

Réflexions sur le smartphone tactile : le geste, les incidences



Sous la direction du Professeur François MOUTET

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme Inter Universitaire Européen de rééducation et d'appareillage en chirurgie de la main

KOUIMI TCHAKOUMI
QUENTIN GAIRAUD

Réflexions sur le smartphone tactile : le geste, les incidences



Jury :

Mr Frederic DEGEZ
Mr Philippe LIVERNEAUX
Mr Philippe PELISSIER
Mr Philippe PERNOT

Nous remercions le Professeur François MOUTET pour sa générosité dans la transmission de ce savoir. Ainsi que l'ensemble de l'équipe du corps enseignant et administratif pour leur implication.

Merci à l'ensemble de l'équipe pédagogique et administrative du DIU. Merci à Mr MOUTET pour le partage de sa passion à travers la création de ce DIU.

Je remercie les différents tuteurs de stages et leurs collègues pour leur accueil, leur bienveillance et leurs enseignements.

Merci à Véronique Thellier, ergothérapeute, pour nos entretiens qui m'ont aiguillée dans mes recherches.

Merci à mes collègues et notre secrétaire pour nos échanges, la gestion de mes patients, et leurs talents "modèle main".

Merci à Sami Jaouadi, Bertrand Mennessier et Lucienne Collard pour leur disponibilité et leur aide informatique.

Merci à mes proches pour leur implication dans les différentes étapes de ce mémoire.

Ce fut un réel plaisir de collaborer avec toi, Quentin. Merci pour ta motivation, ton ouverture d'esprit et ton "adaptabilité".

Et bien sûr, un grand merci à ma famille pour leur soutien !

Kouimi

Merci à toute l'équipe de formation de ce DIU, aux enseignants et tuteurs de stage qui ont eu la gentillesse de me transmettre une part de leur savoir. Merci à François MOUTET qui nous a fait vivre deux belles années d'échange et de partage.

Merci à toi Kouimi pour ces mardis passionnés et pour ton ingénieuse invention du Tape pour smartphone !

Merci à mes collègues pour vos remplacements tout au long de ces journées d'absence.

Et bien évidemment merci à vous trois. Mariette pour ta patience incroyable. Léon, Thomas, mes fils... Ne grandissez pas trop vite...

Quentin

PREAMBULE

Le XXI^{ème} siècle a vu l'émergence et l'expansion du numérique. Le smartphone, téléphone avec écran tactile et muni d'applications fut créé en 1994 par IBM. C'est avec Apple et la sortie de son Iphone en 2007 que cette nouvelle technologie a été rendue accessible au grand public.

Le smartphone réunit une multitude d'applications aux fonctions aussi diverses que variées et dont le choix est facilement accessible et personnalisable grâce à un catalogue, ou "store".

Ce seul outil a su remplacer la fonction de plusieurs instruments, de plusieurs gestes, et d'activités. D'ailleurs le langage courant n'emploie guère plus le terme de "téléphone portable" mais de "smartphone": le téléphone intelligent, malin en quelques clics.

Nous voilà donc en présence d'un outil aux multiples fonctions, et à l'image de son propriétaire.

De nos jours, le numérique et le téléphone sont devenus incontournables. Les smartphones et les tablettes font partie intégrante de nos vies personnelle et professionnelle et servent de plus en plus de supports pour entretenir une nouvelle forme de lien social.

Avec ce nouveau mode de communication ancré dans nos habitudes, et un recul d'une dizaine d'années, nous voyons apparaître des pathologies inflammatoires comme la "*textonite*" ou inflammation du pouce, citée dans la presse. D'autres inflammations comme la tendinite de De Quervain pourraient actuellement être liées à une hyper sollicitation du smartphone.

J'avais la curiosité de connaître les différentes gestuelles liées à l'usage du smartphone ainsi que l'impact que cela pouvait avoir sur nos mains.

Nous sommes également dans un contexte où certaines générations ont connu d'autres types de téléphones alors que les plus jeunes (*la génération Z*) n'ont connu que le mode numérique tactile.

Y a-t-il une différence gestuelle dans l'utilisation d'un smartphone qui apporterait un intérêt dans la bonne pratique ?

Est-ce que nous, masseur-kinésithérapeutes, avons un rôle à tenir dans la prévention sur l'utilisation de cet outil ?

Pouvons-nous tirer avantage de cet outil dans la rééducation de la main ?

Un simple clic, si simple que ça ?

Kouimi

PREAMBULE

L'adaptation est un processus de survie inhérent à toute espèce. Par sa conscience et par son analyse, l'Homme a su dépasser ses instincts primaires de conservation et s'est ouvert au monde qui l'entoure. Il a peu à peu appris à le comprendre, le transformer et à l'orienter pour satisfaire ses besoins.

Par son esprit, Il sonde, analyse et étudie son environnement.

Par son toucher, Il modèle et transforme ce dernier pour le rendre plus conforme à ses envies.

La technologie augmente considérablement son aire d'influence. Elle lui sert d'interface et l'aide à s'affranchir des contraintes de taille et de distance. La connexion et la miniaturisation de ses outils lui permettent de ramener à lui toutes les données qui l'entourent, de les réunir dans le creux de sa main.

A notre époque où la mondialisation tend vers l'extrême, où l'Homme acquiert la faculté de se connecter en un instant à tout lieu, tout autre individu, il est intéressant de voir comment l'un de ces outils pèse de plus en plus dans son existence.

D'une première double fonction isolée, passer et recevoir des appels, le téléphone portable a su s'enrichir de nouvelles possibilités. Devenu « smartphone », sa connexion en temps réel, son ouverture sur le reste du monde ont poussé ses possesseurs à modifier leur gestuelle d'usage.

Avec l'arrivée puis la généralisation des écrans tactiles, c'est désormais la sphère du toucher qui se diversifie. Notre saisie de l'engin, notre contact et nos interactions prolongées avec sa surface amènent le reste de notre membre, de notre corps, à s'adapter en fonction.

En tant que spectateur du XXI^è siècle, j'ai vécu l'émergence de cette technologie. Et eu l'occasion de voir mon entourage et mes proches l'intégrer. J'ai été interpellé de voir à quel point, en quelques années seulement, elle affectait mon quotidien.

En tant que rééducateur, je me suis demandé si ce changement de comportement, si ces nouvelles habitudes impactaient la sphère musculo-squelettique de notre main. Comment l'âge et le vécu de chacun influent sur l'utilisation de cette technologie. Et enfin comment, partant du postulat que le phénomène était désormais bien ancré et s'affirmait, nous pouvions nous en servir dans notre quotidien professionnel.

Ce mémoire, rédigé en commun, m'a permis de confronter nos réflexions et nos observations sur le sujet. Il ne se prétend en aucun cas exhaustif, et refuse de trop s'appesantir sur certains points au détriment d'une vision d'ensemble. J'espère que sa lecture ouvrira des pistes, des interrogations, quant à l'évolution et la modernisation de notre profession pour les années à venir.

SOMMAIRE

Introduction :

1. Adaptabilité de l'Homme	p 10
2. Adaptation sur le plan cortical	p 12
3. Rappels d'anatomie fonctionnelle	p 14

Partie 1 : Le Geste

1. Génération Z	p 20
2. Questionnaire : partie un	p 20
2.1. Présentation du questionnaire	p 20
2.1.1. Buts de la recherche	p 20
2.1.2. Critère d'inclusion	p 21
2.1.3. Critère d'exclusion	p 21
2.1.4. Chiffrage de l'échantillon	p 21
2.1.5. Description du questionnaire	p 21
2.2. Enquête	p 21
2.2.1. Mode d'administration du questionnaire	p 21
2.2.2. Mode de remplissage	p 22
2.2.3. Dépouillement	p 22
2.3. Résultats : la tenue et le mode d'utilisation du smartphone	p 22
2.3.1. Tenue du smartphone	p 22
2.3.2. Mode d'utilisation du smartphone	p 22
2.3.3. Conclusion	p 23
3. Analyse du geste	p 23
3.1. Description	p 23
3.2. Méthodologie	p 26
3.2.1. Echantillon	p 26
3.2.2. Outil	p 26

3.2.3. Reproductibilité : repaire centimétrique et matériel	p 26
3.2.4. Installation	p 27
3.3. Analyse	p 27
3.3.1. Premier exercice	p 27
3.3.2. Second exercice	p 27
3.4. Résultats	p 28
3.4.1. Premier exercice	p 28
3.4.2. Second exercice	p 29
3.5. Discussion	p 31
4. Questionnaire : partie deux	p 32
4.1. Tendances générationnelles	p 32
4.1.1. Une main et un pouce	p 33
4.1.2. L'index	p 33
4.1.3. Deux mains et deux pouces	p 33
4.2. Impact fonctionnel de l'utilisation du smartphone sur la main	p 33
4.2.1. Apparition d'une gêne	p 34
4.2.2. Gêne et durée d'utilisation	p 36
4.2.3. Gêne et âge	p 36
4.2.4. Résumé	p 37
4.2.5. Gêne et mode d'utilisation	p 37
5. Conclusion	p 38

Intermède :

1. Souffrances et douleurs liées aux smartphones tactiles	p 40
2. Smartphones tactiles et TMS	p 40
3. Interprétation des résultats des questionnaires	p 42
4. Prévention	p 43

Partie 2 : Applications pour smartphones p 45

1. Intérêts et apports de la rééducation par smartphone	p 45
---------------------------------------------------------	------

2. Catégorisation des applications existantes	p 46
2.1. Les guides d'anatomie	p 47
2.2. Les organismes référents pour soignants	p 48
2.3. Les applications de bilans et de rappels en anatomo-physiopathologie	p 48
2.4. Plannings et agendas	p 49
2.5. Les coachs en rééducation	p 50
2.6. Les applications créées directement pour la rééducation de la main	p 50
2.7. Autres applications ludiques ou instructives	p 53
2.8. Personnalisation	p 55
3. Projet d'application	p 56
3.1. Support	p 56
3.2. Appellation	p 56
3.3. Première approche	p 57
3.4. Respect du mouvement et de la non-douleur	p 57
3.5. Informations sur la pathologie	p 57
3.6. Exercices et écrans tactiles : amplitudes	p 58
3.6.1. Différenciation main intrinsèque / main extrinsèque	p 58
3.6.2. Travail d'extension axiale active des doigts longs	p 58
3.6.3. Travail d'extension axiale active du pouce	p 59
3.6.4. Travail de l'abduction du pouce	p 59
3.6.5. Travail de l'abduction / adduction d'un doigt long	p 59
3.6.6. Travail des synergies index-auriculaire et majeur-annulaire	p 59
3.7. Exercices et écrans tactiles : lutte contre l'exclusion	p 60
3.7.1. Suivi de contours avec la pulpe de P3	p 60
3.7.2. Appuis prolongés	p 60
3.7.3. Pianotement	p 60
3.8. Tutoriels de gestes et exercices fonctionnels	p 61
3.8.1. Travail de l'enroulé-déroulé des doigts	p 61
3.8.2. Intégration de l'effet ténodèse	p 61
3.8.3. Travail des courses du pouce	p 61
3.8.4. Travail du long fléchisseur du pouce	p 61
3.8.5. Travail de l'opposition avec ouverture de la première commissure	p 62

4. Rencontre de la société Kreative				p 62
4.1. Annuaire local, avec / sans géolocalisation par satellite				p 63
4.2. Guide informatif et explicatif				p 63
4.3. Exercices de glissé et d'interactivité				p 64
4.4. Difficultés de coût				p 65
Conclusion				p 66
Annexes				p 69
Annexe 1	p 70	Annexes 7 et 7.1	pp 96 et 99	
Annexe 2	p 80	Annexe 8	p 109	
Annexe 3	p 93	Annexe 9	p 113	
Annexe 4	p 93	Annexe 10	p 116	
Annexe 5	p 94	Annexe 11	p 118	
Annexe 6	p 95	Annexe 12	p 119	
Bibliographie & Crédits				p 121
Bibliographie				p 122
Crédits				p 124

INTRODUCTION

1. Adaptabilité de l'Homme

De l'adaptabilité à la création de l'outil

L'évolution de l'espèce humaine s'est caractérisée par la faculté de l'homme à s'adapter à son environnement à travers le temps.

Selon sa définition biologique, l'adaptation consiste en un ajustement de l'organisme à son milieu, ceci dans le but de favoriser sa ou ses fonctions. Elle se comprend comme un ensemble de modifications de caractères, de traits ou de processus qui augmentent sa viabilité.

Elle est à l'origine de courants de pensée multiples, dont le plus célèbre, le Darwinisme, qui engendra et nourrit encore moult débats sociologiques et religieux.

Scientifiquement, elle cherche à démontrer une causalité et une logique dans le développement du monde vivant. Elle se veut basée sur des observations qualitatives et quantitatives et étudie l'évolution des espèces. Mais elle correspond à une recherche empirique, ses fondateurs étant parti du postulat que par le passé, la disposition la plus viable l'avait déjà emportée.

Elle nous apparaît comme une réalité évidente, dont seuls les processus d'action restent à étudier.

Il y a de cela 50 000 ans, l'homo sapiens a su exploiter son environnement, au cours de ses migrations, grâce notamment à ses innovations techniques. Il a fabriqué des objets aux actions propres et inventé l'Outil.

L'outil répond à un besoin, une nécessité pour la vie ou la survie de l'espèce. Il est manuel et s'inscrit dans le prolongement de la main de l'homme.

L'architecture anatomique et fonctionnelle de la main assure une grande diversité des préhensions.

Les arches, l'opposition du pouce et la dextérité des doigts longs associée offrent un ensemble de finesse et de force.

Les fonctions sensitive et tactile de la peau, la souplesse de cette dernière affirme la prise.

En harmonie et en complément de cet ensemble, l'outil permet d'accroître l'efficacité du geste, d'améliorer l'activité humaine dans l'appréhension de son environnement.

Simplification par la technologie et sédentarité

Fort de son emprise sur son environnement, l'Homme développe une technologie pour lui en faciliter la gestion. Et par cette simplification des tâches, modifie ses habitudes de déplacement, sa gestuelle quotidienne.

Selon Brian Richmond [1], il est désormais acquis que le mode de vie de l'Homme à travers les âges, ou plutôt son passage à une existence plus sédentaire, a eu une nette influence sur son niveau de densité osseuse.

Le changement de type d'activité physique et manuelle, la hausse ou la baisse de ces dernières ont des conséquences évidentes sur notre rendement musculaire. Et s'il a rapidement des conséquences plus graves chez les personnes âgées, le phénomène est plus marqué chez les populations jeunes et bien portantes.

