



ASSOCIATION
NATIONALE
FRANÇAISE DES
ERGOTHÉRAPEUTES



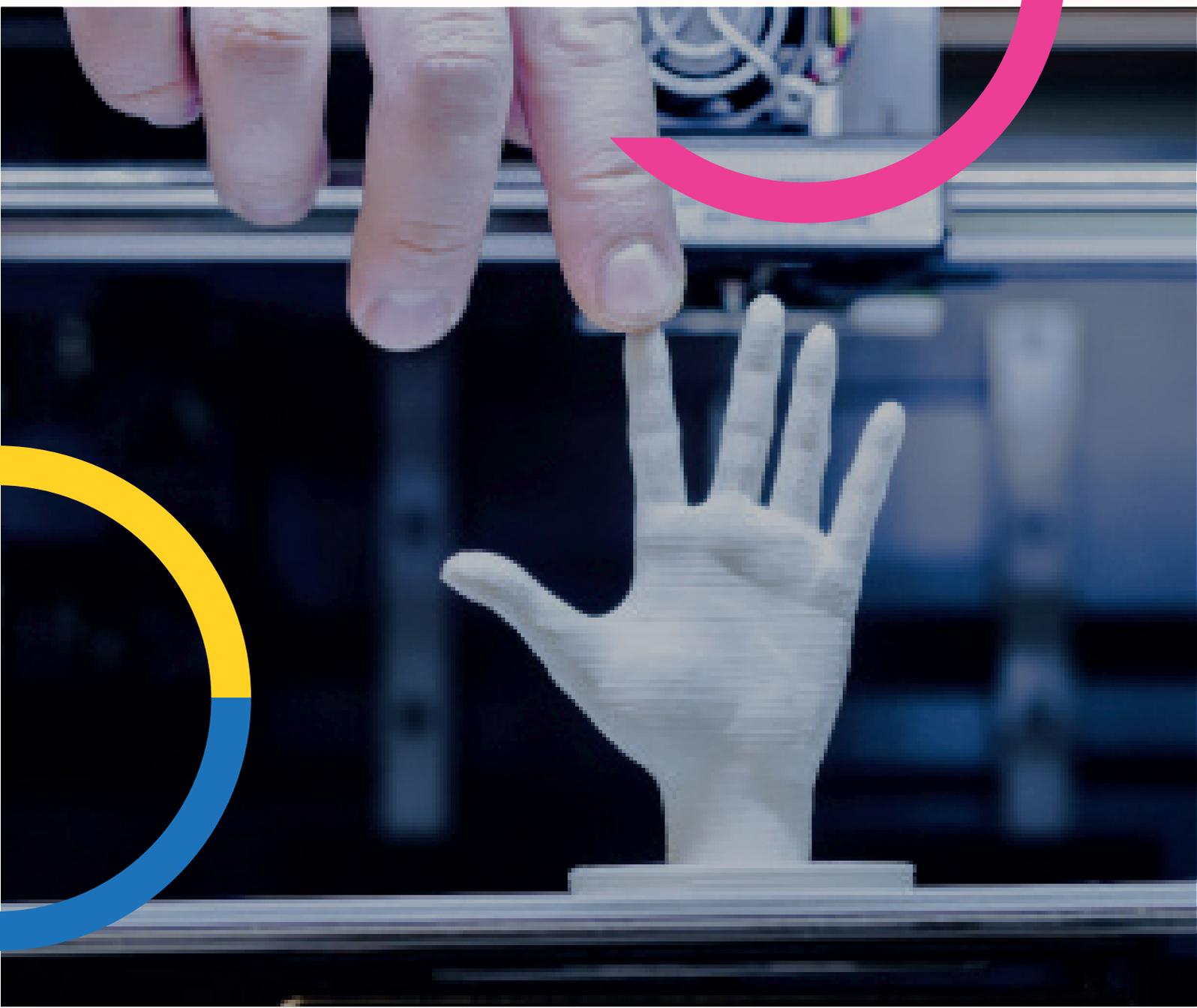
AVEC LE SOUTIEN DE :



Impression 3D d'aides techniques en ergothérapie

Recommandations professionnelles

Juin 2023



Recommandations professionnelles

Impression 3D d'aides techniques en ergothérapie

A l'initiative de l'Association Nationale Française des Ergothérapeutes (ANFE)

Avec la participation de :

Liste des membres du Groupe de Travail GT

Nicolas BIARD (coordination), ergothérapeute PhD - Directeur Technique de l'ANFE
Willy ALLEGRE, ingénieur PhD – CMRRF de Kerpape et Directeur Technique du CoWork'HIT
Marion AUFFRET, ergothérapeute - Clinique FSEF Grenoble La Tronche
Helene CARITEAU, ergothérapeute, étudiante Master RG3PE
Soazig DAVID, ergothérapeute - ErgoCare
Julie GUEGUEN, ergothérapeute – Fondation Ildys
Alice LABBE, ergothérapeute – APF France Handicap
Alice PELLICHERO, ergotherapeute PhD – Post-doc IMTA, CIRRIIS Québec
Karine RIGUET, ergothérapeute – Adjointe de direction FAM Le Verger
Sophie TOURE-JEAN, ergothérapeute – Resp. stages en Ergothérapie CHIMM
Marie VUANO, ergothérapeute - Hôpital Emile-Roux APHP

Autres contributeurs

Sarah THIEBAUT, ergothérapeute – Référente ANFE Réseau R2DE
Yannick UNG, ergothérapeute PhD – Directeur R&D Senioralis
Imade KOUTRI, MCF - Laboratoire PIMM, Arts et Métiers Paris
Joseph BASCOU, ingénieur - Chef du CERAH
Jerémy BESNIER, dessinateur 3D – Centre de Kerpape
Lola LAUBY, ingénieure – Centre d'innovation CoWork'HIT

Groupe de lecture

Fanny CHANTREUIL, ergothérapeute - Hôpital R. Poincaré- Garches-APHP
Léa CHECKROUN, ergothérapeute – Hôpitaux de St Maurice
Alice DE MAGNEE, ergothérapeute - KapLab CHU de Lièges
Fabien DUBOIS, ingénieur - Laboratoire d'analyse du mouvement APHP
Thomas GERSON, ergothérapeute et élève ingénieur
Anton KANIEWSKI, ingénieur - Responsable recherche et gestion des risques
Kévin LEREVEREND, ergothérapeute - Fondation Hopale - Institut Jacques Calvé
Lara MARQUET, ingénieure et kinésithérapeute – KapLab CHU de Lièges
Coline MARTINOT-LAGARDE, ergothérapeute – Hôpitaux de St Maurice
Julien OUDIN, ergothérapeute – APF France Handicap FAM Imphy
Céline PINEAU, ergothérapeute –APF France Handicap FAM Terro Flourido
Samuel POUPLIN, ergothérapeute - PhD, HDR, Hôpital R. Poincaré- Garches-APHP
Julie TROTEL, ergothérapeute - Institut Robert Merle d'Aubigné
CNPE (Conseil National Professionnel de l'Ergothérapie)

Table des matières

Edito	6
Synthèse des recommandations	7
Introduction	8
1. Le cadre d'usage de l'impression 3D	10
1.1. Pré-requis	10
1.2. Définition des aides techniques.....	11
1.2.1. Définition d'une aide technique selon la norme ISO 9999-2022	11
1.2.2. Définition dispositif médical selon la réglementation UE 2017/745.....	11
1.2.3. Intérêt des classifications des aides techniques.....	12
1.3. Aide technique et impression 3D.....	13
1.3.1. Aide technique personnalisée.....	13
1.3.2. Orthèses.....	13
1.3.3. Utilisation mixte de techniques de fabrication.....	13
1.4. Avantages de l'impression 3D pour les aides techniques personnalisées.....	14
2. Acteurs et structures partie-prenantes.....	19
2.1. Participation des usagers.....	19
2.2. Rôle de l'ergothérapeute.....	20
2.3. Rôle du référent technique.....	20
2.4. Réseaux et communauté de pratiques professionnelles.....	20
3. Les compétences nécessaires pour la réalisation d'une aide technique en impression 3D	24
3.1. Compétences de l'ergothérapeute en réalisation 3D	24
3.1.1. Comprendre le Processus, les possibilités et la chaîne production en impression 3D	24
3.1.2. Concevoir et conduire un projet d'intervention en ergothérapie et d'aménagement de l'environnement.....	25
3.1.3. Organiser les activités et coopérer avec les acteurs engagés dans l'impression 3D.....	25
3.2. Compétences de l'utilisateur en réalisation 3D.....	26
3.3. Compétences du référent technique.....	26
3.3.1. Être capable de comprendre le besoin de l'utilisateur.....	26
3.3.2. Être capable de gérer la conception et le processus de fabrication dans toutes ses phases d'un objet en réalisation 3D	26
3.3.3. Connaître, identifier, savoir mobiliser les partenaires et les ressources.....	27
3.4. La formation initiale et continue pour acquérir les compétences à l'impression 3D.....	27

4. Processus de conception et de fabrication d'une aide technique imprimée en 3D.....	29
4.1. L'évaluation.....	30
4.2. Rédaction du cahier des charges fonctionnel.....	31
4.3. Recherche de solutions et conception numérique.....	31
4.3.1. Recherche de solutions.....	31
4.3.2. Cahier des charges techniques.....	31
4.3.3. Recherche de fichiers sources sur les plateformes des communautés.....	32
4.3.4. Conception numérique.....	32
4.4. Fabrication, validation et transmission.....	33
4.4.1. Fabrication.....	33
4.4.2. Validation.....	34
4.4.3. Transmission : utilisation d'une fiche conseil.....	34
5. Traçabilité.....	36
5.1. Définitions.....	36
5.2. Aspects réglementaires.....	37
5.3. En pratique.....	37
5.3.1. Pour qui et pourquoi tracer ?.....	37
5.3.2. Où et comment tracer ?.....	39
5.3.3. Quand tracer ?.....	40
6. Pratique durable de l'impression 3D.....	41
6.1. Définition du développement durable.....	41
6.2. Éléments à prendre en compte pour une pratique durable dans l'utilisation de l'impression 3D en ergothérapie.....	41
6.2.1. Déchets, impact environnemental, empreinte carbone :	41
6.2.2. Coût et accessibilité économique.....	42
6.2.3. Matériaux.....	42
6.2.4. Santé.....	43
6.2.5. Dimension sociale.....	43
6.3. Recommandations pour une utilisation durable de l'impression 3D en ergothérapie.....	44
6.3.1. Conception.....	44
6.3.2. Technologie.....	44
6.3.3. Matières.....	44
6.3.4. Recyclage.....	45
6.3.5. Conditions.....	45
Bibliographie.....	46
Annexes.....	48

Édito

Alors que la technologie d'impression 3D se développe dans l'industrie comme pour le grand public, les ergothérapeutes se sont approprié cet outil afin de faire évoluer leur pratique. Depuis toujours, les ergothérapeutes fabriquent ou adaptent des aides techniques. Ils ont donc naturellement saisi l'opportunité qu'offre cette nouvelle technologie pour imprimer des aides techniques afin de les rendre encore plus adaptées aux besoins des personnes qu'ils accompagnent.

De multiples initiatives personnelles ou institutionnelles ont vu le jour en France depuis 5 ans. Le besoin de partager et d'échanger entre professionnels s'est fait sentir. Des communautés de pratiques ont donc vu le jour. La première à s'être organisée, d'abord en France et désormais à l'international, est la communauté REHAB-LAB, animée par le Centre de Kerpape. Un REHAB-LAB est un espace de fabrication intégré, destiné à la fabrication d'aides techniques personnalisées pour les usagers de structures de soins ou médico-sociales. Il permet aux patients, avec l'aide d'un ergothérapeute, de devenir acteurs du développement de leurs propres aides techniques via l'impression 3D.

Comme pour toute nouvelles pratiques, les ergothérapeutes qui s'initient à l'utilisation de l'impression 3D dans leur activité ont besoin d'avoir un cadre de pratique. Nombreuses sont les questions qui peuvent se poser en faisant leurs premiers pas avec cet outil de fabrication numérique. L'ANFE a notamment pour mission d'accompagner les nouvelles pratiques des ergothérapeutes. C'est donc naturellement que l'ANFE s'est associé au projet REHAB-LAB pour éditer des recommandations professionnelles à destination des ergothérapeutes. Ensemble, ils ont répondu à un appel à projets de la CNSA afin d'obtenir un financement pour réaliser ce travail.

Ces recommandations professionnelles ont pour objectif de guider les ergothérapeutes dans la réalisation d'aides techniques par l'impression 3D et de répondre à certaines des questions qu'ils peuvent se poser au quotidien. Elles s'adressent autant aux ergothérapeutes qui souhaitent investir cette technologie en leur présentant les bonnes pratiques et des retours d'expériences, aux ergothérapeutes qui ont déjà franchis le pas en enrichissant leurs connaissances et leurs compétences, et aux ergothérapeutes les plus expérimentés en leur offrant la possibilité de partager leurs pratiques et leurs expériences au sein de réseaux structurés).

Il s'agit ici d'une première version des recommandations professionnelles pour l'impression 3D d'aides techniques en ergothérapie. L'ANFE et le REHAB-LAB ont pour ambition de les faire évoluer en fonction des retours que les lecteurs de ce document pourront faire et des évolutions technologiques.

