

MINISTÈRE DE LA SANTÉ
RÉGION LORRAINE
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE
DE NANCY

Tablette numérique et vidéo

une utilisation intéressante en neurologie centrale.

Mémoire présenté par **Thomas CONTI**
étudiant en 3^{ème} année de masso-kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'État
de Masseur-Kinésithérapeute
2014-2015.

SOMMAIRE

RESUME

1. INTRODUCTION.....	1
2. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE.....	1
3. RAPPELS	2
3.1. Le biofeedback visuel	2
3.1.1. Définitions	2
3.1.2. Intérêts en neurologie.....	3
3.1.2.1. Effets de la rétro information	3
3.1.2.2. Effets sur l'activation corticale.....	3
3.1.2.3. Effets sur la marche.....	4
3.1.3. Le biofeedback visuel vidéo dans la prise en charge post AVC.....	5
3.2. Les neurones miroirs	6
3.3. La vidéo dans l'observation d'actions en neurologie.....	7
3.4. La vidéo dans la rééducation de la marche	9
3.4.1. Observation et analyse du thérapeute	9
3.4.2. Analyse de la marche par le thérapeute	9
3.4.3. Observations dans la pratique.....	10
4. BIOFEEDBACK VISUEL.....	10
4.1. Biofeedback statique	10
4.1.1. Plateformes de force	11
4.1.2. La Wii®	12
4.2. Feedback dynamique.....	13
4.2.1. Réalité virtuelle.....	13
4.2.2. Feedback dynamique instantané pendant exercices.....	14

4.2.3.	Feedback sur tapis roulant	16
5.	L'OUTIL VIDEO	17
5.1.	Présentation de la démarche.....	17
5.2.	Intérêts de l'utilisation et choix de la tablette et de l'application	17
5.2.1.	La vidéo	17
5.2.2.	La tablette numérique	19
5.2.3.	L'application.....	20
5.3.	Limites à l'utilisation de cet outil en rééducation	22
5.4.	Propositions sur la réalisation de la démarche	22
5.4.1.	Lors de l'exercice de marche	22
5.4.1.1.	En début de rééducation de la marche.....	23
5.4.1.2.	Vitesse de marche.....	23
5.4.1.3.	Aide technique.....	23
5.4.2.	Conseils au thérapeute dans l'utilisation de la tablette	24
5.4.2.1.	Avant la prise vidéo.....	24
5.4.2.2.	Pendant le tournage de la vidéo.....	24
5.4.2.3.	Pendant l'observation de la séquence.....	24
5.4.3.	Paramètres de tournage.....	25
5.4.3.1.	L'angle de tournage	25
5.4.3.2.	Repères visuels	25
5.4.3.3.	Autres paramètres	26
5.4.4.	Utilisation de la vidéo	26
5.4.4.1.	Pendant la prise en charge	27
5.4.4.2.	Instant d'utilisation pendant la séance.....	27
5.4.4.3.	Fréquence d'utilisation	28
6.	DISCUSSION.....	28

7. CONCLUSION	30
---------------------	----

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

La prise en charge rééducative après atteinte vasculaire cérébrale joue un rôle important dans la récupération de l'autonomie et le retour à domicile du patient. Pour cela, les masseurs kinésithérapeutes ont différentes stratégies à disposition comme les méthodes de biofeedback, dont le biofeedback visuel. Cette approche semble bénéfique à la fois au thérapeute et au patient lors de la rééducation.

Par l'avancée des technologies numériques, les outils de biofeedback ont évolué et se déclinent aujourd'hui sous différentes formes. Une liste des méthodes et montages utilisés actuellement à des fins de biofeedback visuel est dressée ici. Force est de constater que les améliorations de la marche ou des activités fonctionnelles sont plus nombreuses lorsque la rétro information est reçue au cours de situations dynamiques par rapport aux exercices statiques.

C'est pourquoi, dans le but de proposer une autre méthode de biofeedback visuel, simple d'accès pour le thérapeute et le patient, il semble intéressant de discuter de la mise en place d'une démarche d'analyse d'exercices de rééducation sur tablette numérique, nouvel outil utilisé dans le milieu médical.

L'ensemble des éléments entrant en jeu lors de la prise de vue, du montage vidéo et de l'analyse sont discutés dans cette étude afin d'aiguiller les thérapeutes dans leurs choix lors de la mise en place de cette méthode de rétro information. Elle doit notamment être adaptée à l'ensemble des troubles associés que peut présenter le patient hémiparétique, et qui pourraient freiner la compréhension de l'exercice ou sa réalisation.

Mots clés : A.V.C, hémiparésie, biofeedback visuel, tablette numérique.

Key words : stroke, visual feedback, digital tablet.

L'auteur déclare l'absence de tout conflit d'intérêt.

1. INTRODUCTION

En France, il se produit près d'un Accident Vasculaire Cérébral (AVC) toutes les 4 minutes. Cette pathologie neurologique est à l'origine de nombreuses atteintes motrices, sensitives, sensorielles ou cognitives (1). Les troubles moteurs entraînent dans de nombreux cas une situation d'hémiplégie, paralysie totale ou partielle de l'hémicorps controlatéral à la lésion cérébrale. En conséquence, l'autonomie et la qualité de vie des sujets touchés est altérée, de manière plus ou moins importante, en fonction de la lésion et de la récupération neurologique. Ainsi, environ 34% des personnes touchées ne peuvent remarcher sans assistance.

Pour pallier à ce problème de santé publique, le Ministère de la Santé a fait appel à la Haute Autorité de Santé (HAS) pour mettre en place des recommandations de bonne pratique appliquées lors de la rééducation du patient. Pour ce qui est de la locomotion, il est conseillé d'appliquer une rééducation fonctionnelle de la marche dès que possible (2).

Différentes méthodes de réapprentissage des gestes fonctionnels ont été développées par les rééducateurs afin de répondre aux besoins du patient hémiplégique. Ces stratégies évoluent avec l'expérience clinique, mais aussi avec les avancées scientifiques et technologiques. C'est ainsi qu'a pu être exploité, par un certain nombre d'approches, le biofeedback visuel (BV), tant dans la prise en charge du Membre Supérieur (MS), que du Membre Inférieur (MI) et de la marche. Il est alors intéressant d'utiliser la tablette numérique comme support du BV dans la rééducation de patients après AVC. Cet outil, complété par des applications pertinentes, semble être l'interface idéale pour allier simplicité d'utilisation et efficacité d'observation de séquences vidéos du patient. Ce travail propose de faire le point sur les techniques existantes de BV puis de discuter des différents éléments entrant en jeu lors de l'utilisation de la tablette numérique au cours de la rééducation de patients hémiplégiques.

2. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

La recherche bibliographique a pour but de faire le constat des différentes techniques d'utilisation du BV et de la vidéo au cours de la rééducation de patients hémiplégiques après AVC. Les bases de données sont : Medline, Kinédoc, Em consulte, Pedro, Kinésithérapie

la revue et HAS. Nous sélectionnons principalement des documents de moins de dix ans. Leur pertinence est jugée sur différents critères : le titre, le résumé de l'étude et l'année de publication. Les articles conservés sont en langue française ou anglaise.

Les mots clés utilisés pour cette recherche sont :

- En anglais : video, stroke, hemiplegia, feedback, recording, walking, gait, action observation.
- En français : vidéo, AVC, feedback, visuel, marche, hémiplégique, observation d'actions.

3. RAPPELS

3.1. Le biofeedback visuel

3.1.1. Définitions

Dans l'ouvrage de Remond intitulé *«Biofeedback : principes et applications»*, l'auteur donne plusieurs définitions du terme, notamment cette dernière : *«le biofeedback est une méthode permettant à un individu de prendre conscience de certains détails de son image ou de son comportement, et de les identifier avec l'intention de les modifier, de les perfectionner, ou de les maîtriser au travers d'une série d'essais successifs»* (3).

Cette stratégie de rééducation peut avoir pour cible différentes afférences mal contrôlées comme celles de gestes et actions volontaires ou de certains paramètres physiologiques (fréquence cardiaque, respiratoire ...). Elle doit être adaptée afin de transmettre au patient une information qui n'émerge pas correctement à sa conscience.

Le BV est la mise en place d'une rétro information visuelle, indiquant le patient sur certains paramètres qualitatifs ou quantitatifs de l'exercice. Pour être efficace, il doit impérativement être interprétable par le sujet, malgré sa pathologie. Différentes chaînes instrumentales peuvent être utilisées : balance, vidéo, plateforme de force, interfaces informatiques... En complément des techniques rééducatives proposées par

le masseur-kinésithérapeute (MK), ce type d'exercice nécessite la participation active du patient et sollicite sa concentration.

3.1.2. Intérêts en neurologie

Les techniques de biofeedback sont utilisées dans de nombreux domaines de pathologies ; que ce soit en cardiologie, en pneumologie mais aussi dans le domaine du sport et des contrôles gestuels (3). Ces apprentissages ont été progressivement insérés dans des prises en charge neurologiques et notamment pour des patients suite à un AVC.

3.1.2.1. Effets de la rétro information

A la suite d'un AVC, les sensibilités extéroceptive et proprioceptive du patient peuvent être altérées, en superficie comme en profondeur. Cette atteinte perturbe l'organisation de son biofeedback interne et modifie les informations utiles à la réalisation correcte des différents mouvements comme lors de la marche ou des apprentissages. La position des articulations, les contractions des groupes musculaires, la situation dans l'environnement et d'autres paramètres sont biaisés par l'atteinte. Le patient rencontre alors des difficultés à se corriger seul afin d'améliorer ses performances. Le biofeedback externe par la rétro information qu'il renvoie au patient (distribution du poids, force développée ou position dans l'espace), apporte des informations par un autre biais que celui du thérapeute ; ce qui semble moins redondant (4).

3.1.2.2. Effets sur l'activation corticale

En réponse à l'atteinte neurologique centrale que provoque l'AVC, la réorganisation post-lésionnelle peut être dirigée sous l'influence d'apprentissages spécifiques, lors de la rééducation. Le thérapeute met en place différentes stratégies de stimulations externes pour activer les zones céphaliques mises en jeu dans la réorganisation motrice et cognitive. Deux études se rejoignent dans leurs résultats et montrent l'effet d'un BV sur l'activation corticale.

La première étude se base sur la réalisation de mouvements analytiques du genou, guidés par une rétro information visuelle sur écran. Les déplacements à réaliser doivent suivre

une courbe sinusoïdale modèle. L'étude compare deux groupes de patients post AVC, l'un bénéficiant de la rétro information et l'autre formant le groupe contrôle. L'ensemble des tests proposés montre une augmentation de l'activation corticale pendant le contrôle de l'exercice sur écran et une amélioration de la vitesse de marche, en fin de rééducation, pour les sujets ayant bénéficié du BV (5).