A notre époque, où la technologie s'affirme et se confirme, l'Homme accroît de plus en plus sa sédentarisation. Cela affecte sa physiologie et sa santé, au point que l'OMS déploie régulièrement de nouvelles campagnes pour lutter contre la sédentarité.

Ere du numérique

En dehors de ce manque d'activité, l'évolution des différentes formes de communication et la concentration des données accessibles dans des appareils de plus en plus miniatures nous invite à réduire la quantité et la variété de nos gestuelles.

En effet, le XX^{ème} siècle a vu l'évolution fulgurante de nouvelles technologies (*informatiques, numériques...*). Nous sommes passés du baladeur à cassettes au lecteur mp3, de la disquette informatique à la clé USB et du téléphone fixe au smartphone.

L'outil était conçu pour modifier l'environnement au profit de l'homme. Il s'est vu attribuer une nouvelle fonction, celle d'imposer moins de contraintes tout en apportant plus de rapidité, d'efficacité et une optimisation du temps. Afin d'exiger le moins d'actions possible pour le plus d'activités proposées.

Puisque toute information, toute cartographie et toute mesure nous sont accessibles sur internet, nous sommes désormais tentés de passer nos investigations et nos recherches avec pour seule interface l'écran tactile.

Cela entraîne une utilisation différente de nos mains et en particulier de nos pouces. Plutôt que d'approcher une multitude d'objets, de varier nos modalités d'approche et de saisie, et de stimuler différents touchers, nous avons de plus en plus tendance à nous contenter de ces contacts plus ou moins appuyés sur écrans tactiles. Le téléphone portable moderne, par ses dimensions accessibles, ses fonctionnalités et sa pratique, en est l'exemple le plus usité.

Conséquences de cette adaptation et du numérique

Le smartphone supplée, grâce à ses multiples applications, différentes activités à portée de main. Son émergence a imposé une adaptation intuitive d'utilisation. Car si l'Homme adapte la technologie à ses besoins, il n'a aussi cessé de s'adapter à cette dernière. Nous pouvons vérifier si cette utilisation des smartphones au cours des dix dernières années montre déjà un impact des écrans sur l'usure ou sur la représentation que nous nous faisons de nos mains.

Et, puisque le phénomène est d'ores et déjà bien avancé, plutôt que de tenter de lutter en vain contre, nous listerons les applications disponibles sur smartphone pouvant guider et aider patients et rééducateurs dans l'entretien et le soin de leurs mains.

2. Adaptation sur le plan cortical

La répétition intensive de gestes du quotidien participe au phénomène d'adaptation de l'Homme. Puisqu'il manipule de plus en plus fréquemment son téléphone, nous pouvons donc nous demander dans quelle mesure ces gestes ont un réel impact sur lui.

Le phénomène de plasticité cérébrale n'est plus tout à fait un mystère. Notamment dans sa relation entre touché et représentation. Dans leur étude, Petersen et Taylor [2] ont mis en avant le fait que la cartographie du cerveau évoluait. Qu'elle se définissait à un moment donné comme la conséquence de la résultante des travaux fournis. Ils se sont pour cela intéressés au développement du cortex somato-sensitif, au travers notamment d'une analyse chez des primates dont le contact était sollicité au moyen d'un disque.

Le phénomène se rapproche des réorganisations corticales successives à des amputations de membre et confirme les travaux préalables de l'équipe de Jenkins : notre cortex réagit et s'adapte aux stimuli tactiles récurrents.

L'article, plus récent, de l'équipe d'Anne-Dominique Gindrat [3], compare les réponses corticales de deux populations données. Elle note que l'échantillon utilisant depuis une dizaine de jours de manière intensive un écran tactile de smartphone obtient de meilleurs résultats que le groupe témoin lors des stimuli des trois doigts de sa main externe. Cela suggère que des mouvements répétés sur écran tactiles modifient le processus de reconnaissance sensitive et la représentation des doigts évoqués.

Le pouce reste le plus concerné par le phénomène. Selon l'équipe, la conception même des smartphones encourage les utilisateurs à le développer préférentiellement. Mais les deuxième et troisième doigts bénéficient également de cette utilisation en venant assurer la prise de l'outil.

Ce type de réorganisation corticale est à rapprocher des différences observées chez les musiciens et autres artistes manuels de haut niveau. Mais la réponse semble moins durable chez l'utilisateur d'écrans tactiles. Les auteurs reconnaissent toutefois ne pas pouvoir statuer sur ce point. Les artistes évoqués sont généralement considérés comme tels au terme de plusieurs années d'entraînement, là où cette étude ne s'intéressait qu'à un stimulus important de quelques jours seulement.

Fort de ces résultats, l'équipe s'interroge sur l'intérêt que pourrait amener ce genre de rééducation tactile dans le traitement de douleurs chroniques, et sur les risques encore non assimilés de sur-utilisation des écrans.

Des cartographies de représentations somato-sensitives de l'individu ont été établies. Elles se dessinent selon deux éléments qui nous intéressent ici principalement :

A) La proximité anatomique entre deux éléments

B) La coactivation de zones anatomiques réalisant une fonction commune

Conscient de ces phénomènes, il est intéressant de se demander comment l'utilisation d'une zone anatomique peut servir au développement d'une seconde zone répondant aux deux critères. C'est le but de l'étude de l'équipe d'Harriet Dempsey-Jones [4], dans laquelle les chercheurs ont tactilement stimulé un rayon pour surveiller le transfert d'informations fournies aux rayons voisins.

Ils se sont ensuite concentrés sur les trois doigts médians, pour analyser les réponses fournies par l'index et l'annulaire suite aux stimuli du majeur.

Nous évoquerons plus loin l'aspect particulier de l'index, qui fonctionne en mode binaire, avec ce principe de tout ou rien. C'est un doigt souvent lésé, facilement exclu, et cette étude offre de nouvelles possibilités quant à sa rééducation par le biais de son voisin. Les résultats, qui suivent une certaine logique quant aux dermatomes et aux fonctions de préhension en finesse, attestent que l'index profite plus rapidement de ce genre de stimuli que l'annulaire. Ce qui concourt à le redéfinir, ou à affirmer sa représentation, chez le sujet testé.

Nous pourrions difficilement clore cette partie sans évoquer l'un des champs d'application les plus fondamentaux et concrets de ce phénomène d'adaptation corticale suite à des stimuli tactiles qu'est le Braille.

Fondé en 1825 par son créateur, Louis Braille, ce système s'est développé en particulier à l'usage des personnes aveugles et déficientes visuelles. L'auteur a perfectionné différentes expériences similaires précédentes, dont l'« écriture nocturne » de son mentor Charles Barbier. Il se repose essentiellement sur la sensibilité de la pulpe des index, et connaît une récente et nouvelle adaptation aux nouvelles surfaces technologiques, par le biais d'interfaces transposant le contenu d'un écran tactile sur des outils en trois dimensions.

Les utilisateurs de braille développent un cortex sensori-moteur supérieur dans l'hémisphère correspondant à leur côté de lecture. Ils sont la population d'étude la plus facile à mettre en avant pour observer l'impact de la stimulation tactile sur les extrémités des doigts, et révèlent une double adaptation : à la fois par une amélioration de la sensibilité discriminative de la pulpe du doigt lecteur, et par une reconfiguration des sphères visuelles dans le cortex occipital.

Certaines personnes naissent avec cette variété de troubles visuelles. D'autres perdent leur sens à différents âges par conséquences d'accidents ou de maladies. En se basant sur les capacités adaptatives de ces populations, nous pouvons réfléchir sur comment le smartphone à écran tactile peut nous servir à travailler et à développer ce niveau de sensibilité.

3. Rappels d'anatomie fonctionnelle

La main représente notre première interaction avec le monde. Elle est le lien entre notre cerveau et notre environnement. Entre le Moi et l'Extérieur. A travers elle, nous concrétisons nos pensées, les transformons en possibilités. C'est un outil à part entière, perfectionné et personnalisable.

« *La libération de la main par le passage à la bipédie et son anatomie complexe ont permis entre autres de façonner une main 'non spécifique'. Cela permet une préhension infinie et donc une grande adaptabilité.* » Michel Boutan et Vincent Casoli [5]

Structure ostéo-fibreuse et arches

Notre main est constituée de 27 os articulés et soutenus entre eux grâce à un complexe ostéo-fibreux important fait de deux types d'éléments :

- **passifs** : les ligaments et l'aponévrose palmaire
- **actifs** : les tendons des muscles polyarticulaires venant de l'avant-bras et des muscles intrinsèques de la main que sont les interosseux dorsaux, palmaires et les lombricaux.

Cette structure présente 3 types d'arches indispensables dans l'adaptabilité préhensile de la main.

- **les 2 arches transversales**, carpienne et métacarpienne, qui permettent de creuser la main.
- **les 5 arches longitudinales**, dont les articulations carpo-métacarpo-phalangiennes vont permettre d'agrandir la surface de contact
- **l'arche d'opposition** offrant une présentation du pouce en face des doigts longs

L'ensemble permet une variation de positions et le passage d'une main 'creuse' à une main 'plate'.

Structure musculaire

La main est l'extrémité distale du membre supérieur. Elle a un rôle d'exécution, grâce à l'épaule qui préoriente son déplacement dans l'espace, grâce au coude qui l'éloigne ou la rapproche de la cible, et grâce au poignet qui la présente correctement face à l'objet.

Cette mécanique rentre en action par le biais du réseau musculaire composé des muscles extrinsèques et intrinsèques de la main.

Les muscles extrinsèques de la main prennent leur origine au niveau de l'avant-bras et se terminent dans la main. Ils correspondent aux loges musculaires antérieure et postérieure de l'avant-bras.

Au nombre de 15, ils assurent la flexion et l'extension des doigts et du poignet avec une composante d'adduction ou d'abduction de ce dernier. Ils favorisent la gestuelle de la main en harmonie avec le poignet et le coude.

Les muscles intrinsèques sont au nombre de 20. Ils ont leur action sur les doigts et sur la paume. Ils interviennent dans les mouvements de préhension fine.

La face dorsale de la main rassemble les muscles extrinsèques extenseurs des doigts et les muscles intrinsèques interosseux dorsaux (IOD). Ces derniers permettent l'écartement des doigts, la flexion des métacarpo-phalangienne (MP) et l'extension des interphalangiennes (IPP, IPD).

La face palmaire est divisée en trois parties :

- l'**éminence thénar** qui comprend les muscles moteurs du pouce
- l'**éminence hypothénar** où sont logés les muscles propres de l'auriculaire
- et le **centre de la paume** où se situent les tendons des muscles extrinsèques fléchisseurs des doigts et intrinsèques de la main, les lombricaux et les interosseux palmaires. Les muscles interosseux palmaires rapprochent les doigts autour du majeur, et avec les IOD et lombricaux assurent la flexion des MP et l'extension des IPP/IPD.

Les deux systèmes, extenseur et fléchisseur, travaillent en synergie via les muscles lombricaux qui s'insèrent sur les tendons des muscles fléchisseurs et extenseurs communs des doigts.

L'ensemble est connecté à la peau par les aponévroses et par les ligaments de Grayson et Cleland au niveau des doigts.

A ceci s'ajoute un système collagénique multimicrovacuolaire d'absorption dynamique décrit par le docteur Jean-Claude Guimberteau. Ce concept de continuité tissulaire entre les différents éléments, constitué de cadre fibrillaire polyédrique, assure l'efficacité des glissements et l'indépendance des structures entre elles.

La "danse harmonieuse" de tous ces éléments permet alors l'action préhensile de la main.

La peau

La peau joue un rôle important dans la préhension, le toucher, la rencontre et la découverte de notre environnement.

Notre main est constituée de deux types de peau :

- un tissu cutané **dorsal** fin, souple et élastique
- un tissu cutané **palmaire** glabre, plus épais, aux nombreux plis et à la sensibilité cutanée fine.

L'épaisseur de la peau palmaire peut aller jusqu'à 2,4 mm. Elle augmente la résistance mécanique à cet endroit, permettant de diversifier les prises. La discrimination entre deux points, très fine (*de l'ordre de 2 mm*), va aussi améliorer l'efficacité de la préhension.

Les plis (*interdigitaux, palmaires*) et échancrures de la face antérieure apportent l'aisance nécessaire aux différents degrés articulaires des doigts. Ils libèrent les arches longitudinales et transversales, offrent une mobilité optimale à la main, pour qu'elle vienne s'adapter à la forme de l'outil. Ils assurent également une meilleure adhérence à l'objet tenu [5].

La peau, en tant qu'enveloppe et barrière de notre organisme, représente l'organe du touché. C'est grâce à une diversité et à une complémentarité de nombreux récepteurs qu'elle peut assumer pleinement ses découvertes de sensibilités.

Les récepteurs cutanés du corps humain peuvent être regroupés en cinq catégories : les terminaisons libres, les disques de Merkel, les corpuscules de Ruffini, de Meissner et de Paccini.

Dans notre science du toucher, l'extrémité des doigts se réfère d'une part aux deux catégories dites à adaptation lente, de Merkel et de Ruffini. Leurs récepteurs s'activent dès le début d'une pression exercée et ne cessent de l'être qu'à la fin de celle-ci. Ils codent l'intensité et la durée d'une pression, et (pour les corpuscules de Ruffini) tiennent également compte des étirements de la peau lors des mouvements de glissé.

Elle se réfère d'autre part aux corpuscules de Meissner, pour l'adaptation rapide, dont les récepteurs se révèlent cinq fois plus nombreux.

Le toucher associe donc les récepteurs de Merkel (-> pression), Meissner (-> tact) et Ruffini (pression + étirement de la peau). Et nous complétons nos informations grâce aux terminaisons libres et aux récepteurs de Paccini.

Les doigts

L'ensemble de la structure assure une motricité et une dextérité des doigts qui va préparer la main à sa fonction. La longueur des doigts, leur mobilité variable d'un rayon à l'autre, ajoutent un dernier degré de possibilités à nos préhensions.

La main se divise en une partie **interne** comprenant pouce, index et majeur, destinée aux prises dites de Finesse ; et une partie **externe** reliant annulaire et auriculaire, pour les prises dites de Force.

Au niveau de la main de force, l'auriculaire possède sa propre loge musculaire, l'éminence hypothénar, composée de quatre éléments. Outre le court palmaire, nous évoquerons l'adducteur qui permet son écartement et agrandit sa distance avec le pouce. Le court fléchisseur et l'opposant participent eux au verrouillage distal de la prise. Ce cinquième doigt possède également un extenseur propre, qui lui apporte une liberté de mouvement supplémentaire.