Willy ALLÈGRE

Ingénieur, PhD - CMRRF de Kerpape
Directeur technique du CoWork'HIT

Nicolas BIARD

Ergothérapeute, PhD
Directeur technique de l'ANFE

Synthèse des recommandations

1. Catégoriser les aides techniques pour faciliter la traçabilité et valoriser l'activité.
2. Choisir des outils d'évaluation qui s'appuient sur des modèles conceptuels.
3. Rechercher les aides techniques déjà existantes dans le commerce au préalable.
4. Réaliser une veille technologique régulière car les technologies évoluent rapidement.
5. Utiliser une charte ou des règles d'utilisation pour bien cadrer l'utilisation de l'imprimante.
6. Évaluer la pertinence d'utiliser l'impression 3D par rapport aux techniques de fabrication (fabrication numérique ou non).
7. S'assurer qu'il puisse y avoir un suivi du matériel en cas d'incident technique.
8. Impliquer les usagers tout au long de la conception de leur aide technique, de la réflexion jusqu'au suivi d'usage en vie quotidienne.
9. Identifier un référent technique dans son environnement professionnel.
10. Identifier et s'inscrire dans un réseau de pratiques professionnelles pour partager, améliorer ses connaissances et faciliter sa pratique au quotidien.
11. Actualiser le référentiel de compétences et de formation afin de renforcer la formation initiale des ergothérapeutes sur les technologies d'impression 3D.
12. Assurer la disponibilité des formations continues pour que les ergothérapeutes puissent continuer à développer leurs compétences dans le domaine.
13. Mettre en place une démarche d'évaluation de la demande d'aide technique personnalisée.
14. Réaliser une évaluation de la qualité et de l'efficacité de l'impression 3D.
15. Respecter les règles d'hygiène et communiquer les consignes de nettoyage à l'utilisateur lors de la remise de l'aide technique.
16. Transmettre une fiche conseil de l'aide technique à l'utilisateur.
17. Fournir la fiche technique du plastique ainsi que les principaux réglages de l'imprimante (hauteur de ligne, support, etc.).
18. Tracer l'activité 1) dans le dossier du patient, 2) au sein d'une base de données propre à l'établissement et 3) dans le PMSI (pour les ergothérapeutes exerçant en SSR).
19. Développer une pratique durable dans l'utilisation de l'impression 3D.

Introduction

Dès les années 90, un constat d'échec lié à l'utilisation des aides techniques du commerce est dressé dans les pays développés. Quelques études pointent à ce moment un taux d'abandon des aides techniques de l'ordre de 30% (Phillips & Zhao, 1993), avec l'identification de facteurs favorisant l'abandon : le manque de prise en compte de l'opinion de l'utilisateur dans la sélection, la difficulté d'acquisition de l'aide technique, la mauvaise performance de l'appareil et le changement des besoins ou des priorités de l'utilisateur. Ce constat est repris dans le rapport Denormandie-Chevalier qui évoque 30% à 40% de taux d'abandon en France des aides techniques lors de leur première année d'utilisation (Denormandie & Chevalier, 2020).

L'arrivée de l'impression 3D, et plus globalement de la fabrication numérique, permet d'apporter une réponse (bien que partielle) à cet enjeu majeur en lien avec l'autonomie des personnes en situation de handicap. Ce nouvel outil bouleverse les pratiques professionnelles en ergothérapie en permettant notamment une individualisation et une personnalisation avancée des aides techniques. Elle permet d'entrevoir une solution pour améliorer leur appropriation et leur utilisation à long terme lorsque les aides techniques du commerce ne répondent pas aux besoins spécifiques des usagers.

La conception assistée par ordinateur et l'impression 3D ont montré leur efficacité pour la conception, le prototypage rapide, et la fabrication sur mesure des aides techniques (Day & Riley, 2018). De nombreuses études de cas montrent l'intérêt de l'impression 3D pour la personnalisation : intérêt pour la fabrication de prothèses (Degerli et al., 2022; Manero et al., 2019), comme pour la reprise de la lecture ou de l'informatique avec des performances pertinentes par rapport aux aides techniques du commerce (Maharaj et al., 2019). Sur le cas d'étude d'un pilulier réalisé en impression 3D, une meilleure adhésion à l'équipement et une meilleure observance du traitement ont même pu être observées (J. K. Schwartz et al., 2020).

En France, les premières expérimentations en ergothérapie, liées à la fabrication d'aides techniques personnalisées en impression 3D, ont été publiées en 2015 (Ehretsmann, 2015). Il s'agit d'une nouvelle technique de fabrication d'aides techniques utilisées par les ergothérapeutes, souvent assistés d'autres professionnels tels que des ingénieurs (McDonald et al., 2016). Elle apporte de l'esthétisme (Ostuzzi et al., 2015), de la légèreté et la possibilité de reproduire l'aide technique en cas de bris, d'évolution de la pathologie ou encore de croissance de l'enfant. Elle permet également aux patients/résidents et à leur entourage de participer activement au processus de design et/ou de fabrication de l'aide technique (Ostuzzi et al., 2015), ce qui augmente l'acceptabilité de l'aide technique et la satisfaction des utilisateurs (J. Schwartz, 2018), de mieux l'adapter aux préférences et besoins individuels (McDonald et al., 2016) pour ultimement maintenir une utilisation efficace dans le temps.

La réflexion s'est rapidement portée sur l'organisation à mettre en place dans des Établissements de Soins Médico-Sociaux (ESMS), et les possibilités d'implication des patients/résidents dans le processus de conception avec l'implication de plusieurs profils d'acteurs (ergothérapeutes, référents techniques).

Le premier REHAB-LAB a été créé en 2016 au Centre Mutualiste de Rééducation et de Réadaptation Fonctionnelle de Kerpape, en lien avec le laboratoire d'assistances technologiques du centre (Allègre et al., 2017), pour permettre à des patients/résidents de concevoir par eux-mêmes leurs propres aides techniques. En 2022, on constate l'intérêt porté à ces nouveaux Fab-labs intégrés puisque qu'une communauté de 35 REHAB-LAB a pu être développée (impliquant plus de 900 usagers ayant participé à la co-conception d'environ 1400 aides techniques).

L'impression 3D doit toutefois être appréhendée comme un outil à inscrire dans la large palette d'outils de fabrication d'aides techniques personnalisées. Il convient dès lors de bien connaître ses avantages, mais aussi ses limites, car l'impression 3D ne peut pas aujourd'hui répondre à toutes les exigences de création d'une aide technique. Dans ce guide de recommandations professionnelles, nous avons essayé d'apporter un éclairage sur les pratiques actuelles en France et à l'international, en positionnant le plus justement possible cette nouvelle technique de fabrication.

Au moment de la rédaction de ces recommandations, la thématique de l'impression 3D pour les aides techniques est en plein essor. Cela nous pousse à réfléchir à de nouveaux enjeux législatifs et réglementaires et à la responsabilité autour des aides techniques tels que l'enjeu de l'écologie et du développement durable associé à ce mode de production. Autant de sujets que nous avons abordés modestement dans ces recommandations en utilisant les connaissances actuelles et les nombreux retours d'expériences des ergothérapeutes.

1. Le cadre d'usage de l'impression 3D

1.1 - Pré-requis

En 2023, 25% des dispositifs médicaux seront fabriqués en impression 3D (principalement des prothèses de hanche et des implants) (Carlota, 2019).

Cette nouvelle technique de fabrication – on parle plus largement de fabrication numérique – est pertinente pour répondre aux exigences de personnalisation des aides techniques en ergothérapie lorsque les aides techniques du commerce ne répondent pas aux besoins spécifiques de certaines personnes ou tout simplement n'existent pas. Les aides techniques font partie du paysage en ergothérapie depuis la fondation de la profession. Le souhait de permettre aux personnes en situation de handicap de réaliser leurs occupations a motivé les ergothérapeutes et les usagers à innover dans la création d'objets adaptés aux capacités et aux besoins de chacun. L'arrivée de nouvelles matières et de nouvelles technologies, a permis de rendre accessible à un large public les objets jusque-là réservés aux secteurs spécialisés (médical, militaire, industriel). Cette démocratisation a permis l'accès à des objets standardisés, du commerce à moindre coût. Le smartphone en est un bel exemple. L'offre d'aides techniques du commerce s'est aussi beaucoup diversifiée et étoffée.

De plus, nous pouvons rappeler le contexte sanitaire après les réformes de santé de la fin des années 1990, tels qu'une décentralisation de certaines compétences des établissements de santé (services techniques, ortho-prothèses). Les moyens humains et matériels pour la réalisation d'aides techniques personnalisées tendaient donc à disparaître des établissements de santé ces dernières années. L'arrivée de l'impression 3D semble réouvrir des perspectives tant sur la facilité de mise en place que sur l'attractivité et l'universalité de cette nouvelle technologie.

Plusieurs rapports gouvernementaux ont pu servir de référence pour définir les aides techniques. Ils se sont modifiés avec l'évolution des représentations des notions de handicap et de participation. Parmi ces rapports nous pouvons citer (Bodin, 2007; Denormandie & Chevalier, 2020) :

- Le rapport « Rouch » (1995) différencie les aides techniques de l'appareillage et des produits visant le confort, aussi appelés « produits pour mieux vivre ».
- Le rapport « Lecomte » (2003), avait pour objectif de proposer une classification des aides techniques selon la norme ISO (International Organization for Standardization)
- La loi du 11 février 2005 organise une prise en charge financière des aides techniques non prises en charges par la CPAM.
- Le rapport « Denormandie-Chevalier » (2020) considère les aides techniques comme des éléments indispensables dans la vie des personnes. Son objectif est de mettre en place une politique globale permettant un accompagnement autour de l'information, l'acceptation des aides techniques et l'évolution des besoins afin d'apporter un soutien à l'autonomie, quel que soit l'âge de la personne.

1.2 - Définition des aides techniques

Il existait jusque-là une zone grise dans les aspects législatifs concernant la fabrication d'aides techniques sur mesure. Les récentes législations sur les dispositifs médicaux (Règlement (UE) 2017/745) nous ont amené à devoir mettre en place des éléments de suivi et de traçabilité. Les aides techniques sur mesure sont actuellement définies comme classe 1 (non invasifs).

Pour définir une aide technique, nous nous sommes appuyés sur la définition de la norme ISO 9999 dans sa version de 2022, où le terme de produit d'assistance pour personne en situation de handicap a été retenu afin de s'aligner à la terminologie de la Classification Internationale du Fonctionnement (CIF).

Cette norme propose notamment une définition du contexte d'utilisation de l'aide technique (cadre de travail, domicile, institution). Une partie des produits d'assistance peuvent être classée comme dispositifs médicaux. L'impression 3D serait donc finalement un atout du fait des éléments objectifs et reproductibles qu'elle apporte.

1.2.1 - Définition d'une aide technique selon la norme ISO 9999-2022

« Tout produit (y compris tout dispositif, équipement, instrument et logiciel) fabriqué spécialement ou généralement sur le marché, utilisé par ou pour les personnes en situation de handicap, destiné à

- favoriser la participation ;
- protéger, soutenir, entraîner, mesurer ou remplacer les fonctions organiques, les structures anatomiques et les activités ;
- prévenir les déficiences, les limitations d'activité et les restrictions de participation. »

1.2.2 - Définition dispositif médical selon la réglementation UE 2017/745

« Tout instrument, appareil, équipement, logiciel, implant, réactif, matière ou autre article destiné par le fabricant à être utilisé, seul ou en association chez l'homme pour l'une ou plusieurs des fins médicales précises suivantes :

- diagnostic, prévention, contrôle, prédiction, pronostic, traitement ou atténuation d'une maladie ;
- diagnostic, contrôle, traitement, atténuation d'une blessure ou d'un handicap ou compensation de ceux-ci. »

Est défini comme accessoire de dispositif médical : « tout article qui, sans être lui-même un dispositif médical, est destiné par son fabricant à être utilisé avec un ou plusieurs dispositifs médicaux donnés pour permettre une utilisation de ce ou ces derniers conforme à sa ou leur destination [...] » (Règlement UE relatif aux dispositifs médicaux (UE) 2017/745, s. d.)

1.2.3 - Intérêt des classifications des aides techniques

Classifier les aides techniques est recommandé pour faciliter la traçabilité, la recherche de données et la valorisation de l'activité.

La majorité des bases des données et des plateformes sur les aides techniques utilisent la classification selon la norme ISO 9999-2022. Une classification fiable selon cette norme est disponible sur le site du réseau eastin (Réseau Global d'Information sur les Aides Techniques), l'organisme européen qui vient agrémente la base européenne des aides techniques.

Concernant les outils d'évaluation utilisés en ergothérapie, ils dépendent des modèles conceptuels utilisés dans la pratique professionnelle de l'ergothérapeute. Nous recommandons de choisir une dynamique occupationnelle, cependant, en fonction du contexte et des collaborations engagées, nous pouvons être amenés à utiliser des modèles plus transversaux. Parmi ces modèles on peut citer le MOH (Modèle de l'occupation Humaine), le MCREO (Modèle Canadien du Rendement et de l'Engagement Occupationnel) qui sont des modèles ergothérapiques et le MDH-PPH (Modèle du Développement Humain - Processus de Production du Handicap), la CIF (Classification Internationale du Fonctionnement), le HAATM (Human Activity Assistive Technology Model) qui sont des modèles interprofessionnels de compréhension du handicap. Les modalités de l'évaluation de la personne, de ses besoins et de son environnement sont disponibles dans les recommandations professionnelles sur la prescription des aides techniques (Biard et al., 2022).

L'impression 3D serait donc un atout du fait des éléments objectifs et reproductibles qu'elle apporte.

Recommandation n°1 : Catégoriser les aides techniques pour faciliter la traçabilité et valoriser l'activité.

Recommandation n°2 : Choisir des outils d'évaluation qui s'appuient sur des modèles conceptuels.

1.3 - Aide technique et impression 3D

1.3.1 - Aide technique personnalisée

Lors du processus de préconisation ou de prescription d'une aide technique, le premier réflexe de l'ergothérapeute est de s'orienter vers les aides techniques du commerce. Cependant, dans de nombreuses situations, et pour mieux répondre aux besoins des usagers, des adaptations ou des réalisations uniques sont nécessaires.

Il est rappelé que les objets du commerce ont une propriété intellectuelle et ne peuvent pas être reproduits à l'identique.

Recommandation n°3 : Rechercher les aides techniques déjà existantes dans le commerce au préalable.

Recommandation n°4 : Réaliser une veille technologique régulière car les technologies évoluent rapidement.

Recommandation n°5 : Utiliser une charte ou des règles d'utilisation pour bien cadrer l'utilisation de l'imprimante.