La seconde étude de Maeda and al. analyse l'influence de l'observation d'actions (OA) sur la transmission de potentiels évoqués moteurs en direction de muscles de la main. Pour cela, 10 sujets sains sont équipés d'un dispositif de stimulations magnétiques transcrânielles. Le montage permet d'envoyer des potentiels évoqués moteurs de l'hémisphère gauche, en direction des muscles court abducteur du pouce et premier interosseux dorsal controlatéraux. Ces derniers sont équipés d'électrodes de recueil de la stimulation électrique. Un autre dispositif est placé au niveau de la main afin d'analyser l'angle de mouvement des doigts. Toutes les stimulations électriques envoyées sont identiques et correspondent au potentiel moteur nécessaire à la contraction maximale simultanée des muscles cibles. Le but est de comparer les angles des mouvements des doigts du sujet en fonction du geste observé à l'écran, pour déterminer si l'OA influence la sélectivité de l'aire cortico spinale, qui contrôle ces réponses motrices. Une fois équipés, les sujets observent des mouvements de main (abduction du pouce, flexion/extension de l'index et abduction de l'index) sur des vidéos. L'orientation de la main sur le film est identique à celle du sujet ou inversée. L'équipe de l'étude constate que les mouvements du pouce du sujet, provoqués par le potentiel évoqué moteur, sont plus grands lorsque le même geste est effectué sur la vidéo et que l'orientation de la main visionnée est la même que celle du sujet. De même pour l'abduction de l'index. L'étude conclut à une influence de l'OA sur la spécificité de l'activité corticale par la différence de mouvements des doigts en fonction du geste observé (6).

3.1.2.3. Effets sur la marche

La reprise de la marche est l'un des premiers projets du patient. Elle est un facteur important pour son autonomie lors des déplacements et durant les activités quotidiennes. Cho propose le BV comme un atout induisant des effets positifs sur la vitesse de marche. Il semble également efficace dans l'amélioration de la station debout et du contrôle de la marche (5).

Stanton and al. ont étudié l'avantage d'un système de biofeedback (visuel, auditif ou tactile) proposé en rééducation, comparé à une prise en charge classique, où n'interviennent que le feedback proprioceptif du patient et les éléments d'analyse du thérapeute. Leur revue de la littérature inclut uniquement des essais randomisés ou quasi-randomisés afin d'étudier des activités comme le maintien de la position debout, le lever et la marche. 22 études sont incluses dans leur travail. Le BV est utilisé dans 16 travaux. Pour 10 d'entre eux l'information est uniquement visuelle, les 6 autres études associant également une information auditive. Le maintien de la posture debout et la marche sont ensuite évalués dans la plupart de ces études. Les résultats sont en faveur des méthodes avec BV qui permettent de meilleures performances et leur maintien sur le long terme comparées aux prises en charge classiques (7).

3.1.3. Le biofeedback visuel vidéo dans la prise en charge post AVC

Différentes publications mettent en évidence des stratégies utilisant le BV vidéo et avançant des résultats intéressants sur le contrôle de certains paramètres, après un AVC. L'outil vidéo en tant que biofeedback est ainsi principalement utilisé dans la récupération motrice du MS et la lutte contre l'anosognosie.

Les conclusions des travaux sur le MS montrent une amélioration de la vitesse d'activation corticale et de reproduction du geste mais aussi de la satisfaction du patient, de sa prise de conscience des progrès, de sa qualité de vie et son autonomie (6)(8)(9)(10).

Les études menées par Fotopoulou and al. montrent un impact immédiat de l'observation vidéo sur la prise de conscience du handicap et des difficultés motrices de patients anosognosiques. 3 cas cliniques sont présentés. Après enregistrement vidéo d'une situation d'entraînement où il leur est demandé de réaliser certains gestes avec leur membre atteint, les séquences sont visionnées par les 2 premières patientes. Après avoir vérifié que la patiente se reconnaît à l'écran l'examineur échange avec elle sur ce qu'elle vient de voir. Dans les 2 cas, la prise de conscience est immédiate, à la fin de la vidéo, et perdure dans le temps. Ce rapide retour à la réalité n'est pas sans conséquence et s'accompagne d'un état dépressif pour ces 2 sujets (11). Une stratégie différente est mise en place avec le 3^{ème} patient. Il visionne 2 vidéos : l'une montrant un patient hémiplegique gauche durant sa séance de rééducation et l'autre

le présentant en situation. L'examineur constate que le patient admet plus facilement les difficultés de l'autre sujet que les siennes, même si la prise de conscience est bien présente (12).

Ces cas cliniques révèlent les effets de la vidéo sur la prise de conscience du handicap. Cette stratégie nécessite toutefois un suivi important, notamment dans la prise en charge de la dépression qui peut accompagner le retour à la réalité.

Aucune étude actuelle utilisant la vidéo comme élément de BV pour le patient lors de la rééducation après AVC n'a été trouvée, mais les précédentes nous montrent l'intérêt de cet outil, notamment dans la prise de conscience des déficiences.

3.2. Les neurones miroirs

Dans l'une de ses études, Buccino montre l'activation d'aires motrices chez des étudiants regardant des vidéos d'un acteur exécutant différents gestes avec la bouche, la main ou encore le pied. La vue de ces actions active chez l'observateur les aires motrices en charge de l'organisation et de la réalisation de ces mêmes tâches. La région corticale stimulée dépend alors des structures mises en jeu pendant le mouvement, montrant ainsi que les neurones miroirs peuvent s'activer sans limite topographique (ici pied, main et bouche) (13).

Rizzolatti complète ces observations en affirmant que *«le système des neurones miroirs et la sélectivité de leurs réponses déterminent ainsi un espace d'actions partagées, à l'intérieur duquel chaque acte et chaque chaîne d'actes apparaissent immédiatement inscrits et compris, sans que cela requiert aucune opération de connaissance explicite ou délibérée»*, mettant ainsi en avant le côté involontaire et inconscient du travail des neurones miroirs. Cette hypothèse peut être complétée par les recherches de Clavo-Merino et de ses collaborateurs. Leur population cible est composée de danseurs classiques, de danseurs de capoeira et de personnes qui n'ont jamais appris à danser. Ces différents sujets visualisent des mouvements de capoeira, puis de danse classique. Lors de la visualisation de pas de capoeira, l'activation corticale chez les danseurs de capoeira est plus importante que pour les participants des 2 autres groupes ; de même, pour les danseurs classiques lors de l'observation de pas de danse classique. Ils montrent

que l'activation des neurones miroirs est automatique mais modulée par la pratique motrice du sujet (13).

Les neurones miroirs jouent un rôle fondamental dans l'apprentissage par l'analyse et l'imitation des mouvements d'autrui. Ils entrent en jeu dans un processus permettant, par les informations visuelles, de faciliter les actes moteurs chez l'observateur (14). C'est pour cela qu'ils présentent un grand intérêt dans les différentes prises en charge rééducatives et notamment lors de réapprentissage moteurs après une atteinte neurologique. Les thérapeutes cherchent alors à activer ce système pour que le patient crée de nouveaux engrammes moteurs et améliore ses gestes fonctionnels. C'est également ce qui est visé par l'observation de séquences sur tablette numérique.

3.3. La vidéo dans l'observation d'actions en neurologie

L'OA est une méthode de rééducation qui exploite les systèmes neurophysiologiques, tels que les neurones miroirs, dans la récupération des déficits moteurs de patients atteints de pathologies neurologiques, comme l'AVC. Elle permet aux sujets de se représenter mentalement le mouvement observé et de le mémoriser aussi efficacement que s'il l'avait réalisé et répété. Cette mémoire de représentation du geste pourrait être définie comme une pré-acquisition du mouvement (15).

Buccino et Ertelt proposent au patient, lors d'une séance type, d'observer la séquence filmée d'une action impliquant le MS. Dans un second temps, le sujet exécute cette action, dans un contexte identique à celui de la vidéo (mêmes positions, mêmes mouvements, mêmes objets...) (16). L'OA facilite ainsi l'apprentissage moteur et la construction de la mémoire motrice chez des sujets sains mais aussi pathologiques (hémiplégiques).

Cette technique est surtout étudiée et appliquée au MS, dans la récupération motrice des différents gestes quotidiens. Les protocoles d'études sont assez similaires, et permettent de comparer 2 groupes (expérimental et contrôle). Les patients du groupe expérimental bénéficient de séances d'OA avec visualisation de vidéos de personnes saines en train de réaliser des activités de la vie quotidienne. Les actions observées peuvent être simples (mouvements de

main ou de doigts) puis complexes. A la fin de la vidéo, les sujets reproduisent ces mêmes gestes. Les personnes du groupe contrôle observent des vidéos de lettres et symboles, pour éviter tout lien avec un quelconque mouvement, puis réalisent les mêmes actions observées et réalisées par les sujets du groupe expérimental. Les études montrent alors une amélioration des performances aux tests fonctionnels chez les patients des groupes expérimentaux par rapport au groupe contrôle, mettant en avant l'intérêt de la prise en charge (16)(17).

Une recherche plus récente permet d'étudier l'utilisation de la technique d'OA dans la récupération de l'équilibre et de la marche chez des patients post AVC. Elle compare un groupe de patients bénéficiant d'une rééducation par OA à un groupe contrôle.

L'ensemble des sujets commence la séance par 30 minutes de rééducation neurologique classique. Les personnes du groupe expérimental visualisent ensuite la vidéo d'un sujet sain en train de marcher sur terrain plat, sur terrain en pente, puis en montée d'escaliers. L'autre groupe regarde une vidéo de paysages de nature. Les deux montages sont d'une durée identique. A la fin des vidéos, tous les patients réalisent un entraînement sur tapis de marche, avec variation de la pente pour reproduire la même situation que celle observée par les personnes du groupe expérimental. La deuxième partie de séance dure 30 minutes pour tous les patients. Le protocole s'organise avec 5 séances par semaine, pendant 8 semaines. En début et fin de traitement, l'équilibre et les performances de marche des patients sont analysés puis comparés. Les résultats montrent que tous les sujets ont amélioré leur équilibre avec une différence significative en faveur du groupe expérimental et de même pour les tests de marche (18).

La méthode d'OA est ainsi applicable aussi bien dans le réentraînement moteur du MS que dans celui du MI. La particularité de la démarche proposée dans ce travail est de montrer, par l'intermédiaire de la vidéo, des actions de marche réalisées par le patient lui-même et non pas par une autre personne, en vue de corriger et d'améliorer les mouvements. La prise de conscience du mauvais geste et l'observation des essais, où les mouvements sont réalisés correctement, servent de base à la réorganisation future.

3.4. La vidéo dans la rééducation de la marche

Même s'il n'est pas utilisé en tant que BV lors du réentraînement à la marche, l'outil vidéo est présent dans cette phase de rééducation. Ainsi, depuis les années 90, son intérêt dans l'analyse du schéma de marche par le MK est reconnu et depuis 2005 les mots et remarques utilisés par le thérapeute sont aussi analysés.