L'annulaire, par sa longueur et son volume présentiel, assiste l'auriculaire dans son verrouillage et son opposition.

L'étude de ce mémoire portant sur les interactions entre nos doigts et les écrans tactiles, en particulier ceux des smartphones de dernière génération, nous détaillerons davantage la main de finesse. Car c'est avec les trois premiers que nous venons explorer et faire « glisser » l'écran.

Le pouce, explorateur indépendant

De par sa position latérale, son architecture articulaire et sa musculature propres, il tient un *“rôle fondamental dans les activités de préhension. Il permet de venir affirmer la prise sur l'objet en vue de son utilisation. Sa faculté d'opposition aux autres doigts et sa brièveté favorisent le contact pulpaire direct avec les doigts longs”*. Sans lui, la main perdrait tout ou partie de sa fonction.

L'étude de sa biomécanique permet d'affirmer qu'à lui seul, il représente le paradigme du dosage complexe entre mobilité et stabilité.

Sa colonne ostéo-articulaire, composée de 5 os (*scaphoïde, trapèze, 1 métacarpien, 2 phalanges*) se situe en avant du plan de la paume de la main par rapport aux autres doigts. Sa longueur n'atteignant pas la moitié de la première phalange de l'index lui permet d'optimiser sa fonction.

Sa musculature à prédominance intrinsèque regroupe l'ensemble de son éminence thénar (*opposant, court fléchisseur, adducteur, court abducteur*) ainsi que les premiers interosseux palmaire et dorsal. Le premier palmaire oriente et complète l'adducteur, alors que le premier dorsal effectue un travail de recentrage en se couplant avec l'opposant.

Côté extrinsèque, il nécessite une coordination entre les muscles long extenseur, court extenseur et long abducteur pour préparer sa prise. Cette dernière s'affirme avec l'action du long fléchisseur.

Le pouce a tendance à développer des forces de compression importantes au niveau de son articulation reine, la trapézo-métacarpienne, sources de luxation et d'usure articulaire. Qui fait de la rhizarthrose un enjeu de santé moderne.

D'autres souffrances spécifiques se manifestent sur ce premier rayon. Notamment la Tenosynovite de De Quervain, dont nous reparlerons dans ce mémoire.

L'analyse d'un geste, répété sur le plan professionnel ou personnel à outrance, permet de mieux comprendre les problématiques de demain et d'en diminuer les conséquences tant sur le plan humain que financier.

L'utilisation du pouce dans les activités de glissé tactile sur petits écrans mérite donc notre attention, tant elle a tendance à être démultipliée dans nos quotidiens.

L'index, processeur binaire de haute sensibilité

Voisin immédiat du pouce, l'index permet l'essentiel des activités de finesse et de précision. C'est le doigt avec lequel l'être humain va le plus s'exprimer, partir à la recherche de l'objet tactile.

Il est doté lui aussi d'un tendon extenseur propre assurant son indépendance et sa stabilité. Il possède en plus toute la structure musculaire commune aux doigts longs (*fléchisseurs superficiel et profond, extenseur commun, deux interosseux dorsaux, deux palmaires et un lombrical*).

Il répond à la règle binaire du tout ou rien, et nécessite une parfaite coordination entre ses structures pour assurer sa pleine fonction. A défaut, il a tendance à être suppléé par le majeur, et devient une gêne au fonctionnement harmonieux de la main.

C'est donc un doigt que l'individu blessé a tendance à exclure suite à un traumatisme. La lutte contre cette non-utilisation passe par une rééducation précoce et préventive. Il convient de l'aveugler le moins possible lors des phases de pansement et de le mettre en avant dans des exercices de toucher discriminatif.

Sa pulpe, en particulier sur sa phalange distale, présente le meilleur seuil de discrimination tactile de la main. Il s'agit de la seconde zone de reconnaissance tactile de notre corps, après l'extrémité de la langue.

TEST AU MONOFILAMENTS

Main droite

NOM /
PRENOM /

DATE /

T 6.65 ANESTHESIE
 K 4.56 SENSIBILITE ALGIQUE
 J 4.31 SENSIBILITE THERMIQUE
 F 3.61 SENSIBILITE FINE DIMINUEE
 D 2.83 SENSIBILITE FINE
 DYSESTHESIES

Le majeur, soutien et intermédiaire

Barrière entre les deux doigts latéraux et les deux doigts médiaux, le majeur représente le plus long rayon de notre main.

Il est doté lui aussi des fléchisseurs et de l'extenseur des doigts, de deux interosseux dorsaux et de deux lombricaux. Les interosseux palmaires s'insèrent de part et d'autre de son ossature, pour rapprocher ou écarter les autres digitations de l'axe du membre.

Il offre donc une architecture équilibrée, en tant que pôle central de la main.

Selon notre besoin en prise de finesse ou de force, il peut venir compléter l'action de chaque partie.

Il est aisé de substituer l'index par ce nouveau rayon, plus stable et tout aussi opposable au pouce. De complément, le majeur devient suppléant, puis compensateur.

Plutôt que de l'ignorer en mettant en avant son absence de rôle prédéfini, il nous faut le considérer comme un élément perturbateur à surveiller, mais pouvant devenir moteur suite aux diverses limitations fonctionnelles.

PARTIE I : LE GESTE

1. Generation Z

En seulement dix années, le smartphone (SP) à écran tactile est devenu l'indispensable de nos quotidiens. Une étude en 2017 révèle notamment que 73% des français en possèdent un, et l'utilisent jour après jour.

Le phénomène, comme tout outil d'interaction et de communication, touche davantage les plus jeunes. La génération Z, aussi appelée digital native, est une appellation qui découle d'un ouvrage publié en 1991 par l'écrivain Douglas Coupland [6]. Ce dernier cherchait initialement à mettre en évidence les difficultés vécues par la génération post seconde guerre mondiale, marquée par de grands changements socio-économiques avec une expansion des médias et une évolution des technologies.

Par extension, la génération Z correspond à la tranche de la population mondiale née entre la fin du XX^e et le début du XXI^e siècle, en même temps ou juste après la création du téléphone portable. C'est une population qui a grandi et s'est développée à son contact, s'est façonnée avec.

Son utilisation des écrans tactiles est naturelle, logique, constante.

C'est une population qui, selon les études professionnalisantes choisies, est rentrée récemment (*moins de 5 ans*) sur le marché du travail, ou s'apprête à le faire. Déjà bien habituée sur le plan personnel aux nouvelles technologies, elle va être amenée professionnellement à surutiliser ces dernières pour satisfaire les exigences de son métier, sur du long terme.

Cela signifie que nous manquons cruellement, à l'heure actuelle, de recul sur le phénomène. Nous pouvons et devons essayer de l'anticiper, en analysant les premiers retours sur ces manifestations de souffrances et de douleurs qui semblent en découler. Il pourrait s'agir d'un enjeu de santé mondiale d'ici la fin du XXI^e siècle.

Et c'est dans le contexte de cette hypothèse là qu'il nous est apparu pertinent de nous intéresser aux incidences de l'utilisation du smartphone sur la main.

2. Questionnaire : partie un

(Annexe 1)

2.1. Présentation du questionnaire

Pour cette étude, nous avons choisi la méthode du questionnaire pour atteindre un plus grand nombre de personnes et balayer les différents thèmes abordés dans ce mémoire.

2.1.1. Buts de la recherche

- identifier la tenue et la gestuelle d'utilisation d'un smartphone tout âge confondu ;
- comparer la tenue et l'utilisation du smartphone entre générations ;
- identifier les zones douloureuses suites à l'utilisation fréquente et prolongée du smartphone ;
- identifier et analyser une gestuelle prédominante dans l'utilisation du smartphone.

2.1.2. Critère d'inclusion

Toute personne possédant et utilisant un smartphone.

2.1.3. Critère d'exclusion

Les personnes ne se servant pas de smartphone.

2.1.4. Chiffrage de l'échantillon

Au total, 286 personnes ont répondu au questionnaire dont 190 femmes et 90 hommes. Dans cet échantillon les personnes ciblées sont de toute génération confondue. Nous avons établi 4 groupes générationnels dont le nombre de personnes par tranche d'âge est de :

- 74 chez les moins de 20 ans,
- 82 chez les 20-30 ans,
- 67 chez les 30-40 ans,
- 63 chez les plus de 40 ans.

2.1.5. Description du questionnaire

Le questionnaire comporte 24 questions. Il y a 22 questions fermées et 2 questions semi-ouvertes (questions 14 et 15). Ces questions sont réparties en 3 parties qui concernent :

- l'identification de la personne ;
- l'utilisation du smartphone ;
- l'impact de l'usage du smartphone sur les mains.

2.2. Enquête

2.2.1. Mode d'administration du questionnaire

Google form a été utilisé pour créer le questionnaire et obtenir un lien numérique.

Le questionnaire a été diffusé par e-mails et via les réseaux sociaux.

2.2.2. Mode de remplissage

Les personnes ont pu remplir le questionnaire via leur smartphone, tablette ou ordinateur.

2.2.3. Dépouillement

Google form permet une première analyse des réponses, question par question. Le logiciel "excel" a été utilisé pour établir des parallèles entre les réponses.

2.3. Résultats : la tenue et le geste d'utilisation du smartphone (Annexe 2)

Selon Luc Albarello [7], une taille d'échantillon comprise entre 250 et 300 personnes engendrerait une marge d'erreur de 5,75 % à 6 %. Dans un tel contexte, nous parlerons ici de tendance.

2.3.1. La tenue du smartphone (*réponse 14*)

Il a été proposé 6 façons de tenir son smartphone en observant les gens dans la rue et en s'inspirant de l'article de presse [8].

Il en ressort que :

- 50 % des participants tiennent leur smartphone d'une main avec celui-ci reposant sur le bord latéral de l'auriculaire (D5) ;
- 25,9 % le tiennent d'une main, le smartphone reposant sur la paume ;
- 10,1 % le tiennent d'une main, celui-ci reposant sur la base du pouce ;
- 8 % le tiennent de 2 mains à la verticale ;
- 3,2 % le tiennent à l'horizontale, d'1 main ou à 2 mains ;
- 2,8 % des personnes ont répondu "autre". Parmi ces 2,8 %, 11 % des personnes posent le smartphone sur un support. 89 % le tiennent d'une main mais pas forcément comme suggéré dans le questionnaire.

2.3.2. Mode d'utilisation du smartphone (*réponse 15*)

Les propositions de modes d'utilisation ont été choisi en observant les gens et grâce à une étude non scientifique [8].

Il en ressort que l'utilisation du smartphone se fait à :

- 59,4 % avec une main et un pouce ;

- 14,7 % avec l'index ;
- 15,1 % avec 2 mains et 2 pouces (1 personne ayant répondu "autre" le tient à la verticale avec 2 pouces, elle a été ajoutée à cette tranche) ;
- 10,1 % avec 2 mains et 1 pouce ;
- 0,7 % ayant répondu " autre" : avec le majeur.

2.3.3. Conclusion

La tenue du smartphone se fait majoritairement à la verticale et à une main : 88,4 %.

Nous retrouvons ici une utilisation majoritairement à une main : 59,4 %. De plus, 9,4 % qui ne le tiennent pas d'une main, utilisent le smartphone avec une main malgré tout.

L'utilisation à 1 main et 1 pouce est majoritaire toute génération confondue. Il nous paraissait important de s'arrêter sur ce mode. D'après l'observation de ce mode d'utilisation chez plusieurs individus, nous avons isolé un geste retrouvé systématiquement.

3. Le geste

En effet, avec nos liens aux réseaux sociaux, nous sommes continuellement sollicités par des notifications, des messages dont nous prenons connaissances plusieurs fois dans la journée. Nous naviguons.

Cette navigation tactile nous incite à sortir fréquemment notre smartphone pour consulter des mails, sms, photos, vidéos, ou vérifier des appels manqués. Cette action se fait généralement à 1 main et 1 pouce quand bien même notre utilisation principale serait à 2 mains. Elle est rapide et libère l'autre main. Elle est aussi très fréquente sur une journée.

Nous nous sommes intéressés à un geste en particulier dans cette navigation tactile à 1 main et 1 pouce. Ce mouvement correspond à la quête du pouce d'aller au contact des zones de l'écran qui lui sont éloignées tout en stabilisant le smartphone.

3.1. Description

Ce geste correspond à un allongement axial actif (AAA) du pouce pour se diriger vers la zone ciblée de l'écran. Pendant ce même moment, la prise et la position de l'écran vont s'adapter grâce à une variation de flexion des métacarpo-phalangiennes (MP) et une extension du poignet, une inclinaison ulnaire et flexion des inter-phalangiennes (IP).