Des modèles de chartes existent et peuvent être trouvés sur internet : la charte originelle du MIT (<https://fab.cba.mit.edu/about/charter/>), des déclinaisons de charte applicable à un Fab-lab local (<https://www.saint-brieuc-factory.fr/charte-Fab-lab>), tout comme la charte du REHAB-LAB (Fab-lab intégré dans un établissement de santé : <https://REHAB-LAB.org/charter>).

1.3.2 - Orthèses

La technologie d'impression 3D permet la réalisation d'orthèses. Cependant, si un besoin spécifique autour des orthèses est repéré, cela nécessite des formations complémentaires et l'investissement dans du matériel plus spécifique (scanner, logiciels). Il apparaît alors nécessaire de travailler en pluridisciplinarité avec des orthoprothésistes qui utilisent la technologie de l'impression 3D pour garantir les meilleurs soins.

1.3.3 - Utilisation mixte de techniques de fabrication

Plusieurs technologies peuvent s'additionner à celle de l'impression 3D : aides techniques intégrant de l'électronique (ex : contacteur personnalisé), silicone, revêtement en cuir, ressorts, aimants, bois, néoprène, etc. Il existe également d'autres techniques de fabrication tels que la couture numérique, laser, jonction plastique.

Recommandation n°6 : Évaluer la pertinence d'utiliser l'impression 3D par rapport aux techniques de fabrication (fabrication numérique ou non).

Recommandation n°7 : S'assurer qu'il puisse y avoir un suivi du matériel en cas d'incident technique.

1.4 - Avantages de l'impression 3D pour les aides techniques personnalisées

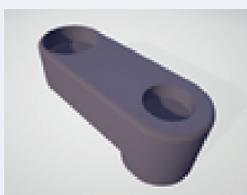
L'impression 3D apporte de nombreux avantages (Stojmiski et al., 2015) par rapport aux techniques de fabrication classiques utilisées à ce jour en ergothérapie pour la conception d'aides techniques personnalisées : accessibilité, adaptation, poids, esthétique, reproduction, partage, , temps, coût, nouvelle activité (médiation/occupation) appropriation, matériaux et environnement. Chaque avantage est détaillé ci-dessous (Allègre et al., 2017).

Accessibilité



La fabrication numérique permet aux patients "makers" de créer des aides techniques physiques par le simple accès au numérique.

Il s'agit d'un avantage majeur de l'impression 3D en tant qu'outil de fabrication numérique par rapport aux techniques fabrication traditionnelle en ergothérapie. À partir du moment où l'utilisateur a accès à l'informatique, alors ce dernier peut concevoir une aide technique physique qu'il pourra in fine utiliser.



Adaptation réalisée par Jean-Christophe à l'aide d'un joystick au menton connecté à un PC. Permet de contrôler une table de mixage à l'aide d'une tige buccale (remplacement de potentiomètres existants)

Adaptation

Chaque aide technique adaptée pour un besoin unique peut être facilement ajustée pour une autre personne grâce au numérique.

Les dimensions de l'aide technique peuvent être modifiées simplement, sans avoir à redessiner l'objet dans son intégralité. Pour l'ergothérapeute formé, cela peut représenter un gain de temps important. Par exemple, il est possible de réemployer un modèle d'aide technique déjà créée comme une fourche de fauteuil électrique pour l'adapter aux dimensions de la main ou aux capacités gestuelles. Joystick ou "fourche" paramétrable pour s'adapter à la taille de chaque main.



Poids



Le ratio poids/solidité peut être contrôlé facilement en fonction du taux de remplissage et de l'utilisation de différents matériaux. Il est donc important de bien identifier la solidité souhaitée afin d'alléger ou non le poids des aides techniques.

L'impression 3D par dépôt de fils permet de régler, avant impression, le taux de remplissage de l'objet. En fonction des besoins en termes de solidité mais aussi en fonction du poids souhaité de l'aide technique, il est possible de jouer sur ce paramètre.

Par exemple, cela peut être intéressant pour la réalisation des pions à poids variables dans un exercice de rééducation de la préhension en ergothérapie. De même, cette possibilité permet d'adapter le poids de l'aide technique aux capacités gestuelles et à la force de l'utilisateur.

Pions d'ergothérapie réalisés avec différents remplissages afin de faire varier le poids.

Esthétique



La taille, la forme, la couleur peuvent être personnalisées, permettant une meilleure appropriation.

La forme, le toucher et l'esthétique sont des paramètres importants qui influencent l'acceptabilité et l'appropriation de l'aide technique. L'impression 3D permet de répondre à ces exigences : la forme de l'aide technique peut être classique, bien sûr, mais

elle peut aussi remplir un rôle esthétique et garantir la même fonction. Il est également possible de jouer sur les matériaux (par exemple : leur adhérence, leur flexibilité ou leurs couleurs... ce qui demande une connaissance approfondie du mécanisme et des réglages de l'impression 3D)

Support de paille personnalisé avec une couleur unique ainsi que l'utilisation d'une forme d'animal.

Reproduction

La reproduction d'objets ne mobilise pas de temps de thérapeutes du fait de la facilité de reproduction d'un objet à partir de son fichier 3D.

L'objet créé numériquement peut être reproduit facilement.





C'est un fichier (au format STL) qui peut être utilisé sur n'importe quelle imprimante 3D.

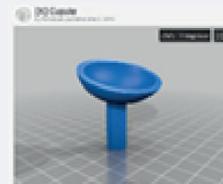
Lorsque l'aide technique est cassée ou perdue, il est alors possible, sans une nouvelle prise en charge, de l'imprimer localement (si une imprimante est mise à disposition, ou en se dirigeant vers un Fab-lab local par exemple). Mais l'impression peut également se faire à distance grâce à des services d'impression en ligne qui charge le fichier numérique, imprime l'objet et l'expédie par la poste.

Ce support de verre est facilement reproductible grâce au fichier 3D, même une fois le patient en dehors du centre.

Partage

Le numérique permet un partage aisé d'aides techniques sous la forme de fichiers.

C'est un point fort et nouveau de l'impression 3D, technique de fabrication numérique qui permet de dupliquer et partager des fichiers représentant les objets 3D. Pour faciliter le partage de ces objets, il existe de nombreuses plateformes de partage d'objets 3D « grand public » comme Thingiverse, MyMiniFactory, REHAB-LAB... Comme il est possible de télécharger librement des objets sur ces plateformes, chacun peut aussi y contribuer en mettant à la disposition de la communauté ses propres objets pour qu'ils soient à leur tour téléchargés.



Cupule pour un mini-joystick de fauteuil électrique. La conception a été réalisée à Kerpape et le fichier partagé sur Thingiverse (et téléchargé plus de mille fois).

Temps



Le temps de fabrication est fortement lié au coût de chaque aide technique. En impression 3D, il est facile de différencier le temps de design de celui de réalisation.

Du point de vue de l'ergothérapeute, une fois l'apprentissage du logiciel réalisé, le temps de création peut dans certains cas être équivalent voir plus court si on le compare à d'autres techniques de fabrication. Le temps de l'impression en 3D est, lui, relativement important, lié aux dimensions de l'objet. Mais ce temps ne nécessite aucune présence.

De plus, les impressions très longues peuvent être effectuées la nuit, tout en restant sous surveillance pour éviter les risques d'incendie (le temps humain pour reproduire à l'identique une aide technique déjà réalisée est quant à lui négligeable, puisqu'il s'agit ici de lancer l'impression d'un objet existant).

Adaptation d'un stylet qui peut être reproduit pour un autre patient en ajustant simplement quelques paramètres.

Coût



L'un des bénéfices les plus importants dans le contexte du système de santé. Les matériaux (environ 30€/kg) ainsi que l'imprimante (moins de 5000€) sont abordables pour une structure.

Les matériaux utilisés généralement dans l'impression 3D « low-cost » sont essentiellement du PLA et de l'ABS, deux types de plastique aux propriétés mécaniques différentes. Les bobines de plastique pour les imprimantes à dépôt de fils sont d'un prix très abordable : 30/40 euros le kilogramme, avec des variations de prix en fonction de la technicité du matériau (conducteur, thermochrome...). Avec 1 kg, il est possible de fabriquer un grand nombre de pièces (des dizaines d'objets, en nombre variable suivant les dimensions).

Orthèse de syndactylie qui permet de maintenir une bonne position de doigts. Coût matériaux < 0,6€ (PLA flexible, remplissage 10%)

Nouvelle activité

La conception et la réalisation d'une aide technique est une toute nouvelle activité.

Elle devient alors, pour un patient, un médiateur permettant une mise en situation écologique pour évaluer les capacités visuo-spatiales, les fonctions exécutives, l'apprentissage...

C'est aussi un nouvel outil de mise en situation permettant le développement des habiletés en informatique. La création de leur aide technique permet aux patients de passer du virtuel au réel et, en cela, de participer à la reconstruction de l'estime de soi, de retrouver des capacités d'agir et de reprendre du pouvoir sur la matière (Allègre et al., 2017).



Appropriation



L'implication du patient dans la réalisation de son aide technique favorise son acceptabilité et donc son appropriation.

Lors des primo-rééducations, le patient devient, au fur et à mesure qu'il connaît ses capacités et ses limites, expert de ses propres besoins et des possibilités de compenser ses situations de handicap.

D'après notre expérience, l'implication du patient dans la réalisation favorise son acceptabilité et son appropriation.

Dans une étude sur les déterminants de la non-utilisation des aides techniques, il est mis en avant que les appareils les plus susceptibles d'être utilisés sont ceux dont la sélection et la conception tiennent compte de l'expérience et de l'opinion des usagers (Wanet-Defalque, Machabée, 2009).

Matériaux et environnement

Un très grand nombre de matériaux différents peuvent être utilisés, chacun possédant des propriétés différentes (résistance mécanique, esthétique, contact alimentaire, biocompatibilité...).

La plupart sont biodégradables et/ou biosourcés. Les autres sont potentiellement recyclables ou réutilisables dans d'autres milieux pour valoriser au mieux les matières utilisés.

L'aspect brute de la matière permet d'en tirer grandement profit surtout si elle est triée. Plus d'informations dans la section 6 Pratique durable de l'impression 3D



2. Acteurs et structures partie-prenantes

L'impression 3D fait appel à plusieurs acteurs qui présentent des profils avec des compétences et des activités complémentaires. L'ergothérapeute peut ainsi se voir impliquer s'il le souhaite dans une démarche de co-conception en affirmant son expertise dans le champ des aides techniques, tout en collaborant avec d'autres professionnels et en impliquant davantage les patients/résidents qu'il accompagne.

2.1 - Participation des usagers

La démarche autour de la création d'assistances technologiques en "Do It Yourself" (faire par soi-même) est très documentée, et est souvent associée à l'usage des imprimantes de fabrication numérique comme l'impression 3D avant même que ces outils soient démocratisés dans les organisations de santé (Buehler et al., 2014; Hurst & Tobias, 2011; Russo et al., 2018).

L'implication de l'utilisateur dans la conception, en la collaboration avec les différents acteurs, permet de réaliser une aide technique personnalisée et adaptée à ses besoins (Thorsen et al., 2021). Son niveau de participation et son rôle dans l'élaboration de l'aide technique dépendent de plusieurs facteurs, dont sa volonté et sa curiosité, mais aussi ses capacités physiques et cognitives et de ses connaissances relatives à sa situation de handicap (Allègre et al., 2017). L'implication de l'utilisateur à minima dans l'élaboration du cahier des charges de son aide technique, est le seul moyen de garantir son utilisation. Au-delà du cahier des charges, l'utilisateur peut être impliqué dans les étapes de conception : modélisation avec un logiciel de conception assisté par ordinateur (CAO) et fabrication. Sa participation et son implication dans la réalisation de son aide technique peut ainsi faire partie de son projet personnalisé de soin

Les premiers retours d'expériences des usagers soulignent l'importance de travailler en collaboration avec l'utilisateur en situation de handicap, patient ou résident, en l'impliquant dans le processus de conception au plus haut niveau souhaité. Cela permet de répondre à ses besoins spécifiques.

Il est donc nécessaire de mettre en place les conditions pour faire participer les usagers, patients, résidents (en fonction de votre structure ou type d'activités) dans le processus de conception des aides techniques (de la réflexion à la fabrication de l'aide technique). L'impression 3D étant un outil de fabrication numérique, à partir du moment où la personne a accès à l'informatique, il est possible de lui donner accès à la création d'un objet physique qui peut compenser sa propre situation de handicap.

L'utilisateur a aussi un rôle important dans l'évaluation des aides techniques en court ou développé afin de pouvoir améliorer ces aides en continu et diversifier leurs accessoires ou utilisations. Ainsi, les aides techniques seront à terme adaptées à plusieurs besoins et plusieurs types de situations.

Recommandation n°8 : Impliquer les usagers tout au long de la conception de leur aide technique, de la réflexion jusqu'au suivi d'usage en vie quotidienne.

2.2 - Rôle de l'ergothérapeute

L'ergothérapeute met en œuvre des activités de soins, de rééducation, de réadaptation, de réinsertion et de réhabilitation psycho-sociale en ergothérapie (référence à la Compétence 3 du référentiel de compétences du DE d'ergothérapie : « Mettre en œuvre des activités de soins, de rééducation, de réadaptation, de réinsertion et de réhabilitation psycho-sociale en ergothérapie » (Arrêté du 5 juillet 2010 relatif au diplôme d'Etat d'ergothérapeute, 2012)). Il doit être capable d'identifier les facteurs favorisant l'engagement des patients/résidents dans l'activité et l'amélioration de leur indépendance. Il applique les activités ergothérapeutiques et les techniques spécifiques pour maintenir ou améliorer le niveau de performance du bénéficiaire :

- En adaptant le cadre thérapeutique en fonction de la situation et des réactions de la personne,
- En adaptant l'activité en fonction des capacités et des réactions de la personne, du contexte et des exigences requises pour l'accomplissement de l'activité.

L'ergothérapeute accompagne le bénéficiaire à la création d'aides techniques personnalisées favorisant son autonomie et son indépendance : de l'imagination à l'impression 3D en passant par le dessin sur ordinateur (référence à la Compétence 4 du référentiel de compétences du DE d'ergothérapie : « Concevoir, réaliser, adapter les orthèses provisoires, extemporanées, à visée fonctionnelle ou à visée d'aide technique, adapter et préconiser les orthèses de série, les aides techniques ou animalières et les assistances technologiques »).