3.4.1. Observation et analyse du thérapeute

Dans notre recherche, aucun document n'associe l'utilisation de séquences filmées en situation d'entraînement à des fins rééducatives. Nous développons 2 études qui utilisent la vidéo afin d'analyser les thérapeutes.

Ainsi, Johnson and al. travaillent sur l'observation de films de thérapeutes lors de leurs séances de rééducation avec des patients post AVC. Ils s'intéressent au timing, à la fréquence et au focus attentionnel des instructions et feedbacks du MK (19).

De la même manière, une équipe française étudie les termes qu'utilisent différents thérapeutes lors de l'observation de la marche de 6 patients hémiparétiques (20).

D'après ces 2 études, la vidéo est utilisée comme outil de feedback en rééducation, pour le thérapeute, mais non directement pour le patient qui pourrait s'observer.

3.4.2. Analyse de la marche par le thérapeute

Lorsqu'elle est incluse dans une installation se rapprochant de celle d'un laboratoire de marche qui permet d'analyser les mouvements du patient dans tous les plans, la vidéo est utile à l'observation des déplacements du sujet. Wagenaar utilise un montage semblable pour étudier la démarche de patients post AVC à différentes vitesses sur tapis roulant afin de vérifier si la variation de la vitesse a une influence importante sur le schéma de marche. Différentes caméras analysent à la fois les mouvements des MI dans le plan sagittal, les mouvements transverses du

bassin et les rotations des ceintures (21). Ici, la rigueur et l'objectivité des paramètres étudiés permettent d'avoir des résultats précis et comparables.

3.4.3. Observations dans la pratique

En pratique clinique courante, certains thérapeutes utilisent les nouvelles technologies numériques, notamment la tablette portable, pour l'information et la formation des patients et leur famille. Les MK peuvent filmer la mise en place des aides techniques (releveurs, écharpe de maintien du MS) ou encore leur position lorsque le patient marche pour que la famille sache où l'accompagnant doit se placer lors du retour à domicile. La vidéo est aussi utilisée par les thérapeutes pour montrer au patient ses défauts de marche ou encore ses progrès au cours de la rééducation, mais sans véritable protocole.

Il a été difficile de trouver des recherches bibliographiques rassemblant les publications traitant de l'utilisation de l'outil vidéo en tant que BV, pour améliorer les gestes fonctionnels et la marche. Il nous a semblé intéressant de reprendre les différents éléments à définir pour utiliser la vidéo sur tablette numérique au cours de la rééducation de patients hémiplegiques.

4. BIOFEEDBACK VISUEL

La lecture des études utilisant le BV en rééducation post AVC met en évidence 2 types d'entraînement : des situations en statique et des situations en dynamique.

4.1. Biofeedback statique

La première approche est l'utilisation du BV au cours d'un exercice en statique. Il s'agit souvent d'un travail de la posture, de la répartition du poids qui est alors utilisé comme biofeedback. Nous nous intéressons ainsi à la mise en place du biofeedback par le biais de la plateforme de force et de la Nintendo Wii®.

4.1.1. Plateformes de force

L'utilisation de la plateforme en rééducation a fait l'objet de différentes recherches quantifiant la localisation des appuis, la répartition du poids et étudiant ses effets sur la marche ou les activités de la vie journalière. 2 revues de littérature s'intéressent à la place de la plateforme de force dans la prise en charge de patients en rééducation post AVC.

La première est une revue Cochrane regroupant 7 études et 246 patients. La question posée est de déterminer si le BV ou audio d'une plateforme de force a des effets sur la balance statique clinique et sur la déambulation de patients post AVC. Elle n'inclut que des essais contrôlés randomisés. L'intérêt est de comparer l'entraînement avec plateforme de force et BV à une prise en charge classique ou encore l'entraînement avec plateforme et biofeedback audio ou visuel à une prise en charge avec balance ou avec placebo. Les résultats ne montrent pas d'améliorations significatives. En effet, l'évaluation au «Berg Balance Scale» est en moyenne de 2 points par rapport au groupe contrôle. Seule une valeur supérieure ou égale à 6 est significative. De même, les effets sur les performances au Timed Up And Go test et les résultats de la Mesure de l'Indépendance Fonctionnelle (MIF) ne montrent pas de différences entre les groupes. Au laboratoire de marche, le seul élément significatif en faveur du groupe expérimental est celui qui se rapproche des situations d'exercice sur plateforme. (22).

Afin de compléter ce travail avec des données plus récentes, un mémoire de fin d'étude réalisé à l'IFMK de Besançon étudie la diversité des résultats concernant l'utilisation de la plateforme dans la rééducation post AVC et son efficacité. 7 études montrent l'intérêt de l'outil de posturographie dans l'amélioration de la marche, des activités de la vie journalière, de l'équilibre ou encore de la répartition du poids (23). Différents protocoles de recherche concluent à une absence de résultat significatif en faveur de la prise en charge avec plateforme de posturographie. Parmi eux, un programme d'études transversales impliquant les équipes de Yavuzer et Eser analyse un certain nombre de paramètres de récupération motrice et fonctionnelle après entraînement sur plateforme. 41 patients sont inclus dans les études pendant 8 semaines. Les exercices sur plateforme sont réalisés par le groupe expérimental pendant 15 minutes chaque jour, 5 jours par semaine et pendant 3 semaines. Les résultats mettent en avant une amélioration des performances du groupe expérimental comparable à celle du groupe

contrôle. Ils sont non significatifs entre les deux groupes concernant la MIF, le score BMRS et le Rivermeed mobility index (24)(25).

Ces travaux nous permettent de discuter de l'intérêt de l'entraînement sur plateforme dans la rééducation de la marche post AVC. Les résultats positifs relevés sont le plus souvent en faveur de paramètres statiques, notamment le transfert d'appui. Les 7 études rassemblées par Studer confirment cette amélioration. Concernant les modifications des paramètres de marche ou des bénéfices observés dans les AVJ, ils ne sont pas systématiquement retrouvés et les progrès sont généralement comparables entre le groupe contrôle et le groupe expérimental.

4.1.2. La Wii®

Par son originalité et son coût relativement bas, la Wii Balance Board® (WBB), l'un des accessoires de la console Nintendo Wii®, est proposée aux patients post AVC. A première vue, il s'agit d'un outil assez similaire à la plateforme de force, tant dans son aspect que dans ses fonctionnalités. La WBB est utilisée en rééducation neurologique pour proposer différents exercices d'équilibre (23)(26).

Zenatie présente une étude des effets de la WBB sur l'équilibre à travers une revue de la littérature. Ses recherches incluent 2 populations différentes : des personnes âgées et des patients post AVC. Ces 2 groupes présentent en commun le risque de chute suite à des troubles de l'équilibre. L'auteur constate que la WBB n'est pas beaucoup étudiée dans la rééducation des fonctions du MI mais plus fréquemment dans celle du MS, associée aux jeux classiques de la console. Il compare tout de même les résultats des entraînements utilisant la WBB à ceux qui utilisent la plateforme de force. Il met en avant les limites de la console sur la mesure de l'équilibre et du centre de pression. Il constate également que, malgré son attrait et l'aspect ludique des jeux, les paramètres pré-réglés du logiciel Wii Fit® utilisé dans les études ne sont pas toujours adaptés à la pathologie. La console présente toutefois des avantages, motivant les patients qui se prennent au jeu pour améliorer leurs scores. L'autre intérêt est son faible coût par rapport à une plateforme de posturographie.

Kennedy confirme ces points forts de la WBB dans son étude du dispositif. Pour exploiter au maximum les capacités du système, il développe le *WeHab system* en collaboration avec des ingénieurs. Cette interface numérique, projetée sur écran, face au patient, permet un suivi visuel de la position et du trajet du centre de pression du sujet au cours de l'exercice et du poids appliqué sur chaque MI. Elle est utilisée lors d'exercices de contrôle de la répartition du poids du corps en uni ou bipodal et de levé de chaise. Le système est utile au suivi de la performance par le patient et le thérapeute et au maintien de la motivation du sujet (27).

4.2. Feedback dynamique

De même que pour les exercices statiques qui bénéficient du BV, il est possible de proposer cette rétro information lors de la réalisation de tâches dynamiques. Ce BV est repris dans des environnements en réalité virtuelle, mais aussi lors d'exercices dynamiques analytiques ou encore de marche.

4.2.1. Réalité virtuelle

L'intérêt pour la réalité virtuelle (RV) dans la prise en charge neurologique évolue rapidement et est en lien avec le perfectionnement des systèmes proposés. Cette technique permet de placer le patient dans un environnement prédéfini, souvent familier, afin d'influencer ses actions et ses mouvements. Le thérapeute cherche à provoquer des réactions spontanées et automatiques en réponse aux stimulations de l'environnement virtuel. L'interface peut se présenter directement à l'écran ou de manière plus réaliste par des lunettes ou une salle de RV (23). L'utilisation de lunettes de RV permet de stimuler les mouvements du MS lors d'interactions avec des objets du quotidien immergés dans la simulation : jeux de balle, prise de courrier dans une boîte aux lettres ... Des études cherchent également si la RV peut être utile dans la rééducation du MI en simulant la marche dans la rue (28).

Fluet montre les limites thérapeutiques de l'outil virtuel lors de la rééducation neurologique. Il analyse différents essais contrôlés randomisés qui comparent la prise en charge standard à une prise en charge utilisant la RV. Sur les 8 études incluses, une seule présente des résultats significatifs en faveur de la technologie virtuelle pour le MS. Aucune des 2 études

concernant le MI ne montre un avantage de la RV comparée à la marche réelle en rééducation. Une revue Cochrane de 2011 traitant de ce sujet conclut à des preuves limitées de la RV dans la rééducation du MS et lors des activités en situation. Aucun résultat significatif sur la vitesse de marche ou la force de préhension n'est observé (29).

Les avantages et inconvénients de ce dispositif rejoignent ceux de la plateforme de posturographie. L'aspect ludique des activités proposées est l'élément attractif principal de la RV. Etre immergé dans des environnements familiers et interactifs permet au patient de focaliser son attention sur la tâche à réaliser, provoquant parfois le retour de gestes automatiques. Toutefois, le prix de ces nouvelles technologies semble être un frein à leur acquisition dans les différents secteurs de rééducation (23)(28).

4.2.2. Feedback dynamique instantané pendant exercices

Les thérapeutes du projet «Envisage» proposent une autre approche du BV lors de la rééducation de patients post AVC. Ils mettent en place la visualisation dynamique instantanée des mouvements du sujet pour faciliter la rééducation à la marche. Il s'agit donc d'un biofeedback en temps réel, que le thérapeute et le patient suivent tout au long de l'exercice et qui donne une rétro information instantanée de la réalisation des mouvements demandés. Le sujet réalise un exercice de marche ou un exercice analytique qui demande une mobilisation articulaire active. Le choix de l'articulation cible du MI est laissé au thérapeute. (30).

