidienne ? Pensez-vous que l'introduction des nouvelles technologies peut avoir des effets négatifs ? Par exemple, inaccessibilité pour les plus vulnérables, détruire des emplois dans le champ de la réadaptation, écarter ceux qui ne seraient pas formés aux nouvelles technologies, et contribuer à fragiliser des filières professionnelles qui ont déjà du mal à se consolider ?

- Etes-vous globalement satisfait d'avoir participé à ce projet ? Comment voyez-vous votre carrière professionnelle maintenant ? Est-ce que c'est un plus pour votre développement professionnel ? Avez-vous envie de poursuivre dans la télé-réadaptation ? Recommanderiez-vous à d'autres collègues de se former dans la télé-réadaptation ?
- Avez-vous des remarques générales à faire sur le projet, des suggestions pour l'améliorer, des choses qui n'ont pas pu être réalisées ou qui n'ont pas fonctionné pour vous ?
- Etre attentif à la différence de vécu entre les kinésithérapeutes et les orthoprothésistes.

### 4.3 Les partenaires du projet (OADCPH, ENAM, directeurs des centres de réadaptation)

Merci d'accepter de partager avec moi votre expérience du projet IMP&ACTE 3D. Ce que vous me direz restera confidentiel. Votre avis est important pour améliorer l'intégration des nouvelles technologies dans le champ de la réadaptation et envisager les suites à donner au projet.

- Pourriez-vous me dire comment vous avez vécu cette expérience ? Quelles difficultés avez-vous rencontrées et comment y avez-vous fait face ? Comment cette expérience a-t-elle impacté votre organisation et votre travail quotidien ? Avez-vous rencontrés des résistances ? De quels types et de la part de qui ? Avez-vous observé des changements (organisationnels, au niveau des professionnels, au niveau personnel) ? Vous êtes-vous senti suffisamment impliqués dans le projet ?
- Quel rapport entretenez-vous avec les nouvelles technologies ? Pensez-vous qu'elles sont nécessaires dans votre domaine ? Avez-vous peur que cela change des choses dans votre profession, votre pratique quotidienne ? Pensez-vous que l'introduction des nouvelles technologies peut avoir des effets négatifs ? Par exemple, inaccessibilité pour les plus vulnérables, détruire des emplois dans le champ de la réadaptation, écarter ceux qui ne seraient pas formés aux nouvelles technologies, et contribuer à fragiliser des filières professionnelles qui ont déjà du mal à se consolider.
- Etes-vous globalement satisfait d'avoir participé à ce projet ? Est-ce que cela a apporté une plus-value à votre organisation, à vous ? Pensez-vous poursuivre dans l'intégration des nouvelles technologies dans votre organisation ? La majorité des projets de santé numérique ont du mal à dépasser la phase pilote. Comment voyez-vous la suite ? Quels challenges/difficultés entrevoyez-vous ? Quelles pistes de collaborations ? Projets ? Idées ? Avez-vous des remarques générales à faire sur le projet, des suggestions pour l'améliorer, des choses qui n'ont pas pu être réalisées ou qui n'ont pas fonctionné pour vous ?

#### 4.4 Acteurs clés sur les TIC dans la santé<sup>18</sup>

Merci de me rencontrer pour échanger avec moi sur les enjeux et les perspectives d'intégration des TIC dans le champ de la santé en Afrique de l'Ouest. J'aimerais faire une cartographie de ce qui existe et engager avec vous une réflexion sur les conditions pour dépasser la phase pilote et pérenniser leur usage. En effet, la majorité des projets de santé numérique ont du mal à dépasser la phase pilote.

- Selon vous, quels sont les défis à relever et comment ? Dans votre domaine d'action, quels sont vos avancées notables, les difficultés rencontrées, les facteurs clés de succès, les risques et conditions d'échec, les bonnes pratiques, leçons à retenir, etc. ?
- En termes de financements et de montage institutionnel, quels sont les perspectives selon vous ?
- Avez-vous des conseils à prodiguer sur le projet IMP&ACTE 3D ?

---

<sup>18</sup> Représentants dans les différents ministères (Santé, Télécommunications), les ONG, les organisations internationales, le milieu de la recherche, les makers et le secteur privé).



**Etude d'impact social de la télé-réadaptation  
dans le cadre du projet IMP&ACTE 3D :  
Introduction de la technologie d'impression 3D  
pour la fabrication d'orthèses en Afrique de l'Ouest**

---

En 2016, Humanité & Inclusion a mené sur ses fonds propres un projet pilote afin de tester la plus-value de la technologie d'impression 3D pour la fabrication de prothèses tibiales dans des pays à faible revenu (Togo et Madagascar) et dans un contexte de guerre (Syrie). Cette expérimentation a mis en lumière la nécessité de développer d'autres recherches opérationnelles visant à valider scientifiquement la pertinence de l'impression 3D couplée avec la télé-réadaptation, inclure d'autres contextes d'intervention et tester cette nouvelle technologie sur d'autres types d'appareils orthopédiques, notamment les orthèses de posture et de marche qui constituent un véritable besoin pour les enfants souffrant de paralysie cérébrale et de pied bot, des pathologies qui restent négligées, et pour les adultes atteints d'hémiplégie et d'autres déformations. C'est dans ce contexte que le projet IMP&ACTE 3D a été développé. La présente étude sur la dimension sociétale du projet IMP&ACTE 3D est une composante complémentaire de la recherche opérationnelle menée par Mobilab sur les dimensions technologiques et cliniques. Si l'équipe du Mobilab s'est concentrée sur la faisabilité, l'efficacité, l'efficience et la qualité de la nouvelle offre de service proposée par le projet IMP&ACTE 3D basé sur la technologie d'impression 3D couplée avec la télé-réadaptation, la présente étude s'est penchée sur la question de son impact social. Plus spécifiquement, l'objectif était de recueillir des données qualitatives afin de démontrer la plus-value du nouveau mode d'intervention proposé par le projet IMP&ACTE 3D.

---

Humanité & Inclusion  
138 avenue des Frères Lumière  
CS 78378  
69371 Lyon CEDEX 08  
France

[publications@hi.org](mailto:publications@hi.org)