Pour cela,

- Il identifie les besoins de la personne en aides techniques spécifiques
- Il élabore un cahier des charges répondant aux besoins de la personne
- Il accompagne le bénéficiaire dans la découverte et l'utilisation du logiciel en CAO (Conception Assistée par Ordinateur)
- Il crée l'aide technique en CAO avec le bénéficiaire
- Il élabore une fiche technique de conseils et de suivi
- Il veille à la traçabilité de son activité
- Il communique sur l'activité de réalisation 3D de l'établissement en interne et externe : formation initiale en IFE et information
- Il tient une veille technologique et documentaire

L'ergothérapeute recherche, traite et analyse donc les données professionnels et scientifiques (référence Compétence 8 du référentiel de compétences du DE d'ergothérapie : « Rechercher, traiter et analyser des données professionnelles et scientifiques »).

Il est capable de coopérer avec les différents acteurs et d'organiser les activités : se familiariser avec le fonctionnement du REHAB-LAB, organiser un planning au sein du service, communiquer et présenter l'activité du REHAB-LAB au sein de l'établissement et à l'extérieur auprès des patients et des différents partenaires et professionnels (référence Compétence 9 du référentiel de compétences du DE d'ergothérapie : « Organiser les activités et coopérer avec les différents acteurs »).

Pour finir, l'ergothérapeute forme et informe dans le cadre de son exercice professionnel (référence Compétence 10 du référentiel de compétences du DE d'ergothérapie : « Former et informer »).

Les ergothérapeutes sont compétents pour pratiquer l'impression 3D. Il faut donc oser et se lancer. Si l'ergothérapeute rencontre des difficultés, il existe des formations en fonction des besoins (cf. Section 3. Les compétences nécessaires pour la réalisation d'une aide technique en impression 3D).

2.3 - Rôle du référent technique

Les différents cas d'usage de l'impression 3D illustrent l'intérêt d'associer des profils techniques aux compétences développées en formation initiale en ergothérapie (Mihailidis & Polgar, 2016). Le référent technique est une personne avec un profil ingénieur/technicien au sein de l'organisation. L'ergothérapeute peut endosser le rôle de référent technique. Pour cela, il est recommandé de suivre une formation complémentaire. Ces "référénts techniques" apportent des compétences variées autour des matériaux utilisables, des techniques de fabrication possibles, dans la méthodologie et donc dans la conception même de l'aide technique (qui peut parfois être complexe à mettre au point). Ils permettent également de guider la conception, de sa faisabilité technique jusqu'au rendu final des aides techniques plus solides et plus esthétiques. En interaction avec l'utilisateur et l'ergothérapeute, ce référent peut au-delà des phases de co-conception, assurer la maintenance des outils de fabrication numérique (qui peut être un frein à l'utilisation parfois).

Recommandation n°9 : Identifier un référent technique dans son environnement professionnel.

2.4 - Réseaux et communauté de pratiques professionnelles

L'impression 3D offre un grand nombre d'avantages par rapport aux techniques de fabrication traditionnelles pour la création d'aides techniques personnalisées (cf. Section 1.4. Avantages de l'impression 3D pour les aides techniques personnalisées). Le partage est un avantage majeur de cette technique de fabrication numérique : une aide technique très personnalisée peut ainsi être partagée entre professionnels/usagers pour qu'une personne à l'autre bout du monde puisse en bénéficier.

Ce partage facilite grandement les collaborations avec différents réseaux/communautés qui ont des activités autour de la création d'aides techniques.

Nous retrouvons principalement deux typologies d'organisations qui œuvrent dans ce domaine, impliquant des ergothérapeutes aujourd'hui en France :

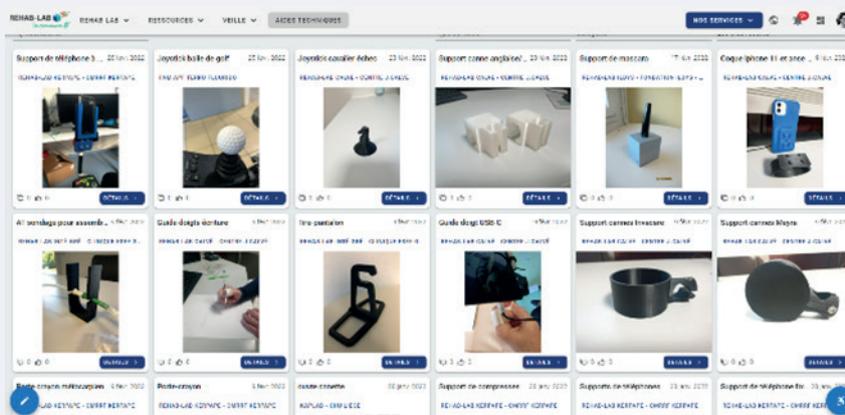
- **Des Fab-labs spécialisés dans le Handicap** : un Fab-lab (contraction de l'anglais fabrication laboratory, « laboratoire de fabrication ») est un lieu ouvert au public où il est mis à sa disposition toutes sortes d'outils, notamment des machines-outils pilotées par ordinateur, pour la conception et la réalisation d'objets. Sous statut associatif majoritairement, l'objectif de ces tiers-lieux est d'accueillir tout citoyen pour réaliser des projets par eux-mêmes. A titre d'exemple, E-Fabrik associe des jeunes et des personnes en situation de handicap autour de programmes pédagogiques en mettant notamment en relation une structure handicap, une structure jeunesse et un lieu de créativité numérique (plus d'informations : <http://www.efabrik.fr/en-bref/>). L'association My Human Kit à travers son "Human Lab" qui se définit comme un lieu de sociabilité, d'entraide et de créativité dédié à la réalisation d'aides techniques aux handicaps développe quant à elle un réseau de Fab-labs en France et à l'international (plus d'informations : <https://myhumankit.org/>).
- **Des Fab-labs intégrés dans des établissements sanitaires / médico-sociaux (ESMS)** avec une activité d'impression 3D pour la création d'aides techniques. À titre d'exemple, nous pouvons citer le REHAB-LAB de Kerpape et le HandiFab-lab comme les premiers ateliers de fabrication numérique en Europe, implanté respectivement dans un établissement sanitaire et médico-social depuis 2016 (IEM Christian DABBADIE de l'APF France handicap). Plus récemment, le Fab-lab Héphaïstos est un service hospitalier transversal de l'APHP qui se définit comme un nouvel outil de soin pour les soignants et les agents au profit du patient. Il met à disposition des outils de fabrication numérique pour concevoir et fabriquer toutes sortes de solutions qui facilitent, le quotidien dans les services de l'Hôpital : objet, solution organisationnelle, outil numérique, ou médiation.

En 2022, on constate l'intérêt porté à ces nouveaux Fab-labs intégrés dans des ESMS puisqu'une communauté de 35 REHAB-LAB (Fab-lab intégré dans un ESMS) a pu être développée, partageant le même type d'organisation et les mêmes valeurs autour de trois outils structurants :

- Une charte (traduite en 6 langues) qui permet de définir l'organisation générale, les valeurs et les grands principes de fonctionnement
- Un modèle logique qui permet de formaliser les ressources (humaines, matérielles) et les activités minimales pour être conforme
- Une plateforme numérique pour partager les aides techniques, les pratiques, la veille autour du matériel.



Membre de la communauté REHAB-LAB (février 2022)



Plateforme de partage d'aides techniques par des professionnels ergothérapeutes

Cette activité est soutenue par la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA), avec la participation de l'Association Nationale Française des Ergothérapeutes (plus d'informations : <https://REHAB-LAB.org/>). Au-delà de ces deux catégories d'acteurs, nous pouvons également citer des écoles d'ingénieurs et acteurs universitaires (ex : UBO Open Factory, l'APHP avec sa ferme d'impression 3D...), des

Recommandation n°10 : Identifier et s'inscrire dans un réseau de pratiques professionnelles pour partager, améliorer ses connaissances et faciliter sa pratique au quotidien.

entreprises (ex : Orthopus, Humaniteam, CoWork'HIT...).

Il peut s'agir de tisser des liens avec des acteurs locaux (Fab-lab, école d'ingénieurs, universités...), mais aussi de s'inscrire dans un réseau de pratiques professionnelles formalisé, comme la communauté REHAB-LAB qui permet de partager et de trouver des réponses autour des volets techniques / règlementaires / juridique liés à ces nouvelles pratiques. Cette recommandation est d'autant plus importante dans le cas de pratiques isolées (peu importe le statut libéral ou salarié en structure).

3 - Les compétences nécessaires pour la réalisation d'une aide technique en impression 3D

L'élaboration d'un objet ou d'une aide technique en impression 3D nécessite la collaboration d'un trinôme ergothérapeute-usager-référent technique. Cette section décrit les compétences attendues pour chacun de ces acteurs.

3.1 - Compétences de l'ergothérapeute en réalisation 3D

3.1.1 - Comprendre le Processus, les possibilités et la chaîne production en impression 3D

Créer une aide technique spécifique en impression 3D

- Comprendre processus impression 3D
- Appréhender le potentiel et les possibilités de l'impression 3D :
 - Connaître les outils de CAO
 - Sensibiliser aux outils annexes
 - Numériser et transformer des objets avec un scanner 3D
 - Découvrir les stylos 3D
- Analyser la chaîne de production d'un objet imprimé en 3D
- Évaluer le besoin de personnaliser une aide technique à la situation spécifique de la personne dans son environnement
- Créer un objet à partir d'une situation réelle
 - Être capable de réaliser un croquis de l'objet à réaliser (ressource technique)
 - Élaborer avec des outils de CAO, des objets à imprimer
 - Exploiter les périphériques spécifiques en CAO
 - Modifier, mixer des formes et des objets
 - Travailler la finition des objets
 - Comprendre et travailler les matières plastiques
- Optimiser le processus de l'impression 3D
- Connaître les règles de sécurité
- Référence à la législation

3.1.2 - Concevoir et conduire un projet d'intervention en ergothérapie et d'aménagement de l'environnement

Concevoir une aide technique personnalisée

- Maîtriser le fonctionnement de la structure et /ou du REHAB-LAB
- Participer à la réflexion autour de l'utilisateur
- Informer ou former l'utilisateur à l'impression 3D et au fonctionnement d'un REHAB-LAB
- Évaluer les compétences de l'utilisateur à l'intégration des notions liées à l'impression 3D :
 - Élaborer avec des outils de CAO, des objets à imprimer
 - Exploiter les périphériques spécifiques en CAO
 - Modifier, mixer des formes et des objets
- Identifier et analyser les besoins de l'utilisateur
- Développer une stratégie thérapeutique en lien avec l'impression 3D
- Accompagner l'utilisateur à la réalisation de son aide technique en impression 3D

3.1.3 - Organiser les activités et coopérer avec les acteurs engagés dans l'impression 3D

(Référence : Compétence 9 : organiser les activités et coopérer avec les différents acteurs)

Élaborer un cahier des charges techniques afin d'équiper un service avec imprimante 3D :

- Mesurer les ressources et investissements exigés par la mise en œuvre de l'impression 3D
- Définir les solutions matérielles et logicielles permettant d'équiper un service

Installer et garantir la maintenance d'une imprimante 3D :

- Installer et exploiter une imprimante 3D
- Préparer une imprimante 3D, la calibrer
- Effectuer son entretien et sa maintenance

Partager et diffuser les aides techniques proposées sur les réseaux :

- Assurer une veille technologique

Connaître et identifier les partenaires techniques

Comprendre la démarche Fab-lab

Développer et contribuer au réseau REHAB-LAB

Recommandation n°11 : Actualiser le référentiel de compétences et de formation afin de renforcer la formation initiale des ergothérapeutes sur les technologies d'impression 3D.

3.2 - Compétences de l'utilisateur en réalisation 3D

- Connaître et comprendre l'impression 3D
- Intégrer des notions liées à l'impression 3D
- Identifier et analyser ses besoins occupationnels si besoin accompagné par un ergothérapeute
- Acquérir une expertise sur sa propre situation de handicap
- Identifier et exploiter ses connaissances techniques et en impression 3D
- Réaliser son aide technique en impression 3D :
 - Être capable de réaliser ou d'imaginer un croquis de l'objet à réaliser
 - Élaborer avec des outils de CAO, des objets à imprimer
 - Exploiter les périphériques spécifiques en CAO
 - Modifier, mixer des formes et des objets (possiblement accompagné par un référent technique)

3.3 - Compétences du référent technique

3.3.1 - Être capable de comprendre le besoin de l'utilisateur

- Définir le projet en équipe
- Mettre en place une organisation de travail avec l'utilisateur et l'ergothérapeute
- Réaliser l'aide technique de la réflexion à la conception en impression 3D

3.3.2 - Être capable de gérer la conception et le processus de fabrication dans toutes ses phases d'un objet en réalisation 3D

Acquérir les compétences pratiques pour assurer le bon fonctionnement d'une imprimante :

- Choisir les matériaux
- Savoir préparer l'imprimante 3D, calibrer le plateau d'impression, utiliser le logiciel de tranchage dédié
- Connaître les limites de l'imprimante et de l'impression
- Entretenir et garantir la maintenance de l'imprimante

Acquérir les compétences théoriques pour imprimer un objet en 3D : comportement et résistances des matériaux, optimisation des impressions via le logiciel dédié, principe de position et orientation des modèles, astuces de modélisation liées à l'impression 3D.

3.3.3 - Connaître, identifier, savoir mobiliser les partenaires et les ressources internes/externes

- Connaître et identifier les partenaires techniques
- Comprendre la démarche Fab-lab
- Développer et contribuer au réseau REHAB-LAB
- Développer des outils autour de l'impression 3D : suivi des activités, retours de aides techniques, aide à la compréhension de la CAO ou sujets autour de l'impression 3D, faire des documents explicatifs ou tutoriels autour de la maintenance ...
- S'assurer d'un planning de maintenance de la ou des machines
- Gérer les licences et logiciels autour de l'impression 3D

Une fiche d'autoévaluation des compétences techniques à destination des ergothérapeutes est proposée en ANNEXE 1. (Autoévaluation des connaissances techniques et du processus de l'impression 3D).