Les données des déplacements sont collectées par des capteurs de mouvement 3D. Le système retranscrit alors les différents mouvements du MI en étudiant la position de la jambe, l'orientation du bassin et du MI (fig. 1). La présentation à l'écran se fait au travers de deux

figures en stick. L'une représente les amplitudes d'un sujet sain, l'autre retransmet les amplitudes du patient par rapport au modèle (fig. 2).



Figures 1 et 2 : captures d'écran de la présentation de la marche et du mouvement de genou.

Les sujets qui participent à l'étude sont répartis en 3 groupes : contrôle, placebo et expérimental. Les participants du groupe contrôle ne reçoivent que le programme de rééducation habituel, qu'ils soient hospitalisés ou en soins externes. En plus de la rééducation habituelle, les patients du groupe placebo participent à un entraînement à la marche, pendant 1 heure, 2 fois par semaine pendant 6 semaines. Au cours de ces exercices, seul le feedback donné par le thérapeute est autorisé, qu'il soit verbal ou modèle à suivre. Le système spécifique développé dans le projet de recherche et utilisant un BV dynamique instantané sur écran est proposé au groupe expérimental, en plus des soins habituels. Les séances durent 1 heure, 2 fois par semaine, pendant 6 semaines. Les mêmes exercices sont proposés pour les 3 groupes, seule la rétro information est différente. Les sessions des groupes placebo et expérimental sont filmées afin d'analyser les différences d'interaction patient/thérapeute au cours des exercices.

Ce projet en cours ne donne pas accès à des résultats définitifs. L'hypothèse avancée est d'objectiver une modification des résultats en sollicitant la motivation du patient, sa compréhension et son adhésion à la rééducation. Le travail du thérapeute peut se voir faciliter grâce à la retransmission instantanée de la performance.

4.2.3. Feedback sur tapis roulant

La marche sur tapis roulant avec BV pour les patients neurologiques est à l'étude. Chacun de ces outils utilisés séparément a un effet sur les paramètres de marche. Leur association peut potentialiser les effets et engendrer éventuellement des progrès plus sensibles.

Druzicki et son équipe veulent étudier l'intérêt de cette association dans l'amélioration de la marche de patients post AVC en phase chronique, à plus de 6 mois. Les 30 patients de l'étude sont pris en charge pour réentraînement moteur et fonctionnel à la marche. 2 groupes sont constitués : 1 groupe expérimental et 1 groupe contrôle. Tous les patients sont pris en charge environ 2 heures par jour. Le groupe expérimental participe également à 1 séance de 5 à 20 minutes sur tapis roulant, en fonction des capacités de chaque patient, 5 fois par semaine, pendant 3 semaines. Le dispositif mis en place est composé d'un tapis de marche couplé à un système de BV. Sur écran, le patient suit en temps réel la localisation de ses pieds, la zone idéale de placement sur le tapis, ainsi que des informations sur la tâche réalisée : symétrie des appuis, périmètre de marche et longueur du pas. Pour le groupe expérimental, les résultats montrent un réel effet de l'association des 2 techniques avec amélioration sur la répartition du poids, la vitesse et le périmètre de marche (31).

Toujours dans la perspective d'associer marche sur tapis et BV en temps réel, une étude utilise un paysage virtuel en projection au patient afin de lui présenter la rétro information. Le sujet est ainsi entouré d'un environnement extérieur projeté sur les murs. Lorsqu'il marche sur le tapis, le paysage se modifie comme s'il avançait droit devant lui. S'il présente une asymétrie, elle est repérée par les capteurs du dispositif et l'environnement en projection tourne, comme si le patient tournait sur lui-même. Ce BV est associé à un signal sonore qui se déclenche lui aussi en cas d'asymétrie de marche. Ces 2 rétro informations sont réduites au fur et à mesure de l'utilisation. Cette étude porte sur 2 cas et cherche à montrer la possibilité d'améliorer la symétrie spatiotemporelle, tout en augmentant la vitesse de marche des patients. Ainsi, le premier sujet a pour objectif l'amélioration de la longueur du pas, le second celle de la symétrie des pas. Le premier patient confirme l'hypothèse car il réduit ses aides techniques et améliore sa vitesse de marche et la longueur de ses pas. Le second sujet montre également des résultats intéressants en améliorant vitesse de marche et symétrie des pas (32).

Ces différentes études de feedback dynamique nous montrent que cette stratégie semble plus performante sur les paramètres de marche par rapport aux protocoles de feedback statique. C'est dans cette perspective que nous nous proposons d'étudier une autre forme de rétro information visuelle, en utilisant la vidéo sur tablette numérique comme feedback.

5. L'OUTIL VIDEO

Dans l'optique d'une nouvelle approche de l'utilisation de la vidéo lors de la rééducation du patient hémiparétique, nous proposons d'utiliser la tablette numérique afin de saisir, de traiter puis d'observer les séquences filmées avec le patient.

5.1. Présentation de la démarche

Il semble intéressant de proposer en 2015 l'utilisation d'outils technologiques récents comme support permettant de donner au patient une rétro information visuelle pertinente. La tablette numérique commercialisée actuellement est un outil d'analyse d'observation et d'aide à la décision qui semble pertinent pour le thérapeute.

Il semble intéressant de filmer le sujet avec la tablette lors de situations d'exercices (transferts, marche ...), de mettre en forme la vidéo sur ce même support pour ensuite l'observer et l'analyser avec le patient.

Nous proposons donc de discuter l'ensemble des éléments à définir qui pourraient entrer en jeu dans cette nouvelle démarche.

5.2. Intérêts de l'utilisation et choix de la tablette et de l'application

5.2.1. La vidéo

Différents auteurs présentent la vidéo comme un outil de choix dans la rééducation de patients ayant subi un AVC.

Pour reprendre Roby-Brami, « *le feedback cinématique permet de travailler sur des paramètres spécifiques du mouvement, par exemple, la fluidité ou la coordination [...] utiliser ce knowledge of performance de plusieurs manières : comme guide vers un meilleur mouvement ou bien comme correction quand un paramètre choisi dévie de manière excessive d'une limite prédéfinie.* ». Ses observations concernant le MS peuvent être transposées et appliquées dans la prise en charge du MI (33).

Dans le cadre de ce travail, nous proposons d'utiliser la vidéo avec le patient dans la prise de conscience de ses attitudes, de ses boiteries et ses difficultés lors des tâches demandées. Les travaux de Fotopoulou encourageant cette approche (11)(12). Pour rendre accessible les éléments importants sur lesquels le patient doit focaliser son attention les propriétés de montage de certaines applications seront choisies et adaptées aux difficultés du sujet.

Comme le présente Cho, stimuler la reprogrammation motrice du MI est possible par un protocole d'OA. A partir de cette constatation, le second objectif de la démarche est de mettre en place une observation du geste corrigé pour inciter l'activation d'aires motrices chez le sujet (18). Pour cela, thérapeute et patient visionnent une séquence sur laquelle le sujet contrôle ses mouvements ou réussit l'exercice demandé afin de reprogrammer les gestes corrects. Toutefois, aucune publication retrouvée actuellement n'évoque une stratégie d'OA qui utilise des vidéos du patient lors de la réalisation d'exercices. La plupart s'organisent à partir de vidéos de sujets sains. Il faudrait vérifier l'efficacité de la démarche lorsque le patient observe des séquences le mettant en scène lors de la réalisation correcte des exercices.

L'attention visuelle portée aux troubles et aux différents progrès réalisés peut être un avantage non négligeable dans la prise en charge par son influence sur la reprogrammation motrice et sur la motivation du patient. C'est ce que constate l'équipe de Loudon qui propose, au terme d'enregistrements vidéo, une visualisation des séquences pour aider à la compréhension des perturbations motrices et ainsi, améliorer les mouvements de patients post AVC. L'objectif est de leur proposer une vision compréhensible de leurs mouvements et parallèlement d'aider le thérapeute par un nouvel outil de rééducation. La marche du patient est filmée ainsi que celle d'un sujet sain. Après visionnage, l'ensemble des participants est

interrogé (patients et thérapeutes). Tous s'accordent à dire, suite à un questionnaire transmis, que le système vidéo est intéressant et serait utile pour montrer au patient ses progrès (34).

Ainsi, malgré la prise de conscience des déficiences qui peut être douloureuse pour certains patients, le suivi des progrès peut s'avérer être un allier de choix dans notre stratégie rééducative et maintien, sur la durée de la prise en charge, la motivation du patient.

5.2.2. La tablette numérique

Le choix de la tablette numérique pour notre approche thérapeutique est le fruit d'une certaine réflexion. En effet, ce support présente certains avantages par rapport à une méthode plus classique, qui nécessite caméscope et ordinateur ou vidéo projecteur.

Le premier atout de la tablette est technologique et pratique. En plus de sa facilité de transport, cet outil numérique permet de filmer le patient, de réaliser le montage via différentes applications choisies judicieusement et de présenter un enregistrement qui sera analysé avec le thérapeute. Grâce aux avancées technologiques, la qualité vidéo sur tablette est presque comparable à celle de caméscopes numériques. Le thérapeute n'a besoin que d'un seul outil tout au long du suivi vidéo réalisé, évitant ainsi de filmer avec caméscope, transférer les données vidéos sur ordinateur pour le montage et visionner la séquence avec le patient. Le résultat est d'aussi bonne qualité et sa réalisation est plus accessible.

La simplicité d'utilisation de la tablette est également un avantage majeur. En effet, la prise en main de l'outil est rapide pour le thérapeute même sans connaissance préalable du système (35)(36). Du point de vue du patient, Kurland utilise la tablette à des fins de rééducation de l'aphasie pour des sujets hémiplésiques et analyse son efficacité dans cette prise en charge (37). Les exercices proposés sur le support sont un vrai élément de motivation pour les patients.

Le coût d'une tablette reste abordable et rend accessible le projet. Le prix de l'application à ajouter est négligeable lors de l'investissement. Le thérapeute peut s'équiper avec n'importe quel dispositif sur le marché électronique à trois conditions : une qualité vidéo suffisante à la réalisation du montage, la compatibilité avec les différentes applications

recommandées ci-après et une taille d'écran adaptée à l'observation des séquences. Il semble intéressant de choisir une tablette assez large en évitant les modèles minimalistes présents sur le marché. Nous recommandons une tablette d'au moins 9 pouces, soit environ 22.9 cm.

Le choix de la tablette numérique se justifie par les qualités de cet outil qui permet une utilisation simple, intuitive et rapide pour le thérapeute et un déroulement de l'application facilement compréhensible pour le patient.