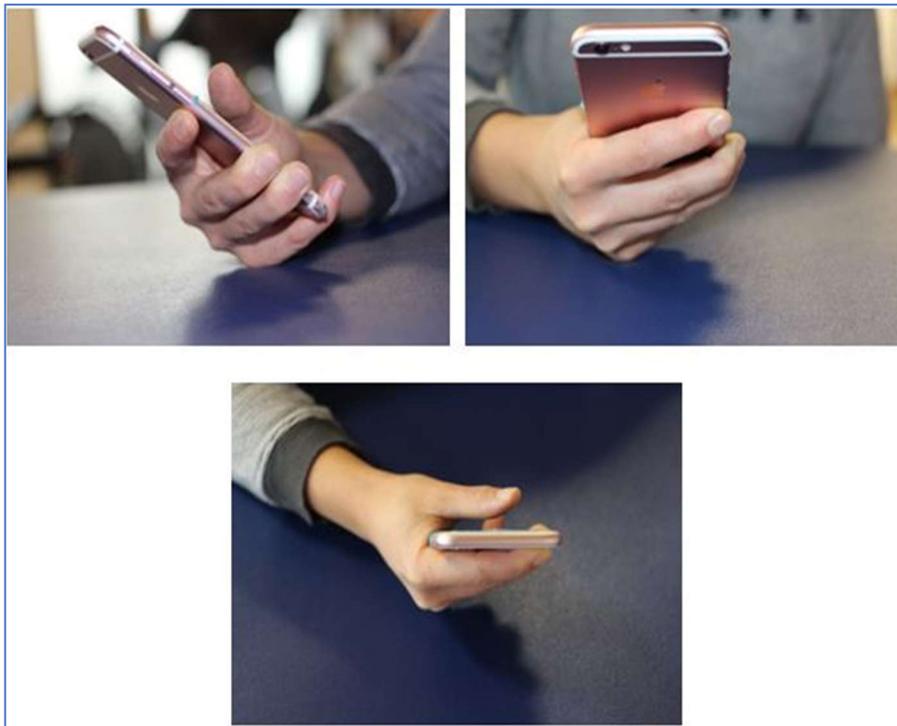
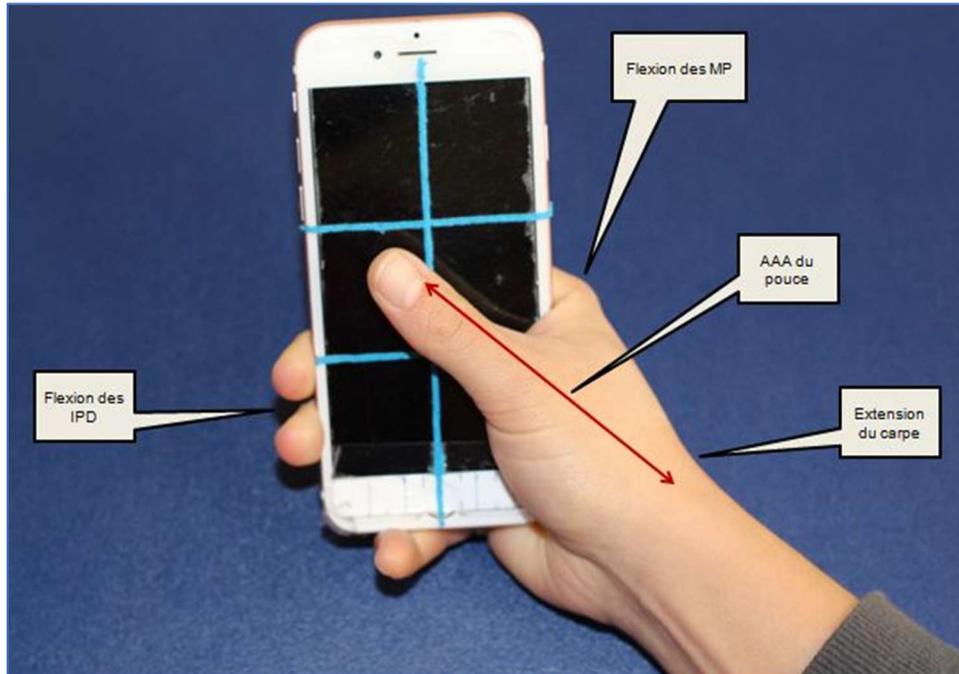
Nous observons qu'il correspond à l'association d'une prise de stabilisation dynamique et directionnelle, et de l'action du pouce de la même main à se déplacer sur l'objet tenu.

Nous observons que la prise de verrouillage directionnelle du smartphone ressemble à la préhension palmaire à pleine main de Adalbert Ibrahim Kapandji [9] sauf que l'objet ici n'est pas cylindrique mais plat et que la prise est verrouillée du côté radial par la paume pour laisser la liberté de mobilité au pouce.

Ce geste se décompose en :

- **un allongement axial actif (AAA)** de la colonne du pouce associé à l'effet ténodèse (*la flexion des MP entraîne l'extension du poignet*) [5] à l'exception des interphalangiennes qui ne sont pas en extension mais plus ou moins fléchies pour s'adapter à la forme du smartphone pour obtenir une prise efficace.
 - L'AAA du pouce recruterait le couple de muscles opposant du pouce / 1er interosseux dorsal à la composante décoaptatrice de la trapézo-métacarpienne [5].
 - Cet allongement est associé à l'effet ténodèse qui correspond à un travail synergique entre les MP et le poignet. La flexion des MP entraîne l'extension du poignet et inversement. Nous avons un travail synergique entre les interosseux, les fléchisseurs et extenseurs extrinsèques de la main. Ce mouvement permet d'adapter le rapprochement de l'écran au pouce.
- **une flexion des IP** (*proximales : IPP et distales : IPD*) qui au départ sert à fermer la prise pour stabiliser le smartphone mais qui est encore plus sollicitée pour verticaliser et rapprocher davantage l'écran du pouce. Nous avons l'intervention des fléchisseurs superficiels et profonds des doigts.
- **une sollicitation du long extenseur du pouce** pour l'extension de l'IP ou du **long fléchisseur du pouce** si l'IP est gardée en légère flexion selon le sujet.
- ce geste, lorsqu'il est majoré, forcé est couplé à une **légère inclinaison ulnaire du carpe** qui indique la présence active du fléchisseur ulnaire du carpe et de l'extenseur ulnaire du carpe.
- une **sollicitation de l'éminence hypothénar** avec l'opposant et le fléchisseur propre de D5 notamment. Ils permettent de verrouiller la prise en fléchissant la MP de D5 et lui impriment une rotation en regard du pouce. Ceci participe à positionner le smartphone dans l'axe éminence hypothénar-index pour avoir l'outil à la verticale, face au regard.

L'adducteur de D5 peut également intervenir, surtout si le smartphone est calé sur le bord radial de D5.



Nous sommes en présence d'un geste, qui, s'il est isolé du smartphone, est très peu retrouvé dans les activités quotidiennes à part pour l'utilisation décrite. Nous n'observons qu'un geste qui s'en rapprocherait, la distribution d'un jeu de carte à une main où nous retrouvons l'AAA du pouce. Il n'y a cependant pas de verrouillage dynamique évolutif.

Il semblerait que le geste étudié corresponde à une adaptabilité de la main dans cette activité en particulier.

Cependant, si ce geste donne plus de liberté à la personne pour effectuer d'autres tâches avec l'autre main, est-il pratique ? Il requiert une intégrité fonctionnelle et une agilité de la main. Ceci implique une sollicitation musculaire importante de la colonne du pouce, de la colonne de D5, du poignet et de la pulpe des doigts.

Nous pouvons nous demander à quel moment ce geste apparaît dans l'utilisation du smartphone et quelles sont les stratégies de compensation mises en place pour atteindre la cible.

3.2. Méthodologie

Nous avons un échantillon mixte et hétérogène composé de 20 personnes dont 11 femmes et 9 hommes, âgés de 14 à 64 ans.

3.2.1. L'échantillon

L'échantillon correspond à des personnes droitières, n'ayant pas eu de traumatisme récent de la main.

3.2.2. Outil

(Annexe 3)

Le smartphone utilisé est un iPhone 6S sans coque de protection. Les dimensions de l'appareil sont de 13,8 cm en hauteur et 6,7 cm en largeur. Il possède un écran de 10,5 cm de hauteur sur 6 cm de largeur.

3.2.3. La reproductibilité :

- Repère centimétrique

Un quadrillage avec des bandes de Tape d'une largeur de 2 mm a été créé pour établir des surfaces égales. Ces bandes sont au nombre de trois. Une bande verticale est placée à la moitié de la largeur du smartphone. Deux bandes sont placées à l'horizontal du smartphone et divisent l'écran en trois parties égales sur la hauteur. Nous obtenons donc six rectangles de même surface. Ces rectangles sont numérotés en zone de 1 à 6 en commençant par l'angle inférieur gauche de l'écran.

Pour avoir des repères métriques, une règle centimétrique a été scotchée à la base inférieure de l'écran. Nous prenons également la règle centimétrique de l'application "Règle Pro" en fond d'écran pour avoir une mesure centimétrique de la hauteur.

- Matériels

Le matériel utilisé correspond à un plateau canadien mobile, des bandes de Tape, un tabouret réglable en hauteur, un appareil photo réflexe sur trépied.

Un marquage au sol avec du Tape a été fait pour disposer le trépied toujours au même endroit.

Nous avons également marqué au Tape la table pour le placement du plateau canadien.

Le plateau canadien a été marqué d'une bande sur sa ligne médiane et sur son angle inférieur droit.

3.2.4. Installation

Nous demandons à la personne assise sur le tabouret de poser l'olécrâne de son membre supérieur droit sur l'angle inférieur droit du plateau canadien et le bord ulnaire de l'articulation métacarpo-phalangienne de D5 sur la ligne médiane du plateau canadien.

L'extrémité proximale de l'avant-bras est bloquée par les bâtonnets du plateau canadien.

Une fois installée, nous demandons à la personne de bien placer la ligne médiane de son corps en regard de la ligne médiane du plateau canadien.

La position de départ est d'avoir le smartphone reposant sur le bord radial de D5.

3.3. Analyse

(Annexe 4)

L'étude du geste s'est faite grâce à la vidéo. Nous avons fait réaliser deux types d'exercice.

3.3.1. Premier exercice

Une fois le sujet installé comme décrit ci-dessus, nous plaçons l'avant-bras en position neutre et bloquons le poignet par deux bâtonnets : l'un placé en amont du pisiforme et l'autre en regard de la face dorsale du poignet. Nous les lions en hauteur par un élastique.

Seules les articulations de la main sont libres.

Nous demandons au sujet d'aller toucher avec le pouce droit les différents angles des rectangles de l'écran du pouce. Dès qu'il ressent le besoin de faire un AAA avec son pouce, il marque un temps d'arrêt, puis continue sa progression sur l'écran.

3.3.2. Second exercice

Nous retirons les deux bâtonnets et l'élastique qui bloquaient le poignet dans l'exercice 1.

Nous demandons au sujet de toucher avec le pouce droit tous les angles des rectangles de l'écran du smartphone, des extrémités inférieures aux extrémités supérieures comme il le ferait en temps normal. Cela nous permet d'observer l'apparition de l'AAA du pouce et les éventuelles stratégies de compensation pour atteindre toute la surface de l'écran.

3.4. Résultats

3.4.1. Premier exercice : Apparition de l'AAA du pouce

(Annexes 5 et 6)

En zone 1

Sur la ligne inférieure de l'écran, nous constatons la présence d'une surface à forte concentration d'apparition d'AAA du pouce.

- pour 25 % des personnes testées, à 0,5 cm du bord latéral gauche de l'écran ;
- pour 45 % à 1 cm ;
- pour 20 % à 1,5 cm.

Nous retrouvons également une surface comprise entre 3 et 3,5 cm de hauteur et entre 1 et 2 cm du bord latéral gauche de l'écran, où un total de 70 % des personnes testées enclenchent l'AAA du pouce.

En zone 3

Il y a un début d'apparition de l'AAA du pouce à 5 cm de hauteur du bord latéral au niveau de la ligne médiane de l'écran avec un total de 25 % de personnes.

La plus forte concentration dans cette zone se situe entre 6 cm et 7 cm. On y distingue deux surfaces. La première dans le cm² situé entre le bord latéral gauche de l'écran et à 1 cm, sur une hauteur entre 6 et 7 cm. Nous avons un total de 25 %.

La deuxième surface correspond à l'axe vertical médian de l'écran qui totalise 40 % entre 6 cm et 7 cm de hauteur.

En zone 4

Comme en zone 3, l'AAA du pouce se fait à partir de 5 cm de hauteur dans un rayon de 1 cm autour de l'axe vertical médian pour un total de 20 %.

La plus forte concentration d'apparition d'AAA du pouce dans cette zone se retrouve à une hauteur de 7 cm sur le bord latéral droit de l'écran pour 35 % des personnes.

Le centre

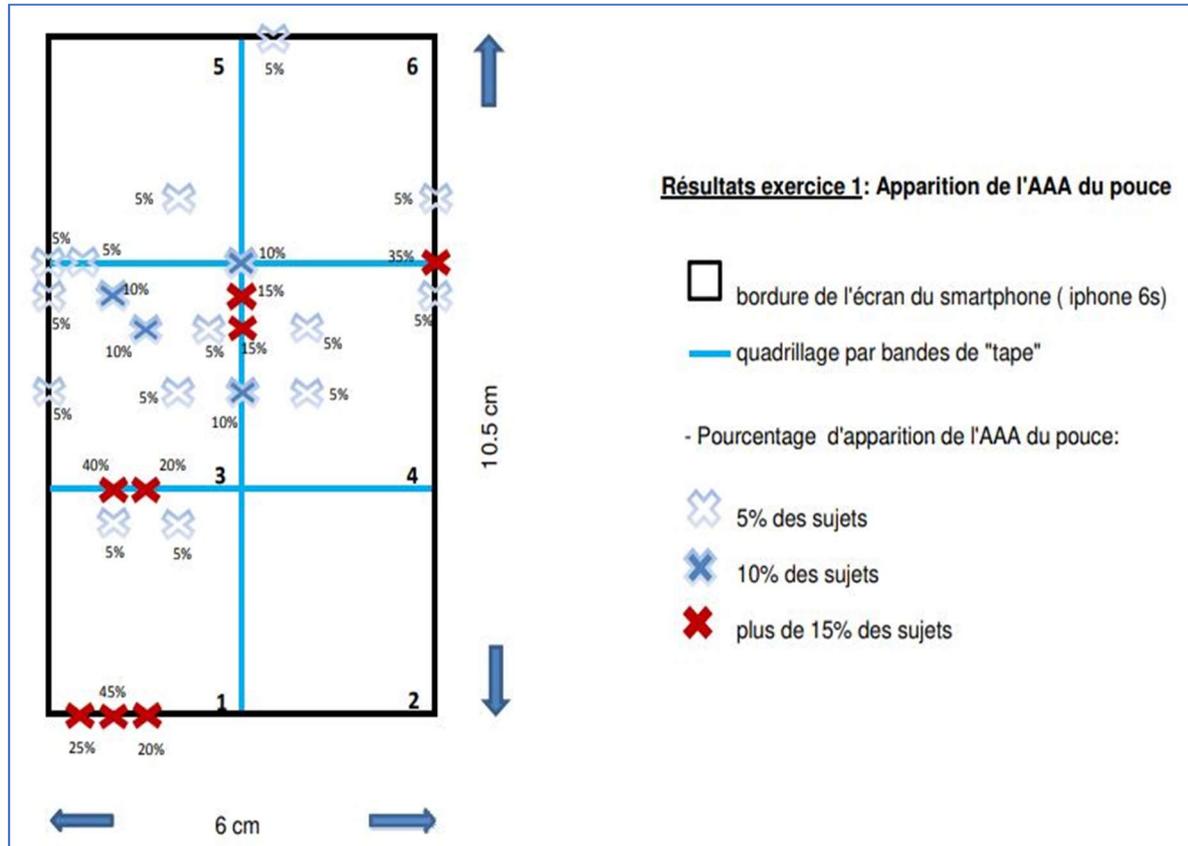
Nous constatons que le centre de l'écran, sur une surface entre 5 et 7 cm de hauteur et un périmètre de 1 cm autour, possède une forte concentration d'apparition d'AAA du pouce, avec un total de 70 %.

Les zones 5 et 6 ne sont que rarement atteintes. Nous observons cependant 10 % qui atteignent la hauteur de 8 cm et 5 % qui atteignent le bord supérieur de l'écran.