3.4 - La formation initiale et continue pour acquérir les compétences nécessaires à l'impression 3D

En formation initiale en ergothérapie, le professionnel formé en IFE sera capable de :

- Réaliser le croquis d'une aide technique (fin de 1ère année)
- Créer une aide technique et / ou une orthèse avec modélisation sur ordinateur en y intégrant l'utilisateur (fin de 2ème année)
- Comprendre la démarche projet, les partenaires à solliciter, les financements possibles, d'adapter le cahier des charges fonctionnel et technique en lien avec la 3D (fin de 2ème année)
- Co-construire une aide technique en réalisation 3D (fin de 3ème année).

À la suite d'une enquête évaluant l'enseignement au sein des IFE, les répondants ont soulevé plusieurs propositions afin d'uniformiser les pratiques :

- Les cours magistraux et travaux pratiques paraissent indispensables et complémentaires.
- Bénéficier de l'accompagnement d'un professionnel référent technique au sein de l'IFE peut être un paramètre aidant.
- Disposer d'une imprimante ne semble pas être un prérequis indispensable mais souhaité.
- Collaborer avec les acteurs de terrain et de proximité peut être une piste de réflexion pour que chaque IFE puisse accompagner au mieux la formation de ces étudiants : Fab-lab, terrain de stage au cours de la formation proposant des stages au sein d'un REHAB-LAB, ...

Au sortir de l'IFE, 3 niveaux de besoins peuvent être définis en fonction des connaissances de l'ergothérapeute, en fin de cursus, de sa pratique au sein de l'IFE formateur, de son appétence pour l'impression 3D :

- S'informer
- Créer un REHAB-LAB
- Avoir une reconnaissance certifiante

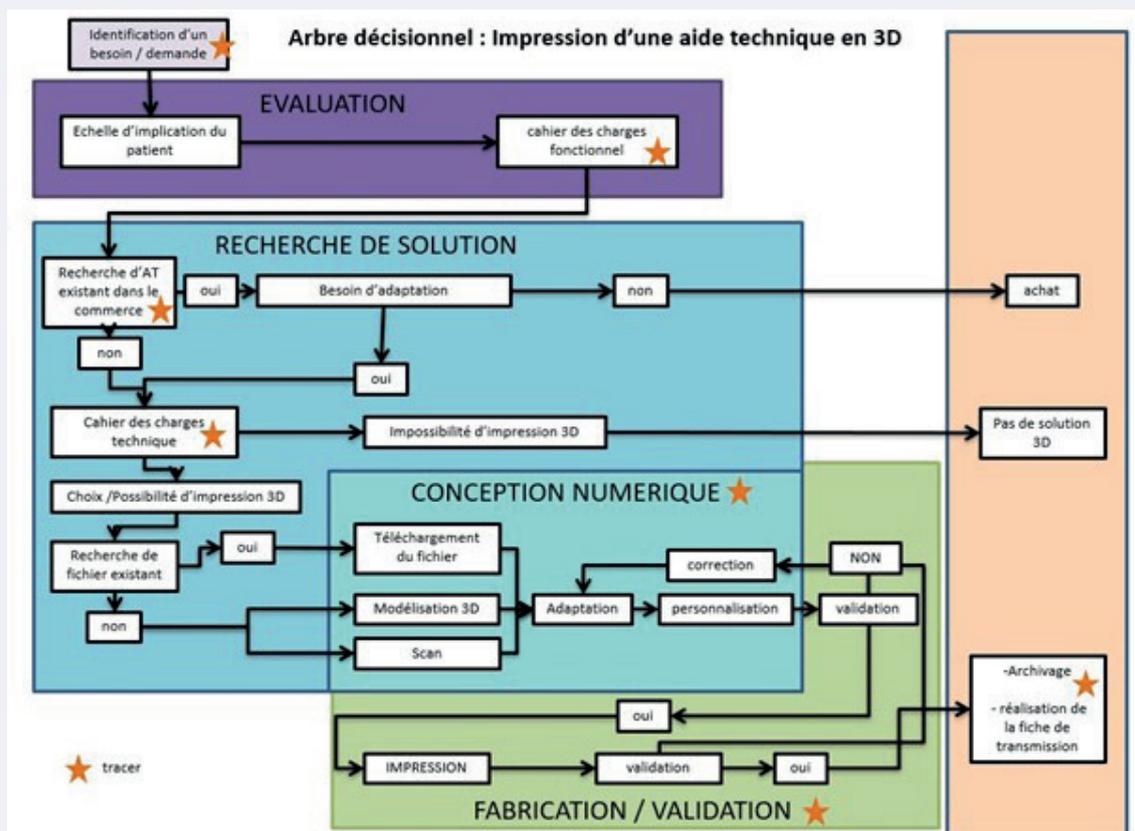
Recommandation n°12 : Assurer la disponibilité des formations continues pour que les ergothérapeutes puissent continuer à développer leurs compétences dans le domaine.

Des exemples de formation sont disponibles en ANNEXE 2. (Exemples de formations sur l'impression 3D à destination des ergothérapeutes).

4 - Processus de conception et de fabrication d'une aide technique imprimée en 3D

Dans le cas de l'impression 3D, comme dans tous les cas de mise en place d'une aide technique, il est important d'évaluer l'impact et l'utilisation de l'aide apportée. Proposer une aide technique imprimée doit répondre à la même démarche acquise pour toute aide technique. Elle répond à une réflexion menée à partir de l'évaluation du besoin avec le patient, pour le patient. Néanmoins des précautions sont à prendre. Cette section n'a pas vocation à expliquer comment réaliser techniquement une impression d'aide technique.

De nombreux sites et fournisseurs d'imprimantes pourront vous accompagner pour cela. Elle a pour objectif de repréciser la démarche professionnelle de l'ergothérapeute dans cet exercice, selon l'environnement dans lequel il opère. L'utilisation d'un arbre décisionnel va permettre de confirmer le choix d'une impression 3D de l'aide technique. Un arbre décisionnel vous est proposé ci-dessous.



Arbre décisionnel : Impression d'une aide technique en 3D

4.1 - L'évaluation

L'objectif de ces recommandations n'est pas de reprendre les différentes étapes de l'évaluation, ni les outils à disposition des ergothérapeutes pour réaliser cette évaluation. L'évaluation initiale concerne à la fois le demandeur et l'objet demandé. D'une part la situation de handicap est évaluée comme pour toute démarche d'acquisition d'une aide technique. Elle sera complétée par une évaluation de la motivation et de l'implication de la personne dans un projet d'impression 3D.

Nous citerons les deux compétences ci-dessous comme fondamentales pour compléter la démarche dans l'acquisition d'une aide technique imprimée.

- Compétence 1.1 « 1. Identifier les besoins et les attentes liés à la situation ou au risque de handicap d'une personne et de son entourage ou d'un groupe de personnes, dans un environnement médical, professionnel, éducatif ou social. »
- Compétence 4.8 : « Sélectionner et préconiser les aides techniques ou animalières et les assistances technologiques en tenant compte du recueil d'information, de l'entretien, des évaluations préalables, et du projet de la personne et de l'avis de l'équipe médicale impliquée dans le suivi. »

Recommandation n°13 : Mettre en place une démarche d'évaluation de la demande d'aide technique personnalisée.

L'impression 3D permettant un haut niveau de participation (conception/fabrication), il convient dans certains cas de questionner la motivation et l'engagement de l'utilisateur dans la démarche de co-conception.

4.2 - Rédaction du cahier des charges fonctionnel

« Un cahier des charges fonctionnel est un document qui présente de manière détaillée et structurée les spécifications, les services à rendre, les contraintes d'un produit (bien qu'il puisse également s'agir d'un service, d'un processus, d'une prestation intellectuelle, d'un logiciel ou encore d'un système d'information).

Il est au centre des négociations et des échanges (...) : c'est une référence qui permet d'accompagner le projet du début à la fin et d'assurer que les attentes du demandeur soient respectées dans l'élaboration du produit » (cahierdescharges.com, s. d.).

Contenu du cahier des charges :

- Présentation du projet, de ses finalités, de son possible retour sur investissement.
- Prestations attendues, parties concernées par le projet, confidentialité...
- Services rendus par le produit pour l'utilisateur final.
- Personnes, équipements, matériaux, contraintes de l'environnement, caractéristiques de chaque élément.

4.3 - Recherche de solutions et conception numérique

4.3.1 - Recherche de solutions

À la suite de l'écriture du cahier des charges fonctionnel, il est nécessaire de pratiquer une recherche approfondie afin de vérifier si l'aide technique dont la personne a besoin est disponible dans le commerce. Il s'agit d'une étape indispensable avant de se lancer dans un projet d'impression 3D.

La recherche de solutions peut également concerner les produits disponibles dans le commerce, qu'il convient d'adapter en fonction des besoins spécifiques par ajout de pièces réalisées via impression 3D. Cette dernière méthode est relativement intéressante d'un point de vue coût/temps lorsqu'il s'agit de pièces volumineuses produites en série sur lesquelles une petite adaptation peut être apportée.

4.3.2 - Cahier des charges techniques

L'étape suivante est la rédaction d'un cahier des charges technique. Celui-ci doit à minima :

- Contenir des informations sur l'environnement technique.
- Répertorier les outils/matériels/matériaux à privilégier pour garantir la faisabilité du projet.
- Lister toutes les contraintes : techniques, économiques, environnementales, sécuritaires, matérielles, etc.

La réalisation de l'aide technique par une technique d'impression 3D devra être vérifiée à plusieurs niveaux :

- **Sur sa capacité à être personnalisée** : pour cela, une veille professionnelle est indispensable pour assurer que l'aide technique imprimée n'existe pas dans le commerce pour répondre pleinement au besoin de la personne. La personnalisation ne tient pas seulement du choix de la couleur ou du nom sauf si elle contribue à son acceptation par la personne.
- **Sur son impact des risques sur l'usage** : une évaluation du risque d'une aide technique imprimée en lien avec son usage comme la résistance, ou la réglementation, la sécurité doit être menée. Ex : créer une boule adaptée à la préhension pour la conduite.

4.3.3 - Recherche de fichiers sources sur les plateformes des communautés.

Dans le cas où l'impression 3D d'une aide technique est retenue, et ce après vérification du cahier des charges technique, une recherche sur les plateformes des communautés (cf. Section 2.4. Réseaux et communauté de pratiques professionnelles) est alors à effectuer.

4.3.4 - Conception numérique

Cette étape peut prendre plusieurs modes selon les besoins identifiés et les outils à disposition. Cette étape est réalisée par le référent technique (cf. Section 2.3. Rôle du référent technique). Elle nécessite en effet des compétences techniques.

Les étapes sont les suivantes :

- La modélisation numérique par un modelage artisanal (optionnel)
- Le dessin du modèle 3D peut être de 3 formes, ou un mélange des 3 :
 - o Le dessin par un logiciel de dessin assisté par ordinateur adapté
 - o Le scan si le projet part d'une adaptation d'une aide technique existante ou d'une adaptation plus personnalisée
 - o Une modélisation à partir d'un format STL téléchargé (disponible en Creative Commons) accessible sur des sites comme Thingiverse (<https://www.thingiverse.com/>) ou la communauté REHAB-LAB.
- La modélisation numérique (en format .stl) est ensuite à importer dans le logiciel de l'imprimante (ex Cura, MakerWare,...).

4.4 - Fabrication, validation et transmission

4.4.1 - Fabrication

4.4.1.1 - L'impression

La fabrication est une étape plutôt autonome, car réalisée par l'imprimante utilisée. Elle prend un temps déterminé par le projet et par la taille de l'imprimante.

Il n'est pas nécessaire, de posséder ou que le service possède une imprimante 3D. En effet, il existe d'autres solutions pour l'impression 3D et la modélisation :

- Les Fab-lab (contraction de « fabrication laboratory ») permettent d'avoir les conseils de personnes pouvant modéliser et l'accès à des imprimantes 3D. Sous forme d'association pour étudier et accompagner des projets. L'accès est souvent réservé aux adhérents.
- Les services d'impression 3D permettent d'imprimer mais il est nécessaire d'avoir le fichier prêt même si ces services peuvent conseiller avant l'impression.
- Certains de ses services se font en ligne et il est préférable de bien communiquer auparavant avec le maker.

4.4.1.2 - Hygiène

Rappel : « Le procédé le plus répandu est le FDM pour FusedDepositionModeling, qui consiste à déposer un filament de plastique fondu sur le support d'impression ou sur la pièce en cours d'impression. Une buse se déplaçant dans un plan extrude un filament de plastique à chaud qui, déposé fondu se soude à la couche précédente. » (commentcamarche.net)

La réalisation d'un objet se fait donc couche par couche laissant des espaces propices à la colonisation par des bactéries. Le nettoyage des mains, de la machine (entretien) et de l'objet avant remise sont donc nécessaires lors de la création d'objets en 3D. Il est indispensable de communiquer les consignes de nettoyage de l'objet à la personne lors de la remise de l'aide technique. Un exemple de consigne est disponible en ANNEXE 3. (Fiche d'utilisation d'une imprimante 3D – modèle Ultimaker).

Recommandation n°14 : Réaliser une évaluation de la qualité et de l'efficacité de l'impression 3D.

Recommandation n°15 : Respecter les règles d'hygiène et communiquer les consignes de nettoyage à l'utilisateur lors de la remise de l'aide technique.

4.4.1.3 - Post traitement (ponçage, peinture...)

Quelle que soit la pièce imprimée, elle nécessite un post-traitement plus ou moins important :

- Retrait des supports
- Observation et nettoyage des éventuels fils, et petit bout de plastique pouvant griffer ou rendre inconfortable son utilisation
- Ponçage plus ou moins important des zones rugueuses
- Post traitement par des produits lissant (Acétone)
- Possibilité de vernir ou de peindre

L'évaluation initiale de l'ergothérapeute doit être complétée par une nouvelle notion : l'évaluation de l'objet créé par cette technique. Nous retiendrons alors la compétence 4.6 du référentiel de compétence de l'ergothérapeute : « Évaluer la qualité et l'efficacité de l'appareillage, des aides techniques et des assistances technologiques et s'assurer de leur innocuité, notamment en situation d'activité ».