5.2.3. L'application

Un grand nombre d'applications propose de réaliser des montages vidéo sur tablettes numériques mais après recherches sur les différentes plateformes d'achat, 2 semblent répondre aux exigences de la démarche. L'une n'est compatible qu'avec l'iPad® (Apple Computer, Cupertino, California), l'autre avec l'ensemble des dispositifs proposés sur le marché pour ne pas dépendre de la tablette. Ces logiciels permettent de traiter les vidéos après leur enregistrement sur le support ou en les important d'une bibliothèque numérique (annexes I et II). Ces applications sont Dartfish® (UserVoice Inc, San Fransisco) et Coach's eye® (TechSmith Corporation, Okemos), utilisées dans le monde sportif mais applicables pour notre travail.

Le thérapeute a de nombreuses possibilités dans le montage. Il peut notamment modifier la vitesse de déroulement de la vidéo, élément mis en avant dans le questionnaire de Loudon (34). Les patients et thérapeutes de l'étude trouvent intéressant de ralentir le défilement de la vidéo de la personne saine afin de mieux comprendre les composantes motrices. Avec les séquences du patient, le ralenti permet de repérer plus facilement ses déficiences ou incapacités.

Le MK peut également placer 2 vidéos côte à côte sur le montage à condition que le patient ait la capacité, par une exploration visuelle adaptée, de pouvoir les comparer l'une et l'autre. Il peut aussi zoomer les images lorsqu'elles défilent (annexes III et IV).

Le principal atout de ces 2 programmes est l'ensemble des options de montage qui mettent en avant les éléments les plus importants à repérer pour le patient. Par exemple, un cercle de couleur autour d'un membre ou une flèche pointant une articulation focalisent l'attention du sujet sur cette zone (fig. 3 à 6). Le thérapeute peut également mesurer, avec une précision relative, les angulations du segment choisi, lors d'un mouvement, à partir d'une image figée. Un mode d'emploi d'utilisation des options a été réalisé (annexes V et VI).



Figures 3 et 4 : captures d'écran de l'application Dartfish®.



Figures 5 et 6 : captures d'écran de l'application Coach's eye®.

Le thérapeute adapte son montage (image simple ou double, ralentie ...) à l'analyse qu'il veut faire par rapport aux capacités d'observation et de compréhension du patient.

Pour cela, il peut compter sur l'ensemble des options qu'offrent les 2 logiciels. Le choix de l'application dépend surtout de la tablette numérique à disposition du MK.

5.3. Limites à l'utilisation de cet outil en rééducation

La réflexion a été menée dans un service de neurologie avec des patients AVC, amenant le thérapeute à réfléchir sur les déficiences spécifiques de certains patients. Lorsqu'il propose au patient de travailler avec le support vidéo, le thérapeute doit s'assurer que le sujet comprenne l'intérêt de la démarche et capte, par son exploration visuelle et son attention, ce qui est à l'écran, notamment en cas d'héminégligence. Si le patient souffre de troubles de la vue non corrigés, il n'est pas judicieux de proposer ce type de rétro information visuelle en rééducation. Thérapeute et sujet doivent pouvoir échanger et se comprendre malgré l'atteinte, notamment en cas d'aphasie. Différents codes de communication, gestuels, verbaux, peuvent être utilisés.

Le thérapeute, en collaboration avec les autres rééducateurs, doit réunir les différents éléments du bilan et décider comment inclure ou non cette technique dans son programme de rééducation.

5.4. Propositions sur la réalisation de la démarche

A cause de l'atteinte cérébrale et de la défaillance du feedback interne, le patient a des difficultés à contrôler l'ensemble de ses mouvements lors des différentes situations d'exercice. Il est intéressant de lui demander des tâches simples et fonctionnelles pour ne pas augmenter ces difficultés.

5.4.1. Lors de l'exercice de marche

L'intérêt est ici de présenter au patient les séquences enregistrées. Le thérapeute guidera son attention vers les éléments non contrôlés. C'est aussi au thérapeute de choisir, parmi les déficiences du patient, le paramètre qu'il va mettre en avant lors de l'observation de la vidéo. Pour pouvoir comparer les séances, l'exercice doit être reproductible et réalisé dans des conditions similaires.

5.4.1.1. En début de rééducation de la marche

Dès la première séance avec vidéo, le thérapeute doit choisir des conditions d'exercice facilement reproductibles pour permettre la comparaison des séquences.

Par exemple, la distance de marche peut être choisie parmi les différents tests utilisés en neurologie (Time up and go, test des 10 mètres...). Cela permet d'avoir une distance standardisée et de choisir les mouvements réalisés lors de l'exercice (levé, marche...) pour viser les difficultés du patient. L'intervalle choisi reste le même et assure la reproductibilité et la comparaison des vidéos précédemment filmées dans des conditions identiques. Ce choix doit également prendre en compte la fatigue du patient.

5.4.1.2. Vitesse de marche

En pratique clinique, le thérapeute a pour but d'observer la marche spontanée du patient. Dans la situation de tournage, il est demandé au patient d'adopter une allure normale tout au long de la distance paramétrée. Après observation de la vidéo, le travail de contrôle de la marche se fera aussi à vitesse normale pour que ce paramètre n'influence pas la concentration du sujet.

L'intérêt des applications numériques est de pouvoir modifier la vitesse de défilement de l'image pour l'adapter au cours de l'observation. La séquence peut être ralentie pour apprécier plus facilement les déficiences du patient ou mise en pause pour pointer un positionnement incorrect sur image figée (annexes VII et VIII).

5.4.1.3. Aide technique

La présence d'aides techniques dépend de l'élément que le thérapeute veut mettre en évidence sur la séquence. Il peut, par exemple, exploiter une vidéo pour justifier la nécessité de l'aide technique en montrant au patient ses difficultés en l'absence du matériel. Dans ce cas, la séquence est filmée sans équipement. Si le thérapeute veut pointer une déficience du schéma de marche, il peut laisser l'aide technique au patient. Toutes les situations sont envisageables en fonction du but recherché et confirmé lors de l'observation de la vidéo.

5.4.2. Conseils au thérapeute dans l'utilisation de la tablette

5.4.2.1. Avant la prise vidéo

Afin d'assurer le bon déroulement de la procédure, le thérapeute doit expliquer au patient l'ensemble du projet et ses différentes étapes. Il va adapter son discours en fonction des capacités de compréhension et de langage de l'individu. Son but est d'obtenir l'accord éclairé du patient, sa participation active et son investissement.

Comme dans les quelques études qui utilisent la tablette numérique, le thérapeute doit présenter l'outil au sujet avant le début de la séance et lui expliquer les différentes options de montage qui seront utilisées. L'efficacité de l'analyse est ainsi favorisée (35)(36)(37).

Les instructions que le patient doit suivre pendant le tournage de la vidéo lui sont également communiquées. Elles doivent être simples, claires et standardisées pour assurer la reproductibilité de l'exercice.

5.4.2.2. Pendant le tournage de la vidéo

Une fois que le sujet commence à être filmé, le thérapeute peut l'encourager ou lui donner un feedback oral. Il est libre dans le choix de ses interventions qu'il adapte en fonction de la situation. Les conditions d'enregistrement doivent tout de même être reproductibles.

5.4.2.3. Pendant l'observation de la séquence

Les commentaires du thérapeute lors du visionnage de la vidéo dépendent des éléments qu'il veut mettre en avant et des options de montage qu'il utilise. Par exemple, 2 vidéos côte à côte, à comparer, ne seront pas présentées de la même manière qu'une séquence seule à analyser. Le libre choix de cette approche est laissé au thérapeute pour qu'il puisse l'adapter.

5.4.3. Paramètres de tournage

Il s'agit de l'ensemble des paramètres extérieurs qui entrent en jeu dans la prise vidéo.

5.4.3.1. L'angle de tournage

Toute prise de vue est possible, que ce soit de face, de dos ou de profil afin de permettre l'observation des mouvements et de rendre visibles le ou les défauts de marche à corriger.

D'un point de vue pratique, les vues de face et de dos présentent un premier avantage par rapport aux 2 profils possibles. Elles permettent au thérapeute de fixer la tablette sur un support, lui laissant la liberté de pouvoir intervenir en urgence. S'il veut suivre l'ensemble des mouvements du patient en vue de profil, il doit tenir la tablette tout au long de la séquence pour l'orienter au fur et à mesure du déplacement.

Les travaux de Maeda and al. peuvent influencer sur le choix de la prise de vue. Leur étude sur la modulation de l'activité corticale, quand des sujets observent différents mouvements de doigts dans des orientations contraires de la main, montre que la réponse motrice est plus rapide lorsque le geste observé est dans le sens du mouvement que le patient peut lui aussi réaliser. En résumé, l'activité corticale est augmentée si le patient observe un geste filmé dans son sens, comme s'il était en train de le réaliser (6). Cet élément oriente vers le choix de la vue de dos.

La placement de la tablette au cours de la réalisation de la vidéo est donc un paramètre qui influence l'ensemble de l'observation et doit faciliter le déroulement de l'exercice filmé.

5.4.3.2. Repères visuels

La mise en place de repères visuels, par le thérapeute, sur le trajet emprunté par le patient montre plusieurs avantages et semble importante.

Le thérapeute définit l'intervalle entre deux traces, leur emplacement (au sol, à hauteur de vue...) et leur nature (matériaux, couleur...) afin de les rendre visibles à tous les

protagonistes. Les marques offrent un feedback visuel permettant de suivre l'avancée du sujet, de connaître à tout moment la distance parcourue ou à parcourir et à la lecture de la séquence, de mieux repérer les déficiences.

Il s'agit également d'un potentiel outil de suivi de la vitesse lors du visionnage de la vidéo, qui peut être calculée ou non par le MK en dehors de l'application.

5.4.3.3. Autres paramètres

D'autres éléments sont à prendre en compte pour optimiser le rendu du montage vidéo et la réalisation de l'exercice par le patient.

Le thérapeute doit anticiper :

- le lieu où se déroule la séquence en fonction du matériel et de la place nécessaires,
- la lumière de la pièce afin d'avoir un rendu net pour faciliter l'observation, sans que cela ne gêne le patient au cours de la réalisation de la tâche,
- l'heure du tournage, en début ou fin de séance, ou à un autre moment de la journée, à adapter selon la forme journalière du patient,
- la fréquence des prises vidéo,
- la possibilité de donner au patient un ou plusieurs essais,
- la nécessité ou non de la présence d'une tierce personne.

Cette liste d'éléments n'est pas exhaustive et reste à compléter grâce aux expériences futures de réalisation qui mettront en évidence d'autres éléments à définir.

5.4.4. Utilisation de la vidéo

Cette dernière étape regroupe, elle aussi, un certain nombre de choix à effectuer et à appliquer tout au long de l'utilisation des montages vidéo, pouvant influencer son inclusion ou non dans la rééducation globale du patient. Le thérapeute doit déterminer les éléments qui vont l'aider à décider de l'utilisation du BV dans sa prise en charge.