L'apparition de cet AAA du pouce sur l'écran du smartphone se délimite en hauteur par une bande horizontale traversant l'écran et située entre 7 et 6 cm de hauteur, zone charnière avec les zones supérieures 5 et 6.

A l'horizontale, cette apparition est délimitée par une courbe qui part du bord inférieur de la zone 1 et à 1 cm du bord de l'écran, traverse les zones 1 et 3 en se dirigeant vers le centre de l'écran. Cette courbe traverse l'axe vertical médian en zones 3 et 4 et se termine à l'intersection des zones 4 et 6.

Ces 2 courbes se croisent au centre de l'écran.



3.4.2. Second exercice : Les stratégies de compensation

(Annexe 7)

Les stratégies de compensation que nous voyons apparaître sont les suivantes :

- **augmentation de la flexion des MP** pour rapprocher et amorcer la verticalisation de l'écran ;
- **faire passer D5 sous le smartphone** pour ainsi faire glisser l'écran et rendre accessible au pouce la zone ciblée ;
- **majorer le geste d'AAA du pouce** avec effet ténodèse, inclinaison ulnaire du carpe, flexion importante des IPD et notamment de D2 qui va mieux guider l'écran dans sa verticalisation et sa supination ; à savoir qu' Il y a aussi supination du poignet pour ramener l'écran face au pouce ;
- **associer l'AAA du pouce avec le glissement de D5** sous le smartphone

- **se servir de son pouce gauche.** et dans ce contexte, La main droite devient alors stabilisatrice et la gauche se déplace le long du smartphone ;
- **apparition de l'index.** Comme nous indique l'étude nous avons un cas avec l'index opposé, la main droite devenant main stabilisatrice, et un cas où c'est l'index droit. Il y a donc passage du smartphone dans l'autre main

En zone 1

Le geste d'AAA du pouce est réalisé par 95 % des personnes testées. Seuls 5 % l'évitent par augmentation de la flexion des MP.

En zone 3

L'AAA du pouce est majoritairement présente chez 65 % des personnes. Nous commençons à voir apparaître d'autres stratégies pour atteindre la cible.

- 10 % font intervenir le pouce gauche ;
- 10 % font glisser D5 sous le smarphone, et évitent cet AAA du pouce ;
- 10 % associent un glissement de D5 et l'AAA du pouce ;
- 5 % font intervenir l'index droit ;

En zone 5

Le geste retrouvé majoritairement est l'association du glissement de D5 sous le smartphone avec un AAA du pouce. Il est de 40 %.

Nous retrouvons également :

- un glissement de D5 sous le smartphone pour 5 % ;
- un AAA majoré pour 15 % ;
- le pouce gauche pour 30 % ;
- l'index gauche pour 5 % ;
- l'index droit pour 5 %.

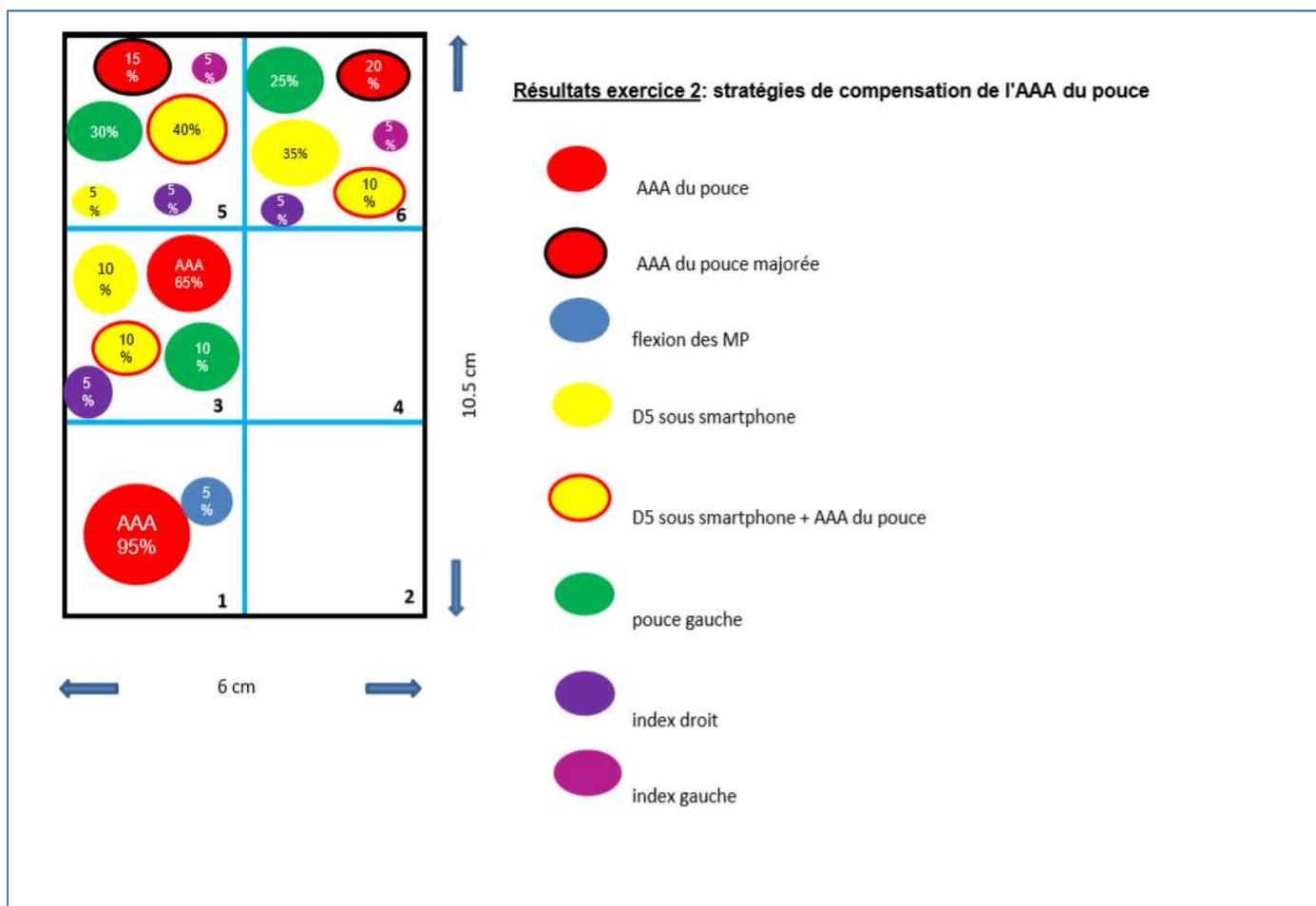
En zone 6

Nous retrouvons :

- 35 % glissent D5 sous le smartphone sans AAA du pouce;
- 25 % utilisent le pouce gauche ;
- 20 % majorent l'AAA du pouce ;
- 5 % utilisent l'index gauche ;
- 5 % utilisent l'index droit ;
- 10 % des personnes qui font glisser D5 sous le smartphone avec un AAA du pouce.

Lors de cet exercice, nous observons que le geste d'AAA du pouce prédomine aux tiers inférieur et moyen de l'écran (zones 1 et 3). Ce geste est majoritairement compensé dans le tiers supérieur de l'écran (zones 5 et 6).

Les stratégies de compensation majoritaires dans l'ensemble des zones sont réalisées à une main, la main droite. Les stratégies à deux mains font leur apparition avant les zones extrêmes du tiers supérieur. Nous les voyons déjà en zone 3, qui est une zone communément sollicitée pour faire défiler les informations de l'écran à l'horizontale ou à la verticale.



3.5. Discussion

La méthodologie appliquée pour l'analyse du geste, afin d'optimiser les conditions de reproductibilité, a tenté d'être faite dans des conditions les plus objectivables. Cependant, il a été difficile d'isoler ce mouvement sans une compensation effective de la flexion des MP notamment en zone 3, et pour les résultats retrouvés dans l'exercice 1, au tiers supérieur de l'écran.

Nous pouvons décrire une courbe partant de la zone 1 de l'écran, traversant la zone 3 et le centre de l'écran, pour se terminer à la limite inférieure du tiers supérieur droit de l'écran. La surface se trouvant au-dessus de cette zone-courbe nécessite forcément ce geste de navigation tactile.

Nous constatons que ce geste est présent dans des secteurs (zones 1 et 3) où la navigation tactile est commune.

De plus, même si ce geste est majoré dans certains secteurs (notamment zones 5 et 6), au plus nous évoluons vers la hauteur de l'écran, au plus il sollicite la colonne du pouce et l'ensemble de la main. Au vu des sollicitations musculaires et des mobilités que ce geste implique, nous pouvons penser qu'il peut être pourvoyeur de gênes fonctionnelles au niveau de la colonne du pouce, de l'éminence hypothénar et du poignet si nous lui ajoutons la durée et la répétition.

De plus ce geste, lorsque nous progressons vers le haut de l'écran, est remplacé par d'autres mouvements stratégiques pratiques notamment des stratégies à 2 mains qui favorisent le maintien et la stabilité du smartphone.

Or, l'étude du questionnaire sur l'utilisation du smartphone (*réponse 15*) indique également que les modes d'utilisation impliquant l'index ou impliquant le mode 2 mains et 2 pouces restent sensiblement équivalents et correspondent à la deuxième façon la plus citée d'utiliser son smartphone. Nous nous apercevons que l'importance de ces deux derniers modes d'utilisation ont un lien avec l'âge.

4. Questionnaire : partie deux

(Annexes 1 et 2)

4.1. Tendance générationnelle

Comparaison des tranches des moins de 20 ans et des plus de 40 ans

Ces deux tranches ont été sélectionnées car nous avons d'un côté la tranche d'âge la plus jeune utilisant un smartphone et qui n'a connu que le numérique et le tactile (*smartphone, tablette*), et l'autre tranche qui a, quant à elle, dû s'adapter à l'apparition et l'évolution fulgurante de cette interface.

Rang d'utilisation	- de 20 ans	+ de 40 ans
1	1 main 1 pouce	Index
2	2 mains 2 pouces	1 main 1 pouce
3	2 mains 1 pouce	2 mains 1 pouce
4	Index	2 mains 2 pouces

4.1.1. 1 main et 1 pouce

Le mode "1 main et 1 pouce" est le plus utilisé chez les moins de 20 ans, et jusqu'à la tranche 30-40 ans.

Chez les plus de 40 ans, c'est l'utilisation avec l'index qui est la plus représentée, le mode 1 main et 1 pouce passant en 2^{ème} position.

4.1.2. L'index

Nous observons également que l'index est marquant à partir des 30-40 ans et devient majoritaire chez les plus de 40 ans.

4.1.3. Deux mains et deux pouces

Le mode d'utilisation à 2 mains et 2 pouces vient en 2^{ème} position chez les moins de 20 ans, pour finir à la dernière place chez les plus de 40 ans.

Nous constatons qu'il y a un renversement de ces derniers modes d'utilisation sur le plan générationnel. Le mode 2 mains et 2 pouces décline, plus nous avançons en âge, pour laisser place à l'index.

Nous observons que le mode 1 main et 1 pouce est majoritaire chez les moins de 20 ans. Bien que ce mode ne soit pas optimal, il libère l'autre main, et peut s'appliquer dans tout type d'environnement.

Un mode à 2 mains est majoritaire chez les plus de 40 ans, et en 2^{ème} place chez les moins de 20 ans. Même si ce mode diffère, l'intérêt commun est une meilleure stabilisation du smartphone pour s'en servir.

4.2. Impact fonctionnel de l'utilisation du smartphone sur la main (Annexes 2 et 8)

Les questions 20 à 24 étaient destinées aux personnes ayant répondu "oui" à la question 19 : *Avez- vous déjà ressenti une gêne articulaire et/ou fonctionnelle après un usage prolongé de votre smartphone?*

Cependant, certaines personnes ayant répondu "non" ont quand même répondu à ces questions (*Annexe 1 et 2*).

Pour la suite de l'analyse, nous ne tiendrons compte que des 134 personnes ayant répondu "oui" à la question 19. Les calculs diffèrent donc des résultats de google form. Ils ont été re-travaillés avec Excel (*Annexe 8*).

4.2.1. Apparition d'une gêne

° Question 19 : présence d'une gêne suite à l'utilisation du smartphone

46,9 % des personnes interrogées indiquent avoir déjà ressenti une gêne suite à l'utilisation du smartphone, contre 53,1% de non

° Question 20 : durée de la gêne

La gêne ressentie est de l'ordre de quelques secondes pour 49% des personnes ayant répondu "oui" à la question 19, de quelques minutes pour 43%, et du quart d'heure pour 7% d'entre eux.

° Question 21 : intensité de la gêne

L'échelle numérique proposée, notée sur 10, est calquée sur la cotation de l'échelle visuelle analogique (**EVA**). Des douleurs cotées entre 1 et 3 correspondent à des douleurs d'intensité légère. Une douleur d'intensité modérée est comprise entre 3 et 5, une douleur intense de 5 à 7, et une douleur très intense au-delà de 7/10.

Les résultats montrent que :

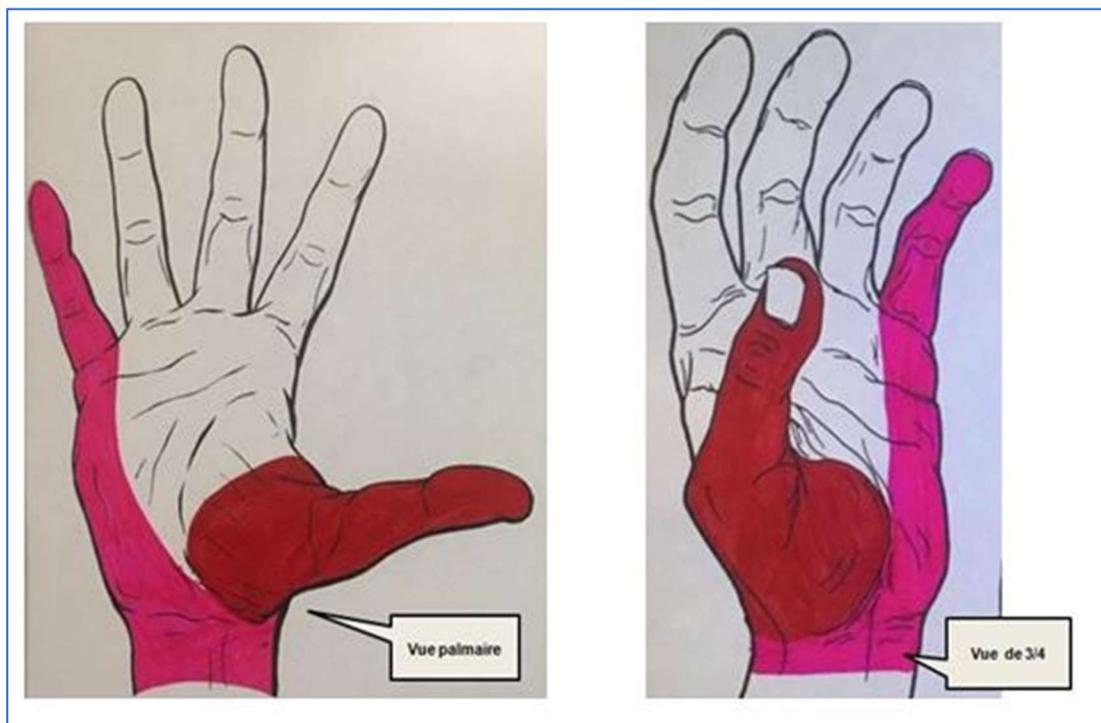
- 57,5 % indiquent une douleur d'intensité légère
- 31,2 % indiquent une douleur d'intensité modérée
- 7,9 % indiquent une douleur intense
- 2,2 % indiquent une douleur très intense

° Question 22 : chronicité de la gêne

Parmi les 134 personnes, 83,6 % parlent d'une gêne ponctuelle contre 13,4 % d'une gêne chronique. Cependant, 3 % n'ont pas répondu à la question.