4.4.2 - Validation

La finalisation de l'AT imprimée se fait régulièrement par l'impression de prototype, avec des essais/erreurs. Elle s'effectue après validation avec le patient sur la vérification de son usage.

4.4.3 - Transmission : utilisation d'une fiche conseil

Une fiche "conseil" doit être transmise à l'utilisateur de l'aide technique. Celle-ci doit permettre de prodiguer des conseils pour assurer une bonne durée de vie de l'aide technique et de connaître les moyens de l'entretenir. Elle permet aussi d'indiquer les spécificités du plastique utilisé (fiche technique du plastique) et de connaître les réglages utilisés sur l'imprimante lors de la conception.

Cette fiche permet donc d'avoir toutes les informations techniques nécessaires à la réimpression de l'aide technique. Il est important de préciser dans cette fiche conseil que l'aide technique a été créée pour un besoin particulier avec des réglages adaptés et un plastique adapté, et que lors d'une éventuelle réimpression, il est important de reproduire l'objet avec les mêmes valeurs. Enfin cette fiche permet aussi de rappeler que l'aide technique a été créée pour un besoin particulier et personnalisé et que toute utilisation détournée est déconseillée.

Un exemple de fiche conseil est disponible en ANNEXE 4. (Fiche conseil).

Recommandation n°16 : Transmettre une fiche conseil de l'aide technique à l'utilisateur.

Recommandation n°17 : Fournir la fiche technique du plastique ainsi que les principaux réglages de l'imprimante (hauteur de ligne, support, etc.).

Créer une aide technique imprimée permet à l'utilisateur d'avoir la capacité à être autonome en lui donnant à la fin du processus l'accès à la propriété du document numérique.

En effet, avoir ce fichier source lui donne la possibilité de réimprimer son aide technique dans un autre Fab-lab selon ses envies et ses besoins. Il en est donc totalement propriétaire.

5 - Traçabilité

Pour rappel, la profession d'ergothérapeute est réglementée par le Code de la santé publique et l'ergothérapeute a un devoir de traçabilité dans la fabrication et la mise à disposition des aides techniques (Chapitre Ier : Ergothérapeute (Articles R4331-1 à R4331-18), s. d.).

5.1 - Définitions

Selon le Larousse, la traçabilité est : « 1. Possibilité de suivre un produit aux différents stades de sa production, de sa transformation et de sa commercialisation, notamment dans les filières alimentaires. 2. Possibilité de suivre un objet aux différentes étapes de son acheminement » (Larousse, s. d.).

Dans le cadre de ces recommandations professionnelles, il semble intéressant de prendre en compte la définition de la traçabilité des dispositifs médicaux par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) ainsi que les décrets qui encadrent leur utilisation : « les modalités de mise en œuvre de la traçabilité des dispositifs médicaux au sein des structures de soins sont définies par :

- [le décret n° 2006-1497](#) fixant les règles particulières de la matériovigilance exercée sur certains dispositifs médicaux
- [l'arrêté du 26 janvier 2007](#) précisant les dispositifs concernés.

Ces textes décrivent les principes de la traçabilité des dispositifs médicaux placée sous **la responsabilité des utilisateurs. Ils ont été rédigés pour favoriser l'organisation d'un système efficace et rapide de traçabilité avec un objectif de sécurité sanitaire et dans le cadre de l'obligation d'information du patient.** (Application de l'article L.5212-3 du CSP) » (ANSM, 2021).

Il nous paraît indispensable d'évoquer ici la définition du Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) dans le contexte de l'utilisation de l'impression 3D pour la conception d'aide technique en ergothérapie.

D'après le site de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) le RGPD encadre le traitement des données personnelles sur le territoire de l'Union européenne. En raison de l'évolution des nouvelles technologies, un cadre juridique a dû être défini afin de protéger les utilisateurs et permet à l'ensemble des professionnels de l'Union européenne d'évoluer dans un cadre unique et ainsi d'harmoniser leurs pratiques (CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés), s. d.).

Il est important de préciser que la notion de traçabilité évoquée dans ces recommandations rentre donc dans le cadre du RGPD.

Pour terminer, il nous paraît essentiel de définir la notion de propriété intellectuelle. Le site de l'INPI permet de mieux aborder cette notion et précise qu'elle « regroupe la propriété industrielle et la propriété littéraire et artistique. La propriété industrielle a plus spécifiquement pour objet la protection et la valorisation des inventions, des innovations et des créations » (INPI, s. d.).

Concrètement, en utilisant une imprimante 3D nous devons être vigilants aux objets que nous imprimons et particulièrement si un objet est protégé par le droit de la propriété intellectuelle car il ne peut être reproduit qu'avec l'accord de son créateur et dans le respect de la licence qui lui a été accordée. **La prudence et le respect des personnes qui ont créé les objets s'imposent dans l'utilisation des imprimantes 3D.**

5.2 - Aspects réglementaires

Rappel des principaux aspects réglementaires :

Comme évoqué lors de la Section 1 (cf. Section 1. Cadre d'usage de l'impression 3D), les aspects réglementaires autour de la fabrication d'aide technique personnalisée évoluent et de nouvelles réglementations sont imposées :

- Les aides techniques considérées comme dispositifs médicaux sont soumises au règlement 2017/745 (article 2 point 1 tiret 2 p15) (Règlement UE relatif aux dispositifs médicaux (UE) 2017/745, s. d.).
- Pour les dispositifs fabriqués et utilisés dans les établissements de soins, ce sont les articles 5.4 et 5.5 (p.21 du règlement) qui s'appliquent.
- Il est intéressant de consulter la fiche pratique « processus de fabrication de DM au sein des établissements de santé » qui nous permet un rappel des aspects réglementaires et des exigences au niveau de la sécurité et de la performance du dispositif médical. Cette fiche est disponible sur le site europharmat (<https://www.euro-pharmat.com/autres-outils/4728-fiche-pratique-processus-fabrication-de-dm-dans-les-etablissements-de-sante>).
- Pour aller plus loin sur l'application de la réglementation européenne sur les DM, il est possible de se référer au rapport « Vers une application de la réglementation relative aux dispositifs médicaux dans le champ des aides techniques personnalisées » (<https://rehab-lab.org/categories/publications/application-dm-atp>).

5.3 - En pratique

5.3.1 - Pour qui et pourquoi tracer ?

La traçabilité est indispensable pour l'ergothérapeute qui conçoit l'aide technique. Comme nous pouvons le voir dans l'arbre décisionnel (cf. Section 4. Processus de conception et de fabrication d'une aide technique imprimée en 3D) le processus débute par une prescription. L'article L4331-1 du code de la santé publique stipule « Les ergothérapeutes exercent leur art sur prescription médicale. Ils peuvent prescrire des dispositifs médicaux et aides techniques nécessaires à l'exercice de leur profession, dont la liste est fixée par arrêté des ministres chargés de la santé et de la sécurité sociale pris après avis de l'Académie nationale de médecine, dans des conditions définies par décret. Ils peuvent, sauf indication contraire du médecin, renouveler les prescriptions médicales d'actes d'ergothérapie, dans des conditions fixées par décret » (Chapitre 1er : Ergothérapeute (Articles R4331-1 à R4331-18), s. d.).

Pour le patient, pour qu'il puisse retrouver les informations dans son dossier médical (cahiers des charges, essais/entraînements, modifications apportées, fichiers sauvegardés, partagés).

Comme indiqué en 4.4.3, il est recommandé de créer une fiche conseil / utilisation afin de rappeler que l'aide technique a été créée pour un usage particulier et qu'il encourt un risque si utilisé pour un autre usage. Les informations suivantes devront être mentionnées :

- Nom du médecin prescripteur
- Nom de l'ergothérapeute référent et numéro de téléphone
- Date de la fabrication
- Dénomination de l'aide technique
- Usage/mise en place/entretien
- Matériaux utilisés, référence fabricant, numéro de série de la bobine
- Point matériovigilance
- Durée de vie
- Limites d'utilisation
- Formule type : [Nom du centre de rééducation ou ergothérapeute] sera toujours présent pour orienter/conseiller/revoir le patient à sa demande.

La traçabilité est aussi un devoir **pour l'ergothérapeute**, et est de sa propre responsabilité. Cela lui permet notamment de référencer les différents intervenants, matériaux, logiciels et machines qui interviennent dans le processus de fabrication et de mise à disposition de l'aide technique. L'ergothérapeute doit pouvoir tracer ses recherches qui aboutissent à la conception de l'aide technique par l'impression 3D et ainsi justifier l'inexistence du produit dans le commerce ou la personnalisation d'un produit existant.

Nous recommandons à chaque professionnel utilisant une imprimante 3D dans le cadre de la conception d'aide technique de se constituer une base de données afin d'assurer un suivi et faciliter la gestion des ressources liées à cette activité comme détaillé dans l'activité 7 « gestion des ressources » du référentiel d'activité en ergothérapie (Chapitre : Ergothérapeute (Articles R4331-1 à R4331-18), s. d.).

Les données traitées par cette base de données devront rentrer dans le cadre du RGPD comme nous l'avons évoqué plus haut. Il nous paraît essentiel d'insister sur ce point afin d'éviter aux ergothérapeutes de perdre des données essentielles pour construire les bases d'une activité durable.

Les données traitées pourront ensuite permettre **aux établissements**, aux ergothérapeutes salariés et libéraux de réaliser un bilan annuel, et ainsi améliorer la qualité, le service et l'efficacité de leur activité. La collecte et le traitement des données sont également intéressants pour valoriser une activité (réponse aux appels à projets, projet de recherche ...).

La collecte de données semble aussi indispensable pour permettre le partage au sein **d'un réseau ou d'une communauté** et ainsi mutualiser les compétences et les connaissances (partage de fichiers, retours d'expériences, veille technique, publications ...).

5.3.2 - Où et comment tracer ?

Dans le dossier patient. Pour rappel le dossier patient est un « document rassemblant les informations et données utiles concernant le patient afin d'élaborer, de planifier et d'évaluer la démarche de soins en ergothérapie, c'est un outil de réflexion, de synthèse, de traçabilité des soins permettant le suivi du patient. Partie constitutive du dossier du patient, c'est un support de communication entre les professionnels et d'information du patient. ». C'est-à-dire qu'il a été élaboré pour être « un outil de travail et de réflexion en vue d'une démarche de soins de qualité » (ANAES (Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé), 2001).

Mais également au sein d'une base de données propre à chaque établissement ou cabinet en libéral afin d'assurer un suivi de l'activité et un partage des fichiers. Comme nous l'avons vu à la section 1 (cf. Section 1. Cadre d'usage de l'impression 3D), l'ergothérapeute pourra utiliser des modèles spécifiques pour se constituer des catégorisations dans un langage commun et ainsi faciliter les échanges et les partages entre professionnels. Un exemple de base de données commune a été élaboré au sein de la communauté REHAB-LAB (<https://REHAB-LAB.org/>)

Par la cotation PMSI pour les ergothérapeutes en SMR : « Le catalogue spécifique des actes de rééducation et réadaptation (CSARR) est destiné à décrire et coder l'activité des professionnels concernés dans les établissements de soins médicaux et de réadaptation (SMR), dans le cadre des obligations réglementaires du recueil d'informations pour le programme de médicalisation du système d'information (PMSI) en SMR » (Ministère du travail, de l'emploi et de la santé, 2012).

Les actes CSARR correspondant à la conception d'aide technique via l'impression 3D sont les suivants :

- ZZQ+106 : Évaluation pour fabrication ou fourniture de dispositif technique de compensation
- ZZM+291 : Fabrication de dispositif technique de compensation
- ZZQ+062 : Évaluation secondaire de l'utilisation de dispositif technique de compensation

Recommandation n°18 : Tracer l'activité 1) dans le dossier du patient, 2) au sein d'une base de données propre à l'établissement et 3) dans le PMSI (pour les ergothérapeutes exerçant en SSR).

5.3.3 - Quand tracer ?

Il est indispensable de tracer aux différentes étapes du processus, c'est-à-dire dès la prescription médicale et jusqu'à l'archivage et la réalisation de la fiche conseil. Pour avoir une vision globale, il est possible de se référer à l'arbre décisionnel présenté précédemment (cf. Section 4. Processus de conception et de fabrication d'une aide technique imprimée en 3D) où sont notifiées les différentes étapes qui nécessitent un travail de traçabilité. La ci-dessous rappelle les différentes étapes à tracer.

La traçabilité pour qui ?	La traçabilité pourquoi ?	La traçabilité où et comment ?
Patient	Accéder aux informations relatives au processus de fabrication et à l'utilisation de son aide	Accès au dossier patient Accès à la fiche conseil/utilisation Accès au fichier STL
Prescripteur	Débuter le processus de conception de l'aide technique	Traçabilité dans le dossier patient à chaque étape du processus de conception Rédaction d'une fiche conseil personnalisé Partage et accessibilité des fichiers créés Constitution d'une base de données Cotation PMSI
Ergothérapeute	Devoir pour l'ergothérapeute (activité 3 et 6) Gestion de sa propre responsabilité Suivi et gestion de l'activité et des ressources liées à cette activité (l'activité 7) Constituer une base de données partagée des aides techniques fabriquées	
Établissement	Améliorer la qualité, le service et l'efficacité de leur activité	Collecte et traitement des données, valorisation des actes PMSI
Réseau/Communauté	Mutualiser les compétences et les connaissances	Plateforme commune pour favoriser échanges et partages Développement de projet de recherche, rédaction de publication ...

Tableau récapitulatif de la traçabilité

6- Pratique durable de l'impression 3D

6.1 - Définition du développement durable

Le développement durable est un développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins (ONU, 1987).