5.4.4.1. Pendant la prise en charge

L'utilisation de l'outil vidéo sur la tablette numérique évolue au fur et à mesure de la prise en charge du patient. Le thérapeute choisit les séquences à observer en fonction des déficiences, incapacités et handicaps restant pour les corriger les uns après les autres. Pour cela, il peut suivre le modèle proposé par la Cofemer dans la prise en charge de patients amputés, applicable à toutes les pathologies, en commençant par l'évaluation des lésions (varus-équin de cheville...), puis l'observation en situation de test (tests de marche pour repérer les incapacités) et l'analyse en situation réelle montrant les handicaps du patient (38).

La vidéo peut également servir de situation de monitoring et de témoin de la progression dans l'observation de la marche en filmant le patient à des intervalles différents. Cela permet d'avoir à disposition des séquences prises au fur et à mesure de la rééducation, de pouvoir les comparer et les montrer au patient pour qu'il constate ses progrès.

Une multitude d'approches est possible et laisse le thérapeute libre de l'évolution de son utilisation de la démarche au cours de sa prise en charge.

5.4.4.2. Instant d'utilisation pendant la séance

Le moment du visionnage vidéo par le patient et le thérapeute, au cours de la séance de rééducation, semble déterminant dans la stratégie de prise en charge.

Le thérapeute peut décider d'utiliser le montage vidéo à différents moments au cours de la séance. Ainsi, pour une approche assez similaire à celles d'OA, le visionnage de l'action correctement réalisée peut précéder l'exercice (16)(17)(18). Pendant la prise de conscience, le patient peut observer la vidéo avant de réaliser l'exercice pour avoir en tête les anomalies à corriger.

L'outil numérique est si souple dans son utilisation qu'il donne la possibilité au thérapeute de filmer le sujet au début de ses exercices de marche, de faire le montage pendant sa pause et de poursuivre la séance par l'analyse vidéo en terminant par un entraînement actif.

L'étude de Chiviawsky apporte des éléments complémentaires à notre réflexion. Il montre que chez 24 sujets sains, l'information visuelle après une série de lancers de balle réussis améliore plus rapidement les résultats que lorsqu'elle est transmise après une série d'échecs (39). Il conclut que le visionnage des essais réussis peut influencer la vitesse de progression des sujets. Si nous transférons cette hypothèse à notre démarche, il faut envisager plusieurs essais pour montrer au patient celui qu'il a le mieux réalisé au cours de la séance.

L'instant d'utilisation de la vidéo au cours de la séance de rééducation est un élément très malléable par le thérapeute. Il lui revient de le choisir en fonction de sa stratégie d'observation, de ses facilités avec le support numérique ou d'autres facteurs qu'il constate en clinique.

5.4.4.3. Fréquence d'utilisation

La plupart des études d'OA ou de BV place le visionnage vidéo à chaque séance, pendant un certain nombre de semaines, afin de comparer les capacités du patient avant et après le traitement et de suivre son évolution (16)(17)(18). Dans les situations d'OA le sujet suit un entraînement intense l'amenant à travailler la répétition des gestes, stratégie efficace dans la prise en charge neurologique. Une organisation similaire qui propose un entraînement quotidien au patient semble intéressante.

La mise en place de cette démarche nécessite la réflexion du thérapeute en amont, afin de coordonner les différents facteurs de réalisation entre eux et proposer au patient l'approche qui lui correspond le mieux, en fonction de son stade de récupération, du délai depuis l'AVC et de ses capacités actuelles.

6. DISCUSSION

Comme elle nécessite une implication importante du patient sur les plans moteur, cognitif et psychologique, la stratégie d'utilisation de la vidéo comme BV impose certaines précautions pendant sa mise en place.

L'utilisation de séquences vidéo mettant en scène le patient renvoie à la notion du droit à l'image. *«Le droit d'une personne sur son image est protégé en tant qu'attribut de sa personnalité. Toute personne, célèbre ou anonyme, peut s'opposer à l'utilisation de son image sans son autorisation, sauf exceptions. En cas de non-respect de ce principe, la personne peut obtenir réparation du préjudice subi auprès des tribunaux»*. Le respect de la vie privée et du droit à l'image est assuré par le Code Civil et le Code Pénal (40)(41). Il est primordial que le thérapeute obtienne le consentement éclairé du patient ou de sa personne de confiance et lui fasse remplir et signer une autorisation lui permettant d'utiliser les données vidéos dans sa prise en charge : *«avant toute diffusion d'une image d'une personne dans un cadre privé, le diffuseur doit obtenir son accord écrit en précisant à quelle date et à quel endroit elle a été réalisée. Cet accord est donné pour un usage précis (par exemple, publication dans un journal) et ne peut être global»* (42).

Pendant toute la durée d'application, le thérapeute doit rester vigilant aux réactions du patient, notamment lors des premières analyses vidéo. En effet, cette approche amène le patient à une confrontation visuelle directe avec son image et ses déficiences. La fragilité psychologique de certaines personnes hémiplegiques est à respecter, des états de dépressions étant souvent observés en phase aigüe. Selon les études, un peu plus de 30% des patients sont victimes d'un syndrome dépressif (43). Cela s'explique par leurs difficultés à faire le deuil de leurs capacités passées, à accepter l'image qu'ils dégagent, lorsqu'ils réalisent l'ensemble du travail qu'ils doivent accomplir pour retrouver une certaine autonomie. C'est dans ce contexte difficile que le thérapeute prend la décision d'inclure ou non l'observation vidéo dans la rééducation du patient. Il doit anticiper certaines réactions possibles du sujet et rester vigilant lors des premières confrontations. Enfin, il ne doit pas hésiter à faire appel à d'autres professionnels de santé s'il constate l'apparition ou l'exacerbation de signes de dépression chez le patient (12).

Chaque thérapeute décide en connaissance des moyens qu'il souhaite utiliser. Un nombre important d'applications cliniques est possible. L'utilisation de la tablette et ses nombreuses possibilités offre des adaptations quasiment illimitées. Cette multitude de possibilités de réglages rend leur efficacité incertaine. Il faut tester les différentes options pour trouver les approches les plus pertinentes.

Enfin, l'une des difficultés majeures est de faire la part entre la correction des déficiences et incapacités par l'analyse et l'imitation du geste corrigé par l'OA. Le protocole doit évoluer en fonction des progrès du patient. Suite aux publications et la compréhension des applications, nous pouvons formuler une proposition de travail qui serait construite comme suit : dans un premier temps, le BV peut servir à prendre conscience de la déficience et des perturbations fonctionnelles qu'elle entraîne, pour les corriger. Dans un second temps, une fois le geste correct réalisé sur quelques essais, mais non reproductible, évoluer vers un protocole d'OA afin de le corticaliser. Ceci n'est qu'un exemple parmi l'ensemble des possibilités qui s'offrent dans la mise en place de cette nouvelle stratégie rééducative.

7. CONCLUSION

Grâce aux progrès technologiques, il est tout à fait envisageable d'exploiter l'outil vidéo dans sa version sur tablette numérique. La mise en place de ce BV est facilitée par les multiples options proposées par les applications comme Dartfish® et Coach's eye®.

L'objectif de ce travail n'est pas de proposer un protocole standard, applicable pour chaque sujet, mais de pouvoir faciliter les choix stratégiques à faire lors de la mise en place de cette nouvelle démarche en présentant simplement les différents éléments de réglage.

L'outil vidéo sur la tablette numérique présente donc de nombreux avantages. En plus de son faible coût, de sa simplicité et de la facilité à s'approprier les applications, il permet d'observer avec le patient des séquences de sa rééducation pour faciliter l'amélioration des gestes. En conservant les vidéos au fur et à mesure de la prise en charge, le thérapeute dispose de preuves de l'évolution du patient ce qui peut être utile avec les personnes hémiplegiques qui souffrent de troubles mnésiques ou lors d'une baisse de leur motivation. L'outil est disponible, ne nécessite pas d'aménagements spéciaux. Il est prêt à être exploité par les thérapeutes en clinique.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Ministère des Affaires sociales, de la Santé et des Droits des femmes. Les chiffres clés de l'AVC [Internet]. [cité 22 mars 2015]. Disponible sur: <http://www.sante.gouv.fr/les-chiffres-cles-de-l-avc.html>
2. Haute Autorité de Santé - Accident vasculaire cérébral : méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte [Internet]. [cité 22 mars 2015]. Disponible sur: http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1334330/fr/accident-vasculaire-cerebral-methodes-de-reeducation-de-la-fonction-motrice-chez-l-adulte
3. REMOND A, REMOND A. BIOFEEDBACK. Principes et applications. 1e ed. Masson; 1994.
4. VAN VLIET PM, WULF G. Extrinsic feedback for motor learning after stroke: what is the evidence? *Disabil Rehabil.* 2006;28(13-14):831-40.
5. CHO S-H, SHIN H-K, KWON Y-H, LEE MY, LEE Y-H, LEE C-H, et al. Cortical activation changes induced by visual biofeedback tracking training in chronic stroke patients. *NeuroRehabilitation.* 2007;22(2):77-84.
6. MAEDA F, KLEINER - FISMAN G, PASCUAL - LEONE A. Motor facilitation while observing hand actions: specificity of the effect and role of observer's orientation. *J Neurophysiol.* mars 2002;87(3):1329-35.
7. STANTON R, ADA L, DEAN CM, PRESTON E. Biofeedback improves activities of the lower limb after stroke: a systematic review. *J Physiother.* 2011;57(3):145-55.
8. GILMORE PE, SPAULDING SJ. Motor learning and the use of videotape feedback after stroke. *Top Stroke Rehabil.* oct 2007;14(5):28-36.
9. CELNIK P, WEBSTER B, GLASSER DM, COHEN LG. Effects of action observation on physical training after stroke. *Stroke J Cereb Circ.* juin 2008;39(6):1814-20.
10. ERTELT D, HEMMELMANN C, DETTMERS C, ZIEGLER A, BINKOFSKI F. Observation and execution of upper-limb movements as a tool for rehabilitation of motor deficits in paretic stroke patients: protocol of a randomized clinical trial. *BMC Neurol.* 2012;12:42.
11. FOTOPOULOU A, RUDD A, HOLMES P, KOPELMAN M. Self-observation reinstates motor awareness in anosognosia for hemiplegia. *Neuropsychologia.* avr 2009;47(5):1256-60.
12. BESHARATI S, KOPELMAN M, AVESANI R, MORO V, FOTOPOULOU AK. Another perspective on anosognosia: Self-observation in video replay improves motor awareness. *Neuropsychol Rehabil.* 24 juin 2014;1-34.