° Question 23 : Localisation de la gêne

Nous constatons que majoritairement, la douleur est localisée au pouce avec 45,5 % et l'éminence thénar avec 22,4 % (zone rouge). Viennent en deuxième position une gêne au niveau de l'auriculaire (D5) et l'éminence hypothénar avec 25,2 % ; et au niveau du poignet avec 22,4 % (zone rose).



° Question 24 : Remédier à la gêne

Une personne sur les 134 n'a pas répondu à la question. En reformulant les résultats basés sur les 134, les résultats sont plutôt à la hausse.

Pour remédier à cette gêne :

- 60,4 % arrêtent temporairement leur smartphone
- 38,1 % pratiquent le massage
- 37,3 % la mobilisation articulaire
- 35,8 % l'étirement
- 9 % ne font aucune action

Nous avons moins de la moitié des personnes ayant répondu à ce questionnaire qui révèle avoir déjà eu une gêne lors de l'utilisation de leur smartphone (46,9 %). Il s'agit d'une douleur principalement d'intensité légère (cotée à 3/10), ponctuelle et de quelques secondes. Elle se retrouve principalement sur la colonne du pouce.

Nous constatons une prise de conscience sur l'effet que peut avoir l'utilisation du smartphone sur la main puisqu'une action pour soulager cette gêne est majoritairement entreprise.

4.2.2. Gêne et durée d'utilisation

° Question 6 : la durée d'utilisation du smartphone

- 57,7 % des personnes ayant répondu passent entre 2 et 5 heures par jour sur leur smartphone
- 31,5 % y passent moins de 2 heures
- 10,8 % y passent plus de 5 heures

° Croisement questions 6 et 19

(Annexe 8.2)

Nous constatons que :

- 31,1 % des personnes utilisant leur smartphone moins de 2 heures ont déjà ressenti une gêne
- 51,5 % des personnes utilisant leur smartphone entre 2 et 5 heures, ont déjà ressenti une gêne
- 67,7 % des personnes utilisant leur smartphone plus de 5 heures ont déjà ressenti une gêne

4.2.3. Gêne et âge

° Croisement question 19 et question 1 : l'âge et la gêne ressentie

(Annexe 8.3)

- 26,87 % des moins de 20 ans représentés dans l'échantillon déclarent avoir déjà ressenti une gêne
- 26,87 % chez les 20 à 30 ans
- 25,37 % chez les 30 à 40 ans
- 20,9 % chez les plus de 40 ans

° Croisement question 6 et question 1

(Annexe 8.4)

- Les moins de 40 ans sont les plus nombreux à passer moins de 2h sur le smartphone avec 10,49 %
- Les moins de 20 ans sont les plus nombreux à indiquer passer plus de 5h sur le smartphone avec 5,24 %

4.2.4. Résumé

Les réponses nous indiquent qu'il y a déjà eu présence d'une gêne lors d'une utilisation prolongée du smartphone, toute génération confondue. Sur l'échantillon, 46,9 % affirment avoir déjà ressenti une gêne. Cependant, 14 personnes ayant pourtant répondu "non" à l'apparition d'une gêne ont malgré tout répondu aux questions suivantes en rapport à cette gêne. Le pourcentage réel pourrait être bien plus élevé encore, ce qui oriente vers un souci général et bien présent.

Le croisement des réponses aux questions 6 et 19 (*gêne/durée d'utilisation*) nous indique que la durée d'utilisation du smartphone serait un facteur d'apparition de gêne fonctionnelle. En effet, plus nous passons du temps sur notre smartphone, et plus nous pouvons ressentir une gêne fonctionnelle.

Un facteur "âge" est également mis en avant puisque les gênes ressenties sont de moins en moins présentes au fur et à mesure que nous avançons en âge : avec un taux de 26,87 % chez les moins de 20 ans, et 20,9 % chez les plus de 40 ans.

Nous constatons également que la tranche des moins de 20 ans est la plus importante à passer plus de 5h sur le smartphone, alors que la tranche des plus de 40 ans est la tranche qui y passe le moins temps, moins de 2h avec 10,49 %. Le temps passé sur le smartphone diminue plus nous avançons en âge.

Nous constatons donc que la durée d'utilisation passée sur le smartphone et l'apparition d'une gêne augmentent inversement à l'âge. Plus nous avançons en âge, moins nous nous servons du smartphone, et moins la probabilité de déclencher une gêne serait grande.

4.2.4. Gêne et mode d'utilisation du smartphone

° Croisement questions 15 (manière d'utiliser le smartphone) et 19 (apparition d'une gêne) :
manière d'utilisation et gêne ressentie (Annexe 8.5)

Parmi les personnes ayant répondu "oui" à la question 19, nous observons que 59 % se servent principalement de leur smartphone avec 1 main et 1 pouce. Le mode d'utilisation à 2 mains et 2 pouces correspond au mode où il y aurait le plus faible taux d'apparition de gêne avec 12 %.

° Croisement questions 15 et 23 (où se situe cette gêne ?)

A 1 main et 1 pouce

(Annexe 8.6)

Nous retrouvons comme localisations potentiellement gênantes : le pouce prioritairement, l'éminence thénar, le poignet, l'éminence hypothénar, l'auriculaire (D5), la pulpe des doigts et l'index.

A 2 mains et 2 pouces

(Annexe 8.7)

Nous retrouvons ici majoritairement le pouce comme potentielle localisation de gêne. Puis viennent l'index et l'éminence thénar. Nous y retrouvons également le poignet.

L'échantillon indique que l'utilisation du smartphone à 1 main et 1 pouce serait la plus génératrice de gêne (59 %). Nous remarquons également que la gêne dans cette façon de faire est susceptible d'apparaître sur l'ensemble de la main à l'exception du centre de la paume, alors que le mode 2 mains et 2 pouces serait moins délétère.

Nous avons déjà mentionné ce mode à 2 mains et 2 pouces plus haut avec la tranche des moins de 20 ans ou "Génération Z". N'ayant connu que le tactile, celle-ci utilise le plus ce mode, juste après le mode 1 main et 1 pouce.

5. Conclusion

Il ressort de l'étude que presque 46,9 % des gens interrogés ont déjà ressenti une gêne suite à l'utilisation de leur smartphone, et tentent une action de soulagement pour y remédier. Il y a bien l'existence d'un lien de cause à effet entre le smartphone et des gênes fonctionnelles de la main potentielles.

Il ressort de l'étude que l'utilisation du smartphone se fait majoritairement à 1 main et 1 pouce, toute génération confondue, même si cette dernière n'est pas la plus optimale puisque des stratégies de compensation à 2 mains sont mises en place pour une meilleure adaptabilité. Elles permettent également de diminuer la sollicitation en position extrême du pouce.

Comme nous l'indiquent les réponses au questionnaire, les personnes ayant déjà rencontré une gêne utilisent principalement leur smartphone de cette façon. Nous constatons également que ce mode est pourvoyeur de gênes fonctionnelles sur une grande surface de la main.

Une utilisation à 2 mains serait à privilégier et notamment la position 2 mains et 2 pouces, retrouvée en 2^{ème} place chez les moins de 20 ans. Elle présenterait le taux de gêne le plus faible.

Cependant, les moins de 20 ans présentent le plus de gênes, en rapport à une durée d'utilisation plus importante dans leur tranche.

Nous avons à tirer partie du “*bon sens*” des 2 tranches d’âge extrêmes. Ceci concerne le geste **(2 mains et 2 pouces)** chez les moins de 20 ans et les modalités d’utilisation **(durée)** chez les plus de 40 ans.

Même si le geste à 2 mains et 2 pouces est le moins contraignant, il présente aussi des douleurs. Il faut prendre en considération la durée, la rapidité, et la répétition.

L’utilisation du smartphone étant devenue incontournable au niveau personnel et professionnel, nous devrions réfléchir à un système de prévention pour éviter l’apparition de ces gênes fonctionnelles qui relèvent pour l’instant de l’ordre d’une douleur ponctuelle et d’intensité légère.

Ce système devrait se faire à plusieurs niveaux :

- l’outil
- le geste
- l’hygiène de vie

Intermède

1. Souffrances et douleurs liées aux smartphones tactiles

Nous pouvons lire dans la presse scientifique, et plus encore dans les médias par vulgarisation de l'information, des articles sur les "maux" occasionnés par cette utilisation.

L'exemple le plus ancien que nous ayons trouvé est l'article de 2011 paru dans l'Express Expansion [10] "*La maladie du texto fait de plus en plus de victimes* "

Par la suite, de nombreux auteurs ont fait écho à cette problématique, que nous retrouvons régulièrement à la une de l'actualité.

Plusieurs équipes à travers le monde ont entamé des études scientifiques pour tenter de relier l'usage (intensif) des smartphones à une augmentation des manifestations de douleurs et de tendinites du poignet et de la main.

Ces articles, comme ceux de Ysidro & co [11] sur la ténosynovite de De Quervain, de Fernando Canillas & co [12] sur l'arthrose de la trapézo-métacarpienne, ou de Bismillah Sehar & co [13] sur les douleurs diffuses du pouce, ont l'avantage d'être assez récents (*moins de 10 ans*), et portent volontairement sur des populations d'étude faisant partie de la Z Generation.

Les résultats divergent mais il en ressort, comme le synthétise l'équipe de Siao Hui Toh & co [14], une augmentation des douleurs liées à l'usage intensif des smartphones, sans toutefois qu'une seule et précise pathologie ne se démarque.

L'aspect trop récent de ces recherches réduit le nombre de résultats publiés et le recul observé.

Il faut également noter que dans la plupart de ces projets l'aspect tactile des écrans n'est que rarement au centre du sujet. Nous trouvons donc plus de résultats mettant en avant l'effet "*textonite*" de la surutilisation de SMS que de "*tactilite*" pure, comme dans celle de Maryam Ali & co [15].

Il est donc difficile de statuer sur l'impact gêne et douleur de ces écrans tactiles. Faut-il pour autant les ignorer ? Sont-elles rattachées à d'autres pathologies émergentes ?

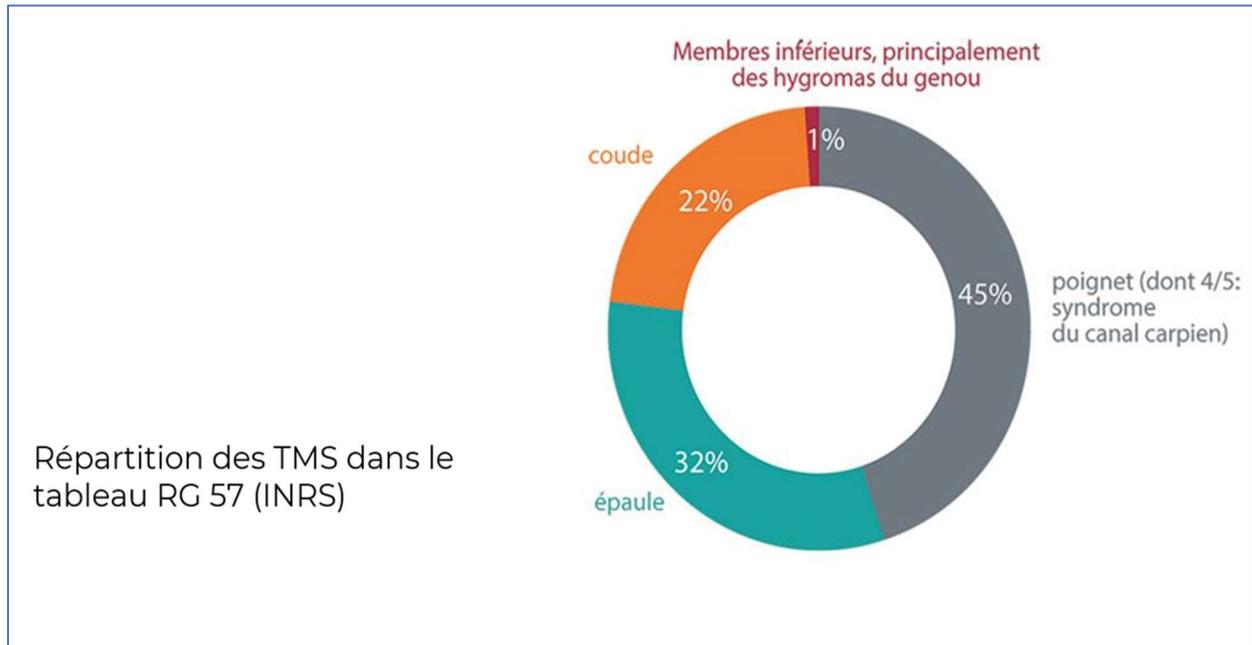
2. Smartphones tactiles et TMS

En parallèle de cette (r)évolution technologique, l'époque moderne a vu émerger une problématique majeure regroupant un ensemble de souffrances ayant des répercussions sociales et financières : les Troubles Musculo Squelettiques (TMS).

L'INRS – Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles - les définit comme "*des troubles de l'appareil locomoteur (membres et rachis) pour lesquels l'activité professionnelle peut jouer un rôle dans la genèse, le maintien ou l'aggravation.*"

Il s'agit de la Maladie Professionnelle (MP) la plus reconnue en France, divisée en 5 rubriques, 5 tableaux pour une meilleure reconnaissance.