Une pratique durable de l'ergothérapie prend en compte les trois dimensions du développement durable (R2DE, 2021) :

- la dimension environnementale : elle veille à la protection, au renouvellement et à la pérennité des ressources naturelles ;
- la dimension sociale : elle soutient la solidarité et la compréhension entre les êtres humains
- la dimension économique : elle promeut une répartition équitable des richesses collectées ou produites et l'utilisation de ressources locales.

En ergothérapie, le réseau R2DE créé en 2017, a pour but d'informer les ergothérapeutes, de promouvoir des pratiques professionnelles durables et de soutenir des recherches sur cette thématique (Samson, 2015).

Des recommandations pour une pratique durable et écoresponsable peuvent être formulées pour toutes activités professionnelles s'appuyant sur la consommation de ressources. C'est le cas de l'impression 3D qui peut montrer des bénéfices pour l'environnement si les aspects de durabilité sont pris en compte dans l'usage. Certains réseaux se mobilisent pour une utilisation durable de l'impression 3D comme L'AMGTA (Additive Manufacturer Green Trade Association), groupement international lancé en 2019. Celui-ci a pour but de soutenir la recherche indépendante sur les aspects de durabilité de l'impression 3D.

L'objet de cette section est de proposer des pistes pour un usage durable et écoresponsable de la technologie de l'impression 3D.

6.2 - Éléments à prendre en compte pour une pratique durable dans l'utilisation de l'impression 3D en ergothérapie

6.2.1 - Déchets, impact environnemental, empreinte carbone :

Le secteur de l'impression 3D est une industrie qui consomme du plastique, cela implique donc que chaque objet créé est susceptible de devenir un déchet polluant en fin d'usage. De manière générale, les déchets plastiques ont un fort impact sur l'environnement. « Environ 13 millions de tonnes de plastique pénètrent dans nos océans chaque année, nuisent à la biodiversité (...). » (ONU, 2018).

La fabrication additive n'utilise que la quantité de matière nécessaire. Il en résulte peu de chutes, mais il faut prendre en compte les différents essais réalisés et les structures qui supportent la matière sur certains modèles 3D. L'impression soustractive pour laquelle on part d'un bloc, qu'on creuse utilise plus de matière. (M. 2019)

Les composants de l'ordinateur, de l'écran et/ou de l'imprimante 3D (voire du scanner 3D) sont fabriqués pour certains à partir de métaux rares. Les conditions environnementales et sociales d'extraction et de production de ces matières premières peuvent être questionnées. Par ailleurs ces métaux rares sont susceptibles de connaître des ruptures d'approvisionnement dans le futur.

Dans l'empreinte écologique de l'impression 3D, il faut prendre en compte :

- le transport des marchandises en amont et les déplacements professionnels.
- les déchets d'équipement électrique et électronique (DEEE). Le traitement de ces déchets produit des émissions de gaz à effet de serre, depuis le point de collecte des DEEE jusqu'aux destinations finales des matières qui en sont issues (recyclage, valorisation énergétique, élimination).

Si l'on compare le cycle de vie des objets imprimés en 3D par rapport à des objets fabriqués en série, une plus-value écologique peut être constatée à plusieurs niveaux :

- L'impression 3D permet la réparation de matériel par le remplacement simple des pièces et donc de prolonger leur vie.
- L'impression « à domicile » permet d'éviter le cycle des transports d'objets réalisés en série, souvent loin de leur lieu d'usage.

6.2.2 - Coût et accessibilité économique

Le coût matériel et humain, l'accès et le temps dédié, la formation et dans certains cas l'accessibilité au logiciel CAO/DAO conception 3D sont à prendre en compte.

Les logiciels de CAO sont généralement compatibles avec beaucoup d'imprimantes. En effet, le simple fait de pouvoir enregistrer un objet au format .STL ou .OBJ permet de préparer le modèle 3D dans un logiciel dédié à l'imprimante 3D, celui-ci traitera les informations XYZ et la quantité de plastique nécessaire. Un certain nombre de fichiers .STL sont publiés en open source sur des bases de données.

Il existe des logiciels de CAO/DAO gratuits ou accessibles pour un usage non commercial.

6.2.3 - Matériaux

Certaines matières ne sont pas encore recyclables comme l'ABS (combustible fossile). Le PLA est recyclable dans certaines conditions (Polytechnique Montréal, 2021). Il est non compostable car il a besoin d'être transformé pour se dégrader, les infrastructures ne sont pas ou peu existantes. Il existe des entreprises qui peuvent recycler le PLA mais le problème est que le recyclage est coûteux par rapport au prix du matériau.

Les machines de recyclage (extrudeurs) se développent afin de faciliter la réutilisation sur place. Elles transforment les déchets plastiques en bobines de filament réutilisables (M. 2019).

Il est possible d'utiliser des matériaux biosourcés en coquille d'œuf, d'huître, de fibres de bois et qui peuvent changer les caractéristiques du plastique (flexibilité, renforcement...). Ces matériaux ont cependant une qualité d'impression moindre, il est nécessaire de régler la machine en conséquence. Ils sont parfois mélangés à d'autres matières. (Das, 2021).

Le PLA pur est fabriqué à base de matières premières renouvelables (amidon de maïs). Il faut 2,65g de maïs pour fabriquer 1kg de PLA. Dans ce cas, se pose la question d'utiliser une source alimentaire pour fabriquer des objets.

Le PETG (PET +Glycol) résiste un peu plus aux solvants pour le nettoyage antibactérien et donne la possibilité d'être 100% recyclés lorsqu'il existe une filière.

Certains fournisseurs de bobines de filament ont une politique de reprise des bobines vides.

6.2.4 - Santé

Certaines bobines de PLA peuvent comporter des additifs qui sont des perturbateurs endocriniens (W. 2019). Un rapport de l'Agence fédérale de l'environnement confirme la pollution par les particules, les nanoparticules et les COV (composés organiques volatils) lors de l'impression 3D par extrusion du PLA et d'autres plastiques tels que l'ABS. Les perturbateurs endocriniens et les produits à l'état nanoparticulaire font partie des facteurs de risque émergents. Les perturbateurs endocriniens se retrouvent dans de nombreux produits de la vie courante. Chez l'être humain, ils peuvent entraîner des troubles de la croissance, du développement neurologique et/ou sexuel, des troubles de la reproduction, ainsi que l'apparition de certains cancers et maladies métaboliques. Les nanomatériaux sont de plus en plus utilisés dans tous les secteurs d'activité. Ce sont des matériaux qui, de par leur taille, franchissent aisément les barrières biologiques de l'organisme. Des études laissent suspecter une toxicité de ces matériaux entraînant de possibles effets inflammatoires, respiratoires, cardiovasculaires ou neurologiques. (Baras, 2021).

L'utilisation d'acétone pour le lissage de pièces imprimées en ABS peut entraîner des troubles respiratoires.

Certains matériaux sont compatibles avec une utilisation alimentaire mais les recherches actuelles ont été faites sur des bobines avant impression. Or tout le processus est à prendre en compte, il peut rester des résidus d'autres matériaux dans les buses. À savoir aussi que toutes les buses ne sont pas compatibles avec le contact alimentaire, en effet certaines buses en laiton contiennent du plomb.

6.2.5 - Dimension sociale

La collaboration usager/ référent technologique/ référent paramédical, rentre dans une dynamique de développement durable puisqu'elle assure une analyse des besoins en amont et elle est basée sur l'entraide. (Servigne, 2017).

L'implication de l'utilisateur dans le processus de fabrication de son aide technique a un impact sur son appropriation et son utilisation.

L'impression 3D est une démarche communautaire via des plateformes permettant le partage des fichiers, des connaissances. De plus l'impression 3D voit apparaître de plus en plus d'événement autour de thématique dédiée permettant de mettre en commun et de rassembler les personnes (professionnels ou non) concernés.

6.3 - Recommandations pour une utilisation durable de l'impression 3D en ergothérapie

6.3.1 - Conception

- Prendre le temps de bien finaliser sa pièce avant impression, notamment bien calculer les jeux entre les pièces qui s'emboîtent pour limiter les pièces défectueuses, inadaptées.
- Prendre en compte les règles de conception pour limiter les essais.
- Imprimer uniquement ce dont on a besoin et chercher des moyens pour mieux recycler le plastique. Choisir la matière en fonction de l'usage (alimentaire, lavable, désinfectable...)

6.3.2 - Technologie

- Préférer l'impression additive aux techniques de fabrication « soustractive » pour limiter les déchets/rebus (dans la mesure du possible).
- Utiliser une imprimante qui aura une qualité suffisante pour ne pas nécessiter de lissage avec de l'acétone. Jouer sur les épaisseurs de couche pour avoir un meilleur état de surface (plus les couches sont fines, plus c'est lisse). On peut faire des pièces avec un très bon état de surface sans passer par de l'acétone. Éviter au maximum le lissage sauf si s'agit d'un usage très spécifique en contact avec la peau qui peut gêner l'utilisateur.

6.3.3 - Matières

- Favoriser les filaments ayant des fiches de sécurité conformes et réalisées par des fabricants européens. S'organiser pour que des fabricants français fabriquent des fils qui répondent à nos besoins (en matière d'hygiène, de résistance par exemple).
- Préférer des matériaux 1/ recyclés (par exemple PLA recyclé), puis 2/ biosourcés (par exemple PLA) puis en dernier recours 3/ issus des énergies fossiles par exemple ABS, PEG...). Vérifier les additifs qui sont dans les bobines (carbone...) pouvant contenir des perturbateurs endocriniens ou des nanoparticules.
- Si un lissage est nécessaire, choisir un matériau PVB vs ABS pour un lissage à l'alcool vs acétone. Dans tous les cas, utiliser toujours un équipement de protection, travailler dans des espaces bien ventilés et ne laisser pas la boîte de lissage sans surveillance.

6.3.4 - Recyclage

- Identifier les filières de recyclage pour recycler les déchets plastiques, à défaut de se procurer un ou plusieurs systèmes (extrudeur, presse à injection, ...) pour recycler sur place.
- Imprimer les prototypes avec une densité de remplissage faible (par exemple pièce creuse) On peut aussi faire des économies de matière en faisant des pièces avec des trous au lieu des surfaces pleines. Attention à ce que le prototype ne soit pas sécuritaire pour le patient pour ce genre de remplissage. La sécurité du patient passe avant tout.
- Utiliser du matériel informatique recyclé, d'occasion ou reconditionné. Préférer des équipements qui peuvent être ouverts pour que les pièces puissent être remplacées (vérifier que les pièces détachées sont disponibles pour cet équipement avant l'acquisition).

6.3.5 - Conditions

- Imprimer dans un local aéré en évitant les courants d'air froid. Un courant d'air froid peut en effet perturber l'impression. Un système de hotte peut être préférable s'il s'agit d'un local dans lequel travaillent des personnes. Utiliser une pièce dédiée permet de limiter la pollution sonore. Préférer une machine fermée pour limiter les émanations de COV (composés organiques volatiles).
- Favoriser une collaboration des acteurs paramédicaux, usagers, référents techniques pour réaliser un objet qui a du sens et adapté aux besoins réels. IDEO suggère que pour qu'un produit soit considéré comme réussi, il doit être simultanément désirable, viable et réalisable (Savonem, 2015).

Recommandation n°19 : Développer une pratique durable dans l'utilisation de l'impression 3D.

Bibliographie

- Allègre, W., David, S., Gaudin, P., Le Besque, R., Marivain, S., & Departe, J.-P. (2017). REHAB-LAB, aides techniques et impression 3D: de «patient» à «créateur». *ErgOTHérapies*, 67, 59-70.
- ANAES (Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé). (2001). Le dossier du patient en ergothérapie. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/ergoth_rap.pdf
- ANSM. (2021). Traçabilité des dispositifs médicaux. ANSM (Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé). <https://ansm.sante.fr/documents/reference/tracabilite-des-dispositifs-medicaux>
- Biard, N., Nouvel, F., & Pelé, G. (2022). Prescription des aides techniques par les ergothérapeutes— Point étape sur le chemin parcouru et les prochaines étapes. <https://anfe.fr/wp-content/uploads/2021/04/Webinaire-avril-2021-Prescription-AT.pdf>
- Bodin, J.-F. (2007). L'environnement des aides techniques : Regards sur les aides techniques. *Ergothérapies* (Arcueil), 25, 11-25.
- Buehler, E., Hurst, A., & Hofmann, M. (2014). Coming to grips : 3D printing for accessibility. Proceedings of the 16th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility - ASSETS '14, 291-292. <https://doi.org/10.1145/2661334.2661345>
- [Cahierdescharges.com](https://www.cahierdescharges.com/). (s. d.). Consulté 19 mars 2023, à l'adresse <https://www.cahierdescharges.com/>
- Carlota, V. (2019). Gartner Hype Cycle 2019 : 3D Printing Predictions. <https://www.3dnatives.com/en/gartner-hype-cycle-3dprintingpredictions-150120194/>
- CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés). (s. d.). RGPD : de quoi parle-t-on ? Donnée personnelle, traitement de données, RGPD, de quoi s'agit-il ? Êtes-vous concerné ? CNIL : Protéger les données personnelles, accompagner l'innovation, préserver les libertés individuelles. Consulté 21 mars 2023, à l'adresse <https://www.cnil.fr/fr/rgpd-de-quoi-parle-t-on>
- Chapitre 1er : Ergothérapeute (Articles R4331-1 à R4331-18). Consulté 21 mars 2023, à l'adresse https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006072665/LEGISCTA000006161003/#LEGISCTA000006161003
- Day, S. J., & Riley, S. P. (2018). Utilising three-dimensional printing techniques when providing unique assistive devices : A case report. *Prosthetics & Orthotics International*, 42(1), 45-49. <https://doi.org/10.1177/0309364617741776>
- Degerli, Y. I., Dogu, F., & Oksuz, C. (2022). Manufacturing an assistive device with 3D printing technology – a case report. *Assistive Technology*, 34(1), 121-125. <https://doi.org/10.1080/10400435.2020.1791278>
- Denormandie, P., & Chevalier, C. (2020). Des aides techniques pour l'autonomie des personnes en situation de handicap ou âgées : Une réforme structurelle indispensable. CNSA. <https://handicap.gouv.fr/rapport-denormandie-chevalier-des-aides-techniques-pour-lautonomie-des-personnes-en-situation-de>
- Ehretsmann, G. (2015). Pour l'usage de l'imprimante 3D en ergothérapie. In *Expériences en ergothérapie : Vingt-huitième série* (Vol. 59, p. 147-155).
- Hurst, A., & Tobias, J. (2011). Empowering individuals with do-it-yourself assistive technology. The Proceedings of the 13th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility - ASSETS '11, 11. <https://doi.org/10.1145/2049536.2049541>
- INIP. (s. d.). Comprendre Les enjeux de la propriété intellectuelle. INIP - La maison des innovateurs, c'est ici. Consulté 21 mars 2023, à l'adresse <https://www.inpi.fr/comprendre-la-proprietee-intellectuelle/les-enjeux-de-la-proprietee-intellectuelle>