13. RIZZOLATI G, SINIGAGLIA C, RAIOLA M. Les neurones miroirs. Paris: Editions Odile Jacob; 2008. 236 p.
14. CARVALHO D, TEIXEIRA S, LUCAS M, YUAN T-F, CHAVES F, PERESSUTTI C, et al. The mirror neuron system in post-stroke rehabilitation. *Int Arch Med.* 2013;6(1):41.
15. STEFAN K, COHEN LG, DUQUE J, MAZZOCCHIO R, CELNIK P, SAWAKI L, et al. Formation of a motor memory by action observation. *J Neurosci Off J Soc Neurosci.* 12 oct 2005;25(41):9339-46.
16. BUCCINO G. Action observation treatment: a novel tool in neurorehabilitation. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2014;369(1644):20130185.
17. ERTELT D, SMALL S, SOLODKIN A, DETTMERS C, MCNAMARA A, BINKOFSKI F, et al. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *NeuroImage.* 2007;36 Suppl 2:T164-73.
18. PARK EC, HWANGBO G. The effects of action observation gait training on the static balance and walking ability of stroke patients. *J Phys Ther Sci.* févr 2015;27(2):341-4.
19. JOHNSON L, BURRIDGE JH, DEMAINE SH. Internal and external focus of attention during gait re-education: an observational study of physical therapist practice in stroke rehabilitation. *Phys Ther.* juill 2013;93(7):957-66.
20. WATELAIN E, FROGER J, ROUSSEAU M, LENSEL G, BARBIER F, LEPOUTRE F-X, et al. Variability of video-based clinical gait analysis in hemiplegia as performed by practitioners in diverse specialties. *J Rehabil Med.* sept 2005;37(5):317-24.
21. WAGENAAR RC, BEEK WJ. Hemiplegic gait: a kinematic analysis using walking speed as a basis. *J Biomech.* sept 1992;25(9):1007-15.
22. BARCLAY-GODDARD R, STEVENSON T, POLUHA W, MOFFAT MEK, TABACK SP. Force platform feedback for standing balance training after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;(4):CD004129.
23. STUDER U. La plateforme de posturographie dans la prise en charge du patient hémiparétique. [Mémoire de fin d'étude]. Besançon; 2014.
24. YAVUZER G, ESER F, KARAKUS D, KARAOGLAN B, STAM HJ. The effects of balance training on gait late after stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* nov 2006;20(11):960-9.
25. ESER F, YAVUZER G, KARAKUS D, KARAOGLAN B. The effect of balance training on motor recovery and ambulation after stroke: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* mars 2008;44(1):19-25.
26. ZENATI et al. Comment ne pas perdre pied : travailler l'équilibre avec la Wii ! *Kiné la revue.* (114).

27. KENNEDY MW, SCHMIEDELER JP, CROWELL CR, VILLANO M, STRIEGEL AD, KUITSE J. Enhanced feedback in balance rehabilitation using the Nintendo Wii Balance Board. 2011 13th IEEE International Conference on e-Health Networking Applications and Services (Healthcom). 2011. p. 162-8.
28. FLUET GG, DEUTSH JE. Virtual Reality for Sensorimotor Rehabilitation Post-Stroke: The Promise and Current State of the Field. *Curr Phys Med Rehabil Rep.* mars 2013;1(1):9-20.
29. LAVER KE, GEORGE S, THOMAS H, DEUTSH JE, CROTTY M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *CROTTY.* 2011;(9):CD008349.
30. THIKEY H, GREALY M, VAN WIJCK F, BARBER M, ROWE P. Augmented visual feedback of movement performance to enhance walking recovery after stroke: study protocol for a pilot randomised controlled trial. *Trials.* 2012;13:163.
31. DRUZBICKI M, KWOLEK A, DEPA A, PRZYSADA G. The use of a treadmill with biofeedback function in assessment of relearning walking skills in post-stroke hemiplegic patients--a preliminary report. *Neurol Neurochir Pol.* déc 2010;44(6):567-73.
32. LEWEK MD, FEASEL J, WENTZ E, BROOKS FP, WHITTON MC. Use of visual and proprioceptive feedback to improve gait speed and spatiotemporal symmetry following chronic stroke: a case series. *Phys Ther.* mai 2012;92(5):748-56.
33. ROBY-BRAMI A, ROBERTSON J, HOELLINGER T, BENSMAIL D, HANNETON S. Quel biofeedback pour améliorer la qualité des gestes des patients hémiparétiques après cérébrolésion vasculaire ? Rééducation instrumentalisée après cérébrolésion vasculaire. Paris: Masson; 2008. p. 142-7.
34. LOUDON D, MACDONALD AS, CARSE B, THIKEY H, JONES L, ROWE PJ, et al. Developing visualisation software for rehabilitation: investigating the requirements of patients, therapists and the rehabilitation process. *Health Informatics J.* sept 2012;18(3):171-80.
35. GEORGE P, NEWHEY CR, BHIMRAJ A. The tablet device in hospital neurology and in neurology graduate medical education: a preliminary study. *The Neurohospitalist.* janv 2015;5(1):15-21.
36. DES ROCHES CA, BALACHANDRAN I, ASCENSO EM, TRIPODIS Y, KIRAN S. Effectiveness of an impairment-based individualized rehabilitation program using an iPad-based software platform. *Front Hum Neurosci.* 2014;8:1015.
37. KURLAND J, WILKINS AR, STOKES P. iPractice: piloting the effectiveness of a tablet-based home practice program in aphasia treatment. *Semin Speech Lang.* févr 2014;35(1):51-63.
38. Explorations du membre résiduel et de l'amputé [Internet]. [cité 29 avr 2015]. Disponible sur: http://www.cofemer.fr/UserFiles/File/APP9%20EXPLOamput_ppt.pdf

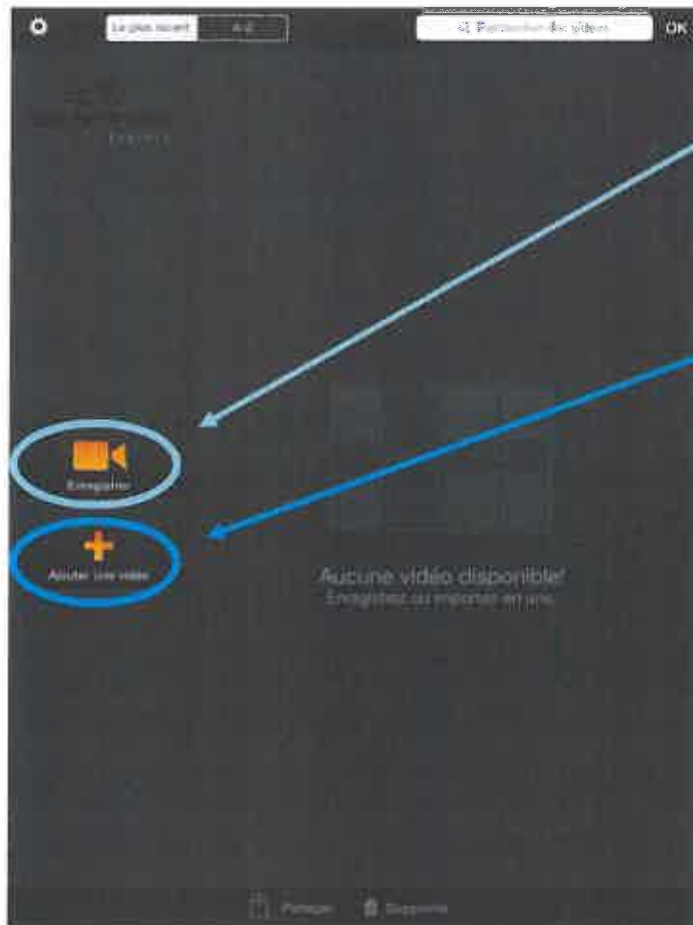
39. CHIVIACOWSKY S, WULF G. Feedback after good trials enhances learning. Res Q Exerc Sport. mars 2007;78(2):40-7.
40. Code civil - Article 9. Code civil.
41. Code pénal - Article 226-1. Code pénal.
42. Direction de l'information légale et administrative. Droit à l'image et protection de la vie privée [Internet]. [cité 24 avr 2015]. Disponible sur: <http://vosdroits.service-public.fr/particuliers/F32103.xhtml>
43. SIMON O. Dépression après accident vasculaire cérébral. STV. 2007;19(5):248-54.

ANNEXES

- **ANNEXES I et II : Importation vidéo et enregistrement**
- **ANNEXES III et IV : Modifications de l'image (zoom et double écran)**
- **ANNEXES V et VI : Options de marquage (flèches, cercles ...)**
- **ANNEXES VII et VIII : Contrôle de la vitesse**

ANNEXE I : Importation de la vidéo et enregistrement

Sur l'application Dartfish® :

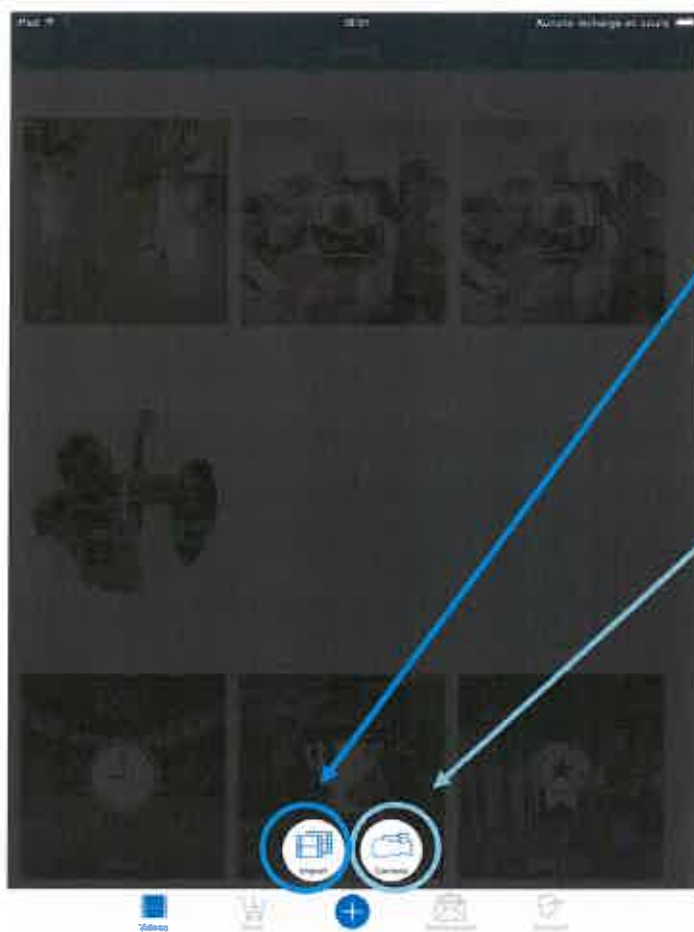


Permet l'enregistrement de la séquence à partir de l'application.

Permet d'importer une vidéo déjà enregistrée sur la tablette, présente dans la bibliothèque numérique.