93 % des TMS reconnus correspondent au membre supérieur, dont 43 % à l'ensemble main-poignet.



L'utilisation du smartphone se fait de plus en plus professionnelle, avec des besoins croissants de joignabilité et de réactivité (*quelle que soit l'heure ou le lieu*). Le fait de consulter et répondre à ses mails exige de multiples mouvements de glissé tactile quotidien.

L'usage reste pourtant essentiellement personnel avec des consultations sur internet, des applications de loisir et de jeux.

Une vision simple des TMS en France pourrait mettre en doute l'intégration des souffrances liées aux smartphones tactiles dans ces tableaux, car la composante professionnelle n'y est pas exclusive.

Le modèle anglo-saxon, lui inclut plus largement tout trouble mécanique répétitif dans ces TMS.

Il est désormais reconnu que les TMS sont à traiter, entre autres, en amont de leurs manifestations, par des mesures de prévention et d'éducation thérapeutique. Le masseur-kinésithérapeute, l'ergothérapeute et l'ergonome ont tous trois, par leurs formations et leurs expériences professionnelles, un rôle à jouer dans cette prévention.

En se basant sur les observations des zones douloureuses provoquées par l'utilisation et la surutilisation des smartphones tactiles, que pourrions-nous proposer comme mesures concrètes liées à leur usage ?

3. Interprétation des résultats des questionnaires

Comme l'indiquent les résultats du questionnaire, l'utilisation du smartphone peut être génératrice de douleur tout mode d'utilisation confondu. Cette utilisation fait apparaître une gêne dans les divers secteurs de la main sollicités et notamment le pouce, l'éminence thénar, l'éminence hypothénar, D5 et le poignet.

Or, il s'avère que ces zones potentiellement douloureuses sont le siège de troubles inscrits dans le tableau 57 du guide des préventeurs des TMS-MS (*membre supérieur*) rédigé par l'INRS (*Institut National de Recherche et de Sécurité*) [16].

Nous retrouvons :

- La colonne du pouce qui est la principale zone sollicitée. Les mouvements extrêmes de flexion (zone 2 de l'écran) ou d'AAA majoré du pouce (zones 5 et 6) sollicitent sa chaîne d'extension où nous y retrouvons la **tendinite du long extenseur du pouce et la ténosynovite de De Quervain**.
- Le poignet où passent les fléchisseurs superficiels et profonds des doigts et le nerf médian dans le canal carpien. Ces muscles interviennent par les flexions des IP dans la stabilisation du smartphone lors de la navigation tactile sur l'écran et régulent sa position plus ou moins verticale. Nous y retrouvons le **syndrome du canal carpien**, compression du nerf médian à ce niveau.
- Les fléchisseurs des doigts qui comprennent les fléchisseurs superficiels et profonds des doigts interviennent dans l'adaptation dynamique de la prise avec la flexion adaptative des IP. Ceci pourrait favoriser les **tendinites des fléchisseurs des doigts**.
- Dans cette gestuelle, l'IP et la MP du pouce qui sont sollicitées de façon très importante, rapide et répétitive. Leur mobilité en flexion et en extension est indispensable dans l'écriture de sms et la navigation tactile. Elles peuvent être le siège **d'arthrose des doigts**.
- L'action des muscles de l'éminence hypothénar qui avec D5 ferment la prise. C'est une zone où nous retrouvons la loge de Guyon à la base de l'éminence hypothénar qui peut être le siège d'une **compression du nerf ulnaire**.

Comme insiste l'INRS, ce tableau 57 des TMS-MS n'est pas exhaustif. Il ne faut pas oublier la douleur musculaire. Notamment celle de la loge thénarienne qui permet de stabiliser la MP pour placer le pouce en face des autres doigts par l'intermédiaire de la trapézo-métacarpienne. S'il n'a pas encore été répertorié par l'INRS un lien entre l'utilisation du smartphone et les TMS du poignet et de la main, il n'en reste pas moins qu'avec la forte utilisation au niveau personnel et professionnel, cette utilisation est un facteur à prendre en compte. Une prévention semble nécessaire.

4. Prévention

Le smartphone

Le choix du smartphone n'est pas à négliger pour économiser la fonctionnalité des mains lors de son usage. En effet, la grande diversité de taille et de largeur d'écrans devrait être choisie en fonction de la taille des doigts et du pouce, au même titre que le confort de l'écran.

Nous devrions inciter le patient à se renseigner sur les différents paramètres qu'offre un smartphone pour aiguiller son choix. Nous avons par exemple la possibilité de connaître la durée d'utilisation quotidienne sur l'iphone. Nous pouvons également paramétrer le temps que l'on veut passer chaque jour sur certaines applications de réseaux sociaux. L'accessibilité est alors bloquée si l'utilisateur vient à dépasser ce temps. Nous avons également la possibilité de réduire l'interface pour que les icônes du haut de l'écran soient abaissées afin d'offrir une meilleure accessibilité.

Nous pouvons inciter nos patients à utiliser la fonction vocale pour l'envoi de sms vocaux...

La liste n'est pas exhaustive. Mais il est important de prendre connaissance des possibilités de notre smartphone pour soulager la fonction manuelle.

Le geste

Le geste à privilégier reste l'utilisation à 2 mains et 2 pouces, le moins délétère. Cette configuration permet lors d'écriture de "textos" de diviser par deux la répartition des pressions et des contraintes mécaniques sur les pouces. Il serait également important d'utiliser cette 2^{ème} main le long de la moitié homolatérale de l'écran pour éviter l'AAA du pouce d'une part et permettre une mobilité variée des mains lors de la navigation tactile. Les deux mains ont ici une importance égale.

L'hygiène de vie

Il ne faut pas négliger le facteur temps passé sur le smartphone, et privilégier une utilisation quotidienne inférieure à deux heures. Il ne faut pas oublier de s'étirer, de mobiliser la main.

A ceci s'ajoute l'intérêt d'une posture globale adéquate, indispensable pour éviter des douleurs au niveau des coudes, des épaules et des cervicales, et permettre une économie fonctionnelle du membre supérieur comme de la colonne vertébrale.

Le paramètre environnemental interfère énormément sur la posture. Effectivement, par sa taille et sa praticité, le smartphone est utilisé dans tous les endroits possibles (dans le bus, dans le lit, en marchant), impliquant des postures peu adaptées.

A cela, il faut rajouter la taille de l'écran qui oblige l'utilisateur à avoir la tête penchée en avant.

L'adoption d'un **Geste intelligent** et d'un **Outil téléphone** bien paramétrés sera à compléter par des étirements et auto-étirements adaptés à chaque structure sursollicitée. (*Annexe 9*)

Pour le Pouce

Les structures musculaires sont à soulager par des manœuvres d'étirements passifs en extension complète (*photo 1*), en flexion complète (*photo 2*), un étirement actif emprunté aux protocoles de rééducation de la Ténosynovite de De Quervain (*photo 3*), une mise en charge (*photo 4*) et un auto-agrandissement dans l'axe du rayon (*photo 5*).

Pour les Doigts Longs

Un travail similaire de flexion des MP (*photo 6*) et d'assouplissement en extension globale (*photo 7*) en charge peut être complété par une détente du poignet (voir ci-dessous).

Pour le Poignet

Deux assouplissements du poignet, un à visée d'étirement de la face antérieure (*photo 8*) et un pour la face postérieure (*photo 9*), achèvent cet ensemble.

L'enchaînement des points A, B et C ne prend que quelques minutes si chaque étirement est réalisé une seule fois. Dans le cas où la personne ressent un début de douleur sur une zone précise, elle peut bien augmenter le nombre de répétitions.

Le smartphone a l'avantage de nous servir de banque de données. Nous pouvons donc imaginer que des consignes similaires soient intégrées directement dans les programmes de base de l'appareil. A condition que la problématique de ce mémoire soit reconnue par les fabricants.

Une campagne en ce sens, vulgarisée par médias et supports papiers, servirait d'étape intermédiaire à une plus petite échelle.

Dans un premier temps, sensibiliser les thérapeutes à ces hygiènes de vie pour qu'ils les transmettent à leurs patients limiteraient l'apparition de certaines douleurs. Par ailleurs, intégrer un guide d'étirements dans une application pour smartphone permettrait d'en diffuser l'information.

PART 2 : APPLICATIONS POUR SMARTPHONES

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons soumis un questionnaire sur l'intérêt d'une application de conseils en rééducation de la main à une soixantaine de patients suivis dans un cabinet spécialisé.

Les résultats sont détaillés dans *l'Annexe 10*, et montrent un intérêt assez prononcé pour l'utilisation d'un complément de séances sur smartphone.

1. Intérêts et apports de la rééducation via applications pour smartphones

Dans son article, Rudolf Janos [17] mettait en avant l'intérêt de la rééducation par applications sur smartphone.

Il explique que son téléphone portable restant avec lui, le patient peut effectuer sa rééducation chez lui ou chez un proche, dans un cadre rassurant, qui diminue la dimension anxigène provoquée par le milieu hospitalier. Il baigne dans un environnement connu avec d'autres points de repère, qui lui permettent de ne pas rester focalisé constamment sur ses problèmes de santé.

C'est d'autant plus important chez des patients très jeunes, des enfants, susceptibles de se disperser et de ne pas rester actifs dans leur rééducation lorsqu'elle se pratique en milieu médical.

La rééducation par ces applications demande cependant une bonne identification des déficits du patient, et un ensemble d'exercices adaptés, évolutifs. Il est donc essentiel de guider le patient dans le choix des exercices et de surveiller son évolution. L'enregistrement des données et des performances par l'application permet ce suivi, et a le mérite de stimuler le patient pour qu'il tente d'améliorer ses performances.

Avec l'avancée en âge de la population, la prise en charge au moins partielle par ce système pourrait également soulager les thérapeutes face à une demande toujours croissante.

Comme exemple concret de rééducation, Janos développe une application de mesure et de guidance des mouvements du poignet en flexion et en extension, avec recueils de données grâce aux capteurs de position du smartphone.

Naomi Ringer [18] s'intéresse plus précisément à l'impact qu'ont ces nouvelles applications sur la prévention, le traitement et le suivi de maladies chroniques, telles que le diabète, les cancers ou encore les pathologies cardiaques.

Le suivi et les échanges avec des professionnels de santé par le biais d'applications sur smartphone permettent une réduction significative des niveaux de douleurs évoqués par les patients, une meilleure auto-régulation de leurs constantes, et un passage facilité à un exercice physique quotidien. L'accompagnement et le suivi psychologique améliorent leur qualité de vie.

Cette technologie a l'avantage de proposer un feedback aisé, mais l'auteur doute de l'apport réel de ce dernier, qu'elle juge difficilement quantifiable. Selon ses études, c'est davantage l'implication personnelle et la facilité d'utilisation qui profitent au patient. En le rendant plus acteur de sa santé, les applications l'aident à supporter sa maladie, à la considérer et à mieux la traiter.

La rééducation d'une main ou d'un poignet blessé s'étalant dans le temps, Arleta Staszuk and co [19] proposent aux patients une rééducation évolutive, où la sortie du milieu médical cloisonné au profit du domicile allège le malade. Elle demande un suivi et une guidance que permettent la télé-médecine et la télé-rééducation, à un coût moindre que celui du maintien en structure.

Ils déplorent le fait qu'à l'heure actuelle, il n'existe que peu de systèmes permettant cette télé-rééducation, et que ces derniers nécessitent une technologie encore inaccessible au grand nombre (*réalité virtuelle et réalité augmentée*). C'est dans la création et la promulgation de programmes mineurs, comme les applications pour smartphones et tablettes, que devrait se développer la santé de demain. Les pathologies chroniques, le traitement des douleurs récentes et neurologiques, ainsi que les rééducations post-traumatiques sont les plus concernées.

Eux aussi insistent sur l'intérêt d'un bon encadrement thérapeutique, allant jusqu'à annoncer que 90% des exercices, s'ils sont mal réalisés ou mal conseillés, deviennent plus délétères que bénéfiques.

Ils proposent un éventail de mouvements avec explications par photo et vidéographies, que le patient réalise tout en s'enregistrant via son application. Les données des exercices sont alors enregistrées, et le malade peut vérifier s'il se positionne bien ou s'il doit se re-corriger. Il a également accès à ses statistiques pour objectiver ses progrès avec l'entraînement.

Les smartphones offrent une possibilité d'auto-rééducation en se basant essentiellement sur la transmission et l'échange de données par internet. L'utilisation d'écrans tactiles encourage le toucher et la reproduction de mouvements de la main et des doigts. En l'associant à d'autres technologies modernes désormais accessibles, comme des montres connectées, il devient possible d'augmenter les retours d'informations.

Tactback est un programme destiné aux déficients visuels, qui allie ces deux technologies. Pour faciliter l'apprentissage et l'utilisation du braille, la montre guide par vibrations la bonne ou la mauvaise réalisation de glissés sur l'écran.

Cette utilisation des vibrations comme guidance pourrait s'intégrer aux prochaines applications à visée rééducative, soit en se fiant à des compléments technologiques comme ces bracelets connectés. Soit plus simplement en utilisant les fonctions vibratoires du smartphone en lui-même. Corrigé en temps réel dans son tracé tactile ou dans la réalisation de ses mouvements par feedback vibratoire, le patient aurait ainsi une meilleure compréhension pour une meilleure finesse d'exécution.

2. Catégorisation des applications existantes

Actuellement, la quasi-totalité des applications existantes pour écrans de téléphone ou tablettes se télécharge sur de gigantesques plate-formes rattachées aux fabricants de téléphone ou aux grands leaders du marché technologique.

Nous pouvons citer notamment Amazon App Shop, Windows Phone ou Blackberry World. Mais la plus grande variété se recense chez deux leaders mondiaux représentés par le Play Store d'Android, et l'Apple Store d'Apple.

En constatant la pauvreté, voir l'absence d'applications correspondant à nos recherches sur les premières plate-formes sus-citées, nous avons choisi de restreindre notre liste aux deux leaders du marché. C'est d'ailleurs sur ces derniers que surfent la quasi-totalité de nos

patientèles. Et donc là où en tant que rééducateurs nous pouvons trouver le plus d'outils pour nos séances de rééducation.