- Larousse. (s. d.). Dictionnaires Larousse : Tracabilité. Dictionnaires LAROUSSE. Consulté 21 mars 2023, à l'adresse <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/tra%C3%A7abilit%C3%A9/78831>
- Maharaj, C., Ragoo, K., Sirjoosingh, V., Sahadeo, S., Lall, D., & Chowdary, B. V. (2019). Design and performance evaluation of 3D printed writing and typing assistive devices : A pragmatic single participant study. *Technology and Disability*, 31(1-2), 51-61. <https://doi.org/10.3233/TAD-180221>
- Manero, A., Smith, P., Sparkman, J., Dombrowski, M., Courbin, D., Kester, A., Womack, I., & Chi, A. (2019). Implementation of 3D Printing Technology in the Field of Prosthetics : Past, Present, and Future. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(9), 1641. <https://doi.org/10.3390/ijerph16091641>
- McDonald, S., Comrie, N., Buehler, E., Carter, N., Dubin, B., Gordes, K., McCombe-Waller, S., & Hurst, A. (2016). Uncovering Challenges and Opportunities for 3D Printing Assistive Technology with Physical Therapists. *Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 131-139. <https://doi.org/10.1145/2982142.2982162>
- Mihailidis, A., & Polgar, J. M. (2016). Occupational therapy and engineering : Being better together. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 83(2), 68-69. <https://doi.org/10.1177/0008417416638842>
- Arrêté du 5 juillet 2010 relatif au diplôme d'Etat d'ergothérapeute, Pub. L. No. 0156 du 8 juillet 2010, SASH1017858A (2012). <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000022447668/>
- Ministère du travail, de l'emploi et de la santé. (2012). Catalogue spécifique des actes de rééducation et réadaptation (Bulletin officiel, 2012/3 bis, Fascicule spécial). https://www.atih.sante.fr/sites/default/files/public/content/1465/CSARR_GUIDE_Catalogue_V0_Mars_2012.pdf
- Ostuzzi, F., Rognoli, V., Saldien, J., & Levi, M. (2015). +TWO project : Low cost 3D printers as helpful tool for small communities with rheumatic diseases. *Rapid Prototyping Journal*, 21(5), 491-505. <https://doi.org/10.1108/RPJ-09-2014-0111>
- Phillips, B., & Zhao, H. (1993). Predictors of Assistive Technology Abandonment. *Assistive Technology*, 5(1), 36-45. <https://doi.org/10.1080/10400435.1993.10132205>
- Russo, L. O., Airò Farulla, G., & Boccazzi Varotto, C. (2018). Hackability : A Methodology to Encourage the Development of DIY Assistive Devices. In K. Miesenberger & G. Kouroupetroglou (Éds.), *Computers Helping People with Special Needs* (Vol. 10897, p. 156-163). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94274-2_22
- Schwartz, J. (2018). A 3D-Printed Assistive Technology Intervention : A Phase I Trial. *The American Journal of Occupational Therapy*, 72(4_Supplement_1), 7211515279p1-7211515279p1. <https://doi.org/10.5014/ajot.2018.72S1-RP302B>
- Schwartz, J. K., Fermin, A., Fine, K., Iglesias, N., Pivarnik, D., Struck, S., Varela, N., & Janes, W. E. (2020). Methodology and feasibility of a 3D printed assistive technology intervention. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 15(2), 141-147. <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1539877>
- Stojmenski, A., Chorbev, I., Joksimoski, B., & Stojmenski, S. (2015). 3D Printing Assistive Devices. In R. Agüero, T. Zinner, R. Goleva, A. Timm-Giel, & P. Tran-Gia (Éds.), *Mobile Networks and Management* (Vol. 141, p. 446-456). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16292-8_32
- Thorsen, R., Bortot, F., & Caracciolo, A. (2021). From patient to maker—A case study of co-designing an assistive device using 3D printing. *Assistive Technology*, 33(6), 306-312. <https://doi.org/10.1080/10400435.2019.1634660>
- Règlement UE relatif aux dispositifs médicaux (UE) 2017/745, (UE) 2017/745. Consulté 19 mars 2023, à l'adresse <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0745>

ANNEXES

ANNEXE 1 :

Autoévaluation des connaissances techniques et du processus de l'impression 3D

1. Pouvez-vous expliquer, en quelques mots, le processus de création d'une aide technique en 3D : du dessin technique à l'objet final ?
2. Pouvez-vous citer 5 outils ou logiciels utiles en impression 3D ?
3. Comment évaluez-vous le besoin de personnaliser ou non une aide technique pour une personne en situation de handicap ?
4. Quelle étape est indispensable avant de se lancer dans le dessin 3D assisté par ordinateur ?
5. Citez 3 fonctionnalités du logiciel de dessin 3D
6. Citez 3 matières plastiques que l'on peut utiliser pour créer un objet en 3D
7. Pensez-vous être capable d'assurer la maintenance de l'imprimante 3D ? Si oui, que pensez-vous pouvoir faire ?
8. Savez-vous analyser une panne technique ? Si non, quelle démarche envisager pour régler ce problème technique ?
9. Si vous disposez d'un REHAB-LAB au sein de votre structure, pouvez-vous décrire son rôle pour les patients, les professionnels ? Et décrire votre positionnement : ergothérapeute et/ou référent technique ?
10. Pensez-vous avoir les moyens de former les usagers de votre structure à l'impression 3D et au fonctionnement du REHAB-LAB ? Si non, que pourriez-vous mettre en place pour améliorer ces moyens ?
11. Pensez-vous être capable de mettre en place une activité REHAB-LAB au sein de votre structure ? Si oui, quels sont les prérequis ?
12. Communication : connaissez-vous les réseaux actifs sur le plan de l'impression 3D ?

Éléments de réponse à la grille d'autoévaluation

1. Réflexion avec patient sur ses besoins, dessin à main levée, prise de mesures, transfert du dessin technique sur logiciel 3D, logiciel slicer, impression avec imprimante 3D, finitions : retrait du support, ponçage, essai de l'AT
2. Imprimante 3D, scanner 3D, lime, spatule pour décoller l'objet, clé USB, spray de colle, stylo 3D, Fusion 360, Cura
3. Bilan des habitudes de vie, évaluation situation problème, recherche AT du commerce, lien vers création en 3D
4. Dessin technique papier – crayon ou prototype autre
5. Créer des formes basiques, mixer des formes, fusionner, soustraire, etc.
6. PLA, flexible, TPU, nylon, etc.

7. Changer les bobines, nettoyer la buse, nettoyer le moteur, huiler les axes, calibrer le plateau, effectuer l'entretien régulier, ...
8. Recherche internet, contact SAV, mail sur plateforme de la Communauté des REHAB-LABs
9. Pour les patients, création d'une AT personnalisée en impliquant au maximum le patient dans sa démarche - pour les professionnels, moyens avec outil permettant de créer des objets plus esthétiques, plus rapidement, personnalisé
10. Communication, temps dédié, soutien de la Direction, s'appuyer sur plateforme de la Communauté
11. Évaluer les ressources et investissements financiers, définir solutions pour équiper le service : achat matériel, local, pour début de l'activité puis suivre activité annuelle, formations, intégration à la Communauté
12. Communauté des REHAB-LABs, réseaux sociaux

ANNEXE 2 : Exemples de formations sur l'impression 3D à destination des ergothérapeutes

La liste de formations ci-dessous est non-exhaustive et nécessite une mise à jour régulière.

ANFE

- Imprimante 3D en ergothérapie : découverte et connaissances de base : <https://www.anfemigal.fr/formation-imprimante-3d-en-ergotherapie-decouverte-et-connaissances-de-base>
- Imprimante 3D en ergothérapie : exploitation et fabrication : <https://www.anfemigal.fr/formation-imprimante-3d-en-ergotherapie-exploitation-et-fabrication>
- Evaluer et répondre aux besoins de la personne en situation de handicap par la personnalisation d'aides techniques avec l'imprimante 3D : <https://www.anfemigal.fr/formation-evaluer-et-repondre-aux-besoins-de-la-personne-en-situation-de-handicap-par-la-personnalisation-daides-techniques-avec-limprimante-3d>

REHAB-LAB (<https://REHAB-LAB.org/pages/trainings>)

- Première approche pour découvrir les possibilités de l'impression 3D et favoriser la participation du patient
- Formation complète pour monter un REHAB-LAB (5 jours)
- Formations spécifiques sur mesure : formations techniques, accompagnement à la réflexion et à la création d'un REHAB-LAB, format libre de 1 à 5 jours.
- Formation avancée Impression 3D et aides techniques – scan, retopologie...
- Première approche pour découvrir les possibilités de l'impression 3D et favoriser la participation du patient
- Accompagnement au montage, à la structuration d'un projet

D.U. IMPRESSION 3D, SANTE & Handicap

https://www.univ-ubs.fr/fr/formation-initiale-continue/formations/diplome-d-universite-du-DU/sciences-technologies-sante-STS/diplome-d-universite-impression-3d-US3D00_215.html

- Comprendre les nouvelles technologies et les concepts associés à l'impression 3D,
- Concevoir des pièces, choisir les matériaux adaptés à un usage, fabriquer les pièces par impression 3D,
- Créer ou repenser l'ensemble des projets en leur apportant la plus-value technique et économique de l'impression 3D,
- Appréhender, créer et repenser la conception et la fabrication d'objets par impression 3D dans le domaine de la santé, notamment dans le domaine de la médecine physique et de réadaptation (MPR).

MAKER SHOP

- Maintenance d'une Imprimante 3D : <https://www.hava3d-academy.com/formations/impression-3d/>

ANNEXE 3 : Fiche d'utilisation d'une imprimante 3D – modèle Ultimaker

- Vérifier que la plaque en verre est propre et qu'aucun objet n'est présent sur cette dernière.
- Vous pouvez appliquer si vous le voulez sur la plaque en verre, une couche de spray (EZ3D, spray adhésif) sur le pour encore plus d'adhérence pour les pièces de petite surface.
- Vérifier que l'imprimante est branchée sur une prise reliée à la Terre.
- Mettre sous tension l'imprimante à l'aide du commutateur arrière.
- Ouvrir le logiciel Ultimaker Cura et charger le fichier STL.
- Paramétrer l'impression à l'aide de la fiche d'utilisation du logiciel Ultimaker Cura.
- Lancer l'impression via le mode réseau ou via la clef USB.

Pendant l'utilisation :

- Surveiller visuellement au démarrage (5 premières minutes) de l'impression, et/ou via la caméra disponible sur le logiciel Ultimaker Cura, afin de pallier d'éventuels problèmes.
- Ne toucher uniquement qu'à l'écran tactile ou au commutateur arrière de l'imprimante, et uniquement si cela est nécessaire.
- Concernant la durée d'impression, quand l'impression est lancée se référer à la durée inscrite sur l'imprimante directement et non à la durée affichée par le logiciel Ultimaker Cura.
- En cas du moindre doute sur l'impression, (aucune extrusion, grincement anormal, extrusion trop rapide..) vous pouvez abandonner l'impression via l'écran tactile de l'imprimante (les 3 points verticaux en haut à gauche).

Après l'utilisation :

- Comprendre les nouvelles technologies et les concepts associés à l'impression 3D,
- Concevoir des pièces, choisir les matériaux adaptés à un usage, fabriquer les pièces par impression 3D,
- Créer ou repenser l'ensemble des projets en leur apportant la plus-value technique et économique de l'impression 3D,
- Appréhender, créer et repenser la conception et la fabrication d'objets par impression 3D dans le domaine de la santé, notamment dans le domaine de la médecine physique et de réadaptation (MPR).

Maintenance :

- Pour les opérations de maintenances ou d'entretiens spécifiques se référer au manuel d'utilisation de l'imprimante Ultimaker S3 sur le PC dédié à l'imprimante 3D.
- Plusieurs pages de maintenances régulières ont été imprimées en PDF dans le dossier de documentation.
- Débrancher l'imprimante et attendre au moins 30 minutes avant la dernière utilisation de l'imprimante pour effectuer une tâche de maintenance.

ANNEXE 4 :**Exemple de fiche conseil**

Service :

Demandeur (identité / fonction) :

Destinataire (nom prénom) :

Ergothérapeute (nom/poste) :

Technicien (nom/poste) :

Date de mise à disposition :

Type d'AT (nom et rôle) :

Modèle/photo

Reference plastique (marque / réf) :

Consignes d'impression (supports, vitesse, remplissage, ...) :

Consignes :

- Chaque aide technique est personnelle.
- Nettoyage à la main ou avec une petite brosse.
- Evitez les immersions dans l'eau prolongées
- Evitez le contact avec des produit solvant
- En cas de casse ou d'altération du plastique, merci de prévenir le service.
- Evitez d'exposer l'aide technique à de fortes chaleur (radiateur, micro-onde, lave-vaisselle, lave-linge)



ASSOCIATION
NATIONALE
FRANÇAISE DES
ERGOTHÉRAPEUTES

CONTACT

Association Nationale
Française des Ergothérapeutes

64 rue Nationale - CS 41362

75214 Paris Cedex 13

01 45 84 30 97

accueil@anfe.fr

www.anfe.fr