ANNEXE II : Importation de la vidéo et enregistrement

Sur l'application Coach's eye® :



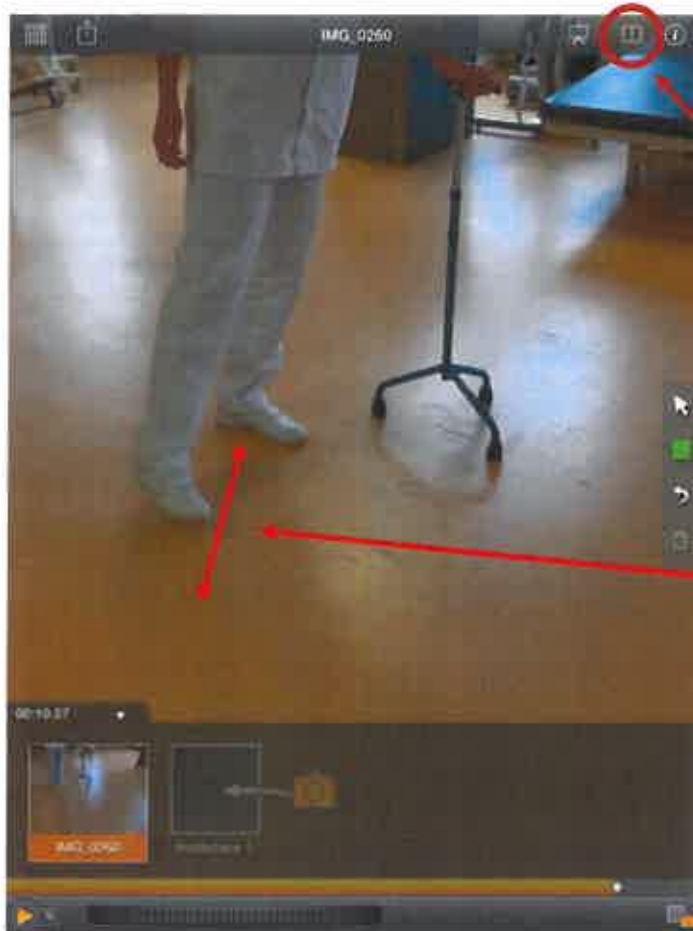
Permet d'importer une vidéo déjà enregistrée sur la tablette, présente dans la bibliothèque numérique.

Permet l'enregistrement de la séquence à partir de l'application.

Permet l'ajout d'une vidéo à partir du menu initial de l'application et présente les deux options.

ANNEXE III : Modifications de l'image (zoom et double écran).

Sur l'application Dartfish® :



Permet de partager l'écran en deux pour afficher 2 vidéos en même temps. La deuxième séquence est choisie parmi les vidéos préalablement insérées dans l'application par le thérapeute.

Le mouvement d'écartement des doigts sur l'image permet de zoomer la zone ciblée de la vidéo.

ANNEXE IV : Modifications de l'image (zoom et double écran).

Sur l'application Coach's eye® :

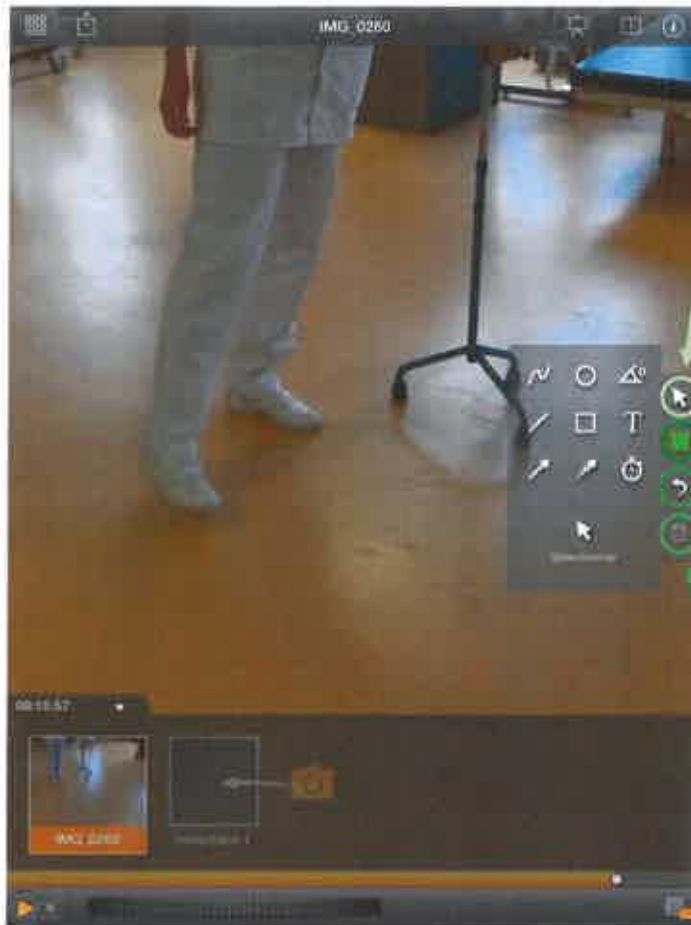


Permet de partager l'écran en deux pour afficher 2 vidéos en même temps. La deuxième séquence est choisie parmi les vidéos préalablement insérées dans l'application par le thérapeute.

Le mouvement d'écartement des doigts sur l'image permet de zoomer la zone ciblée de la vidéo.

ANNEXE V : Options de marquage (flèches, cercles ...).

Sur l'application Dartfish® :



Permet de sélectionner la forme à insérer (flèche, cercle, mesure d'angle ...).

Permet de sélectionner la couleur de la forme.

Permet d'annuler la dernière insertion.

Permet de supprimer la forme sélectionnée.

ANNEXE VI : Options de marquage (flèches, cercles ...).

Sur l'application Coach's eye® :



Permet de sélectionner la forme à insérer (flèche, cercle, chronomètre, mesure d'angle ...).

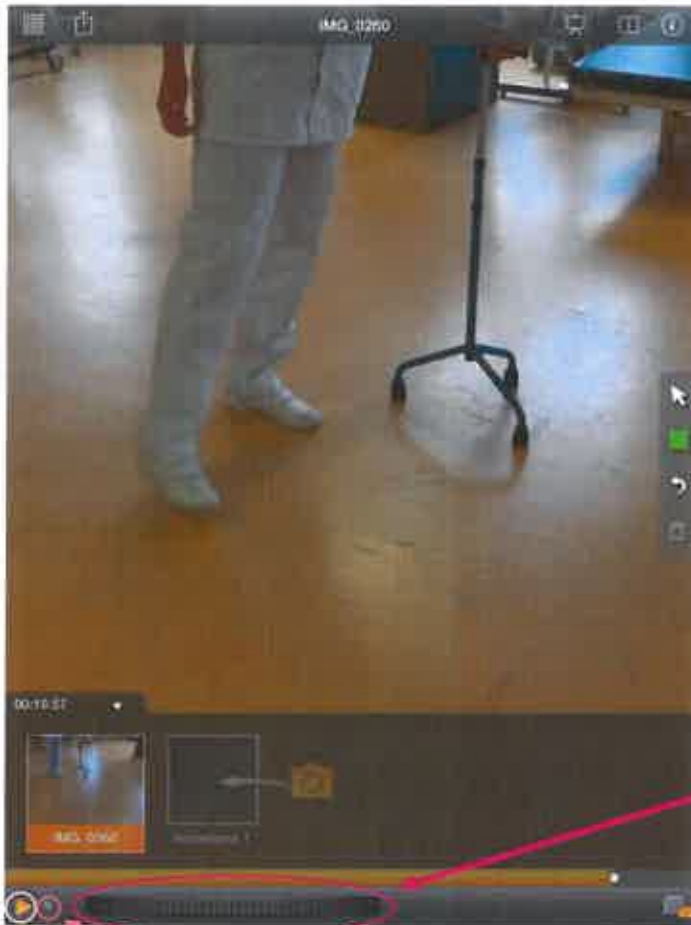
Permet d'annuler la dernière insertion.

Permet de supprimer la forme.

Permet de sélectionner la couleur de la forme.

ANNEXE VII : Contrôle de la vitesse.

Sur l'application Dartfish® :



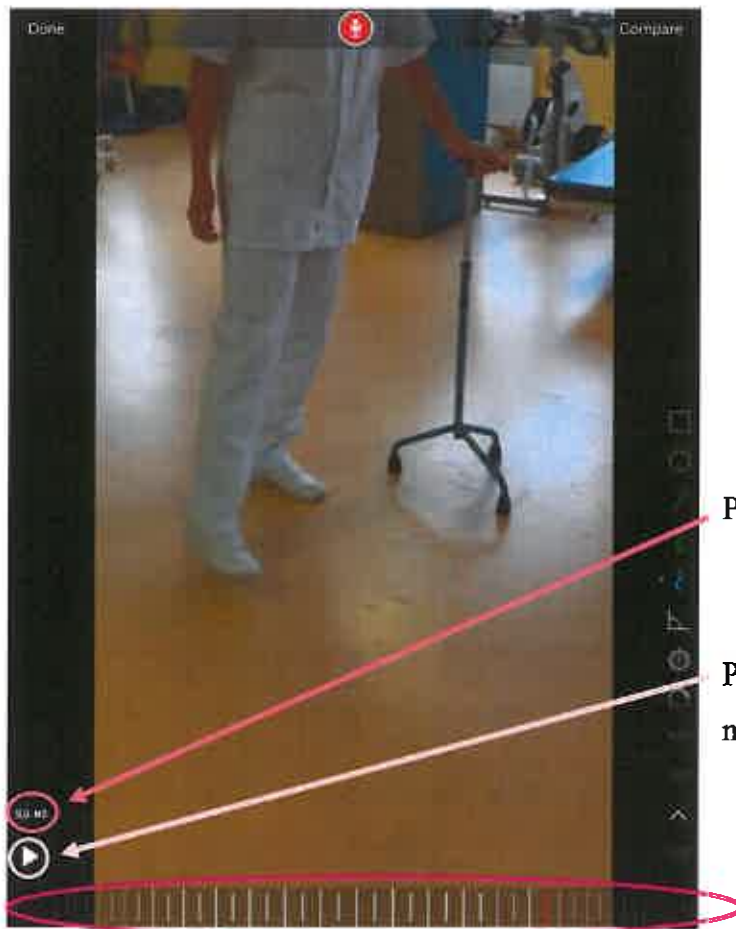
Molette permettant de faire avancer la vidéo ou de revenir en arrière.

Permet de ralentir la vidéo.

Permet de lancer la vidéo ou de la mettre en pause.

ANNEXE VIII : Contrôle de la vitesse.

Sur l'application Coach's eye® :



Permet de ralentir la vidéo.

Permet de lancer la vidéo ou de la mettre en pause.

Molette permettant de faire avancer la vidéo ou de revenir en arrière.