Nous avons effectué 10 recherches, avec les mots-clefs suivants anglais et français :

- Rééducation
- Rehabilitation
- Rééducation Main
- Hand Rehabilitation
- Physiotherapy
- Wrist Rehabilitation
- Tactil Rehabilitation
- Mirror Therapy
- Hand Trauma
- Physiotherapy Hand

En confrontant l'ensemble de ces recherches (512 sur Apple store, plus de 2000 sur Play Store) rares étaient les applications répondant complètement à notre demande. Après avoir retiré tous les résultats qui correspondaient à des médecines alternatives ou qui ne se référaient pas du tout à la main, nous n'en avons gardé que 35, qui à l'heure actuelle semblaient les plus pertinentes (Annexe 10)

Selon leur modalité d'utilisation, et selon qu'elles s'adressent au thérapeute, au patient ou aux deux, nous les avons rangées dans les différentes catégories suivantes :

2.1. Les atlas et guide d'anatomie

Ils représentent une banque d'information considérable, souvent gratuite et disponible aussi bien en français qu'en anglais.

Visual anatomy free (gratuite), **Forearm and Hand: 3D RT** (gratuite mais avec préinscription) et **Hand and Wrist Pro** (payante) ont plus retenu notre attention, pour leur facilité d'usage et leur clarté. Utilisés ponctuellement en séance de rééducation, ils peuvent compléter squelettes, écorchés ou planches déjà présents dans le cabinet pour faire comprendre au patient sa pathologie ou l'élément anatomique que l'on souhaite cibler.

Les deux dernières ont le mérite de présenter des planches sélectives et modifiables, en 3D, avec la possibilité de consulter des vidéos d'explications sur certaines pathologies et chirurgies les plus fréquentes.



2.2. Les organismes référents pour soignants

Certaines applications ne sont pas directement à portée des patients ou de leurs séances, mais permettent aux rééducateurs de se tenir informés de congrès ou de colloques. C'est notamment le cas de **2018 Hand Foundation meetings** (gratuite), qui, comme son nom l'indique, détaille les dates et travaux du Philadelphia Meeting et du Snowmass Upper Extremity Tutorial.

Au niveau européen, le **Journal of Hand Surgery** existe, mais son contenu n'est accessible qu'aux membres enregistrés auprès de l'organisme.

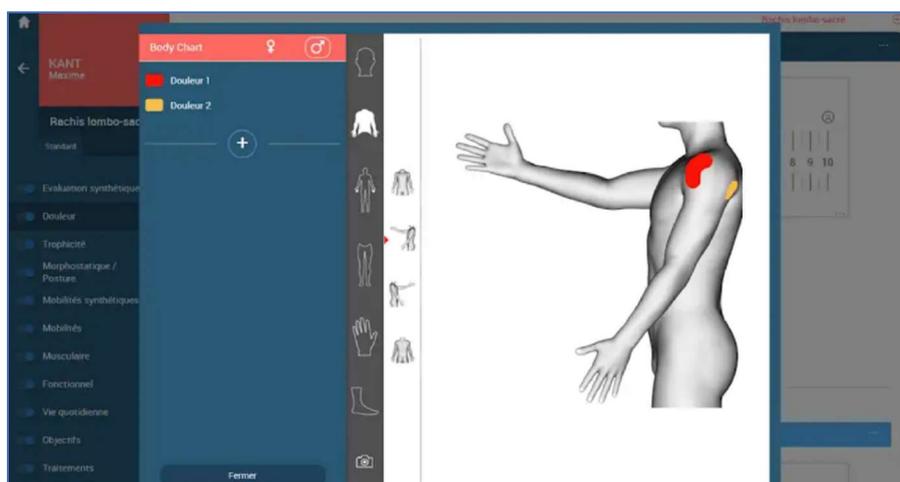
Etant donné que la quasi-totalité des intervenants dans la chirurgie et la rééducation de la main en France connaissent déjà ces références, ou se fient à d'autres documentations par simplicité ou par habitude, cette catégorie reste pauvre.

Cependant, d'autres documentations telle que **Kine Actualité** (gratuite) sont accessibles et s'intègrent dans une démarche de formation continue du soignant.

2.3. Les applications de bilans et de rappels en anatomo-physiopathologie

De plus en plus d'applications se développent pour le thérapeute comme aides pratiques aux mesures. Ou servent de vade-mecum aisément consultable dans la poche du praticien.

BDK App (gratuite) est une application évolutive qui laisse au rééducateur la possibilité de se baser sur des bilans reconnus par la HAS, tout en gardant une marge de manœuvre importante pour personnaliser ses pratiques. Véritable référence sur le marché, elle essaye de s'enrichir régulièrement avec du contenu plus spécifique, comme les méthodes McKenzie et de Busquet.



Son principal défaut réside dans sa non-compatibilité, au moins pour la dernière version, avec un certain nombre de smartphones et tablettes.

Certaines applications, moins denses, ont été pensées pour certains aspects seuls du bilan masso-kinésithérapique. Deux d'entre elles se sont imposées dans cette recherche : **Pain rating scale** (gratuite) et **Pain score** (gratuite) qui, comme leurs noms l'indiquent, se consacrent exclusivement à l'évaluation des douleurs par le patient, grâce à des échelles chiffrées, schématisées.

Goniomètre (gratuite), elle aussi parlante, offre des mesures d'angles très précises que le rééducateur pourra utiliser pour augmenter la précision et la reproductibilité de ses bilans.

Clinical Pattern Recognition (payante) propose une interface claire, en anglais, qui se montre aussi riche que pédagogique. Elle se décline en différentes applications selon les zones du corps humain pour proposer connaissances, diagnostics médicaux et accompagnement thérapeutique.

Elle s'adresse davantage aux médecins qu'au rééducateur, mais c'est là une énième fois au praticien de savoir faire le tri dans l'utilisation de ces banques de données.

2.4. Plannings et agendas

Il n'est plus nécessaire de présenter **Doctolib** (gratuite pour le patient, mais nécessitant un compte professionnel payant), l'une si ce n'est la référence moderne pour les prises de rendez-vous médicaux en ligne. A l'heure actuelle, près de la moitié de la population française l'aurait déjà employé, selon leurs statistiques.

Son application offrait déjà la possibilité au rééducateur de gérer son agenda, en planifiant une base de planning stable personnalisable par le praticien. Avec l'évolution récente du système de santé français, les développeurs de Doctolib cherchent désormais à mettre l'accent sur les relations inter-professionnelles, pour encourager la prise de rendez-vous par le praticien pour l'un de ses confrères ou un autre membre de son réseau, et ainsi guider les suivis post-opératoires.

Un onglet d'échanges de documents, hébergés sur des plate-formes conformes aux nouvelles législations sur la protection des données privées, prend également de l'ampleur.

D'autres applications, moins célèbres, telles que **Mon Rdv Kiné** (gratuite), se multiplient pour proposer des services similaires. Mais elles peinent encore face à ce leader du marché.

2.5. Les "coachs" en rééducation

A l'instar de coachs sportifs, ces applications servent de guide au patient pour renforcer, étirer ou assouplir leur corps. C'est une rubrique particulière, qui d'un côté a parfois tendance à rentrer en concurrence avec nos protocoles et nos principes de rééducation, mais de l'autre reste très accessible aux patients. Elle ne demande aucun prérequis pour être trouvée sur les plate-formes d'applications. Ce sont les premiers résultats obtenus en entrant directement « kiné » et « exercice » dans les moteurs de recherche.

Dans son éducation thérapeutique, le rééducateur peut donc en conseiller ou en déconseiller certaines selon qu'il juge leurs exercices, leurs explications et leurs niveaux adaptés ou non à sa patientèle.

Citons par exemple **Physio Advisor Exercises** (payante) et **Physiotherapy exercises** (gratuite).

Cette catégorie assez fournie propose certaines applications plus ancrées dans la rééducation. Et qui sont supervisées par des rééducateurs/physiothérapeutes certifiés, comme **Health Secrets** (gratuite) et **Elbow Pain and Tendinitis Rehab** (gratuite).

Le rééducateur, après exploration de ces dernières, ou à la demande spontanée de son patient, doit séparer les bons des mauvais conseils pour guider la récupération musculaire et fonctionnelle.

2.6. Les applications créées directement pour la rééducation spécialisée de la main

Nous entrons désormais dans une catégorie pensée pour et par les rééducateurs de la main.

- Certaines développent le concept d'imagerie motrice et de plasticité cérébrale.

Des applications comme **Mirror Box** (payante) et **Mirror Therapy VR** (payante) vulgarisent la Thérapie par miroir et la réorganisation cérébrale qui en découle.

Noigroup, leader incontestable en la matière, a développé l'application **Recognise Hand** (payante) pour travailler la reconnaissance de la latéralité. Agréable et ergonomique, elle permet également d'enregistrer les temps effectués et la marge d'erreur afin d'établir des statistiques permettant au patient de rester impliqué. Elle a actuellement de modestes concurrentes comme **Orientate** (gratuite).

Ces applications ont pour principal défaut d'être presque toutes payantes, et à des prix assez élevés. Cela constitue un frein non négligeable, qui peut empêcher un certain nombre de patients de s'investir dans ce genre d'auto-rééducation. Il est préférable que le thérapeute ait au préalable téléchargé le logiciel dans son cabinet et effectué plusieurs démonstrations auprès de son patient pendant ses séances pour passer outre cette réticence.

- D'autres se consacrent à la guidance de mouvements en glissé tactile :

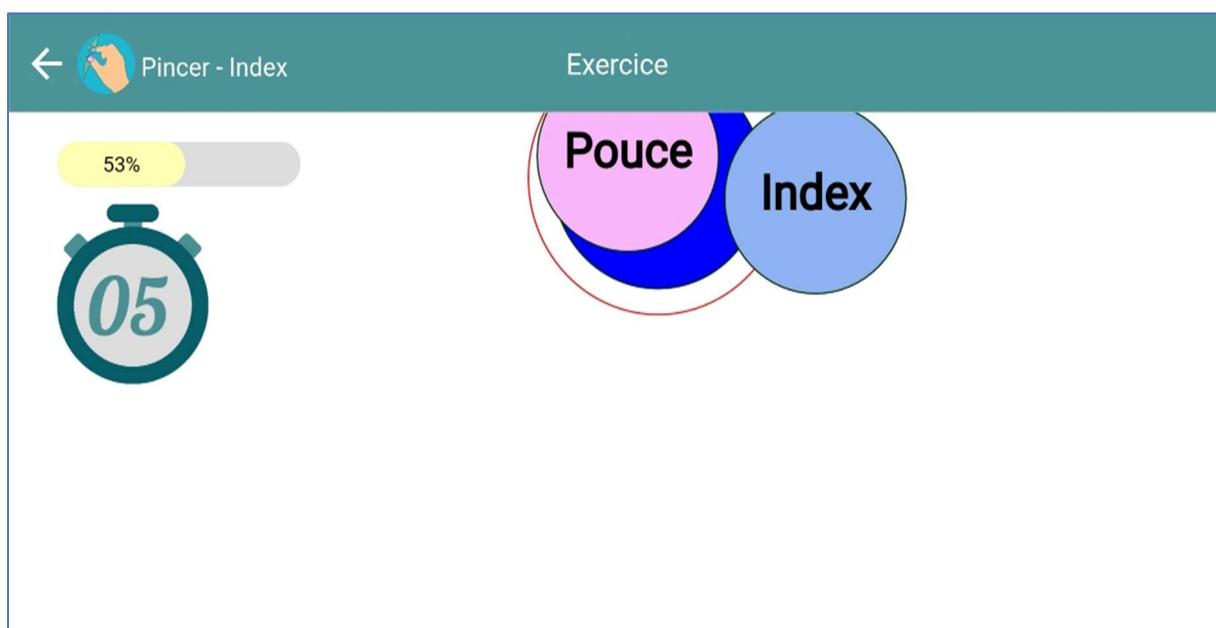
Rehand (gratuite), hispanique mais paramétrable en anglais, liste plusieurs exercices de rééducation. Assez récente, elle propose un travail axé sur les mouvements isolés du pouce et de l'index.

Son point fort réside dans son paramétrage initial. A la création du compte, puis au début de chaque exercice, le patient est amené à placer chacun de ses doigts puis à estimer, par série de 3 mouvements, son amplitude initiale de mouvement avant séance.

L'application développe un exercice de glissé personnalisé par suivi d'un cercle de couleur, qui progressivement amène le patient à dépasser son amplitude initiale. Les mouvements sont à répéter un certain nombre de fois par jour (environ 4), pour avoir assez de données à synthétiser sous forme de graphiques d'évolution.

L'application offre ainsi, gratuitement, une logique simple de gain d'amplitude des deux doigts principaux (pouce et index) par mouvements de glissé. Elle s'appuie sur un feedback visuel, coloré, et sur des courbes d'apprentissage pour conserver sa clientèle sur un assez long terme, malgré un contenu encore pauvre en exercices.

Son paramétrage poussé et le besoin de placer simultanément tous les doigts sur l'écran rendent son utilisation peu pratique sur smartphones, préférentielle sur tablettes, pour le confort de plus grands écrans.





Dexteria Fine Motor / Rehab Aid (payante) propose un panel mixte d'exercices de glissé et de pincé. Elle s'intéresse aussi principalement au pouce et à l'index, à travers trois grandes rubriques.

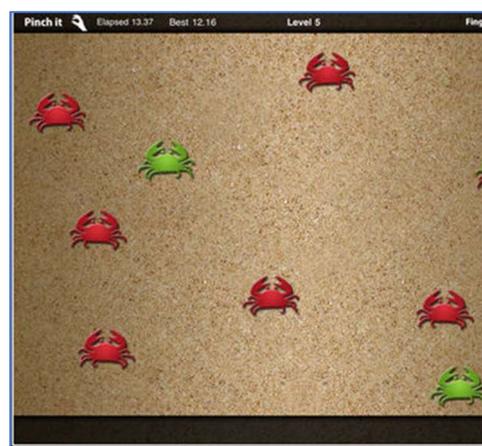
La première, essentiellement consacrée à l'index mais non exclusive, retrace différents schémas de glissement qui encouragent le patient à varier ses durées de contact entre la pulpe et l'écran, et à multiplier les mouvements dans toutes les directions, droites ou arrondies, pour faire perdre la sensation de répétition au profit de la volonté de performance.

La deuxième entretient les possibilités d'écartement entre les différents rayons par un suivi de placement de plusieurs doigts.

La troisième, la plus ludique, stimule la réactivité et l'importance de la pince pouce/index en proposant au patient de venir «pincer» des crabes mobiles de différentes couleurs dans un temps donné.

Là encore, le travail sur tablette est à préférer pour un confort d'usage. Un feedback avec des temps de performance tente de garder le patient motivé sur la durée de traitement.

Son principal défaut consiste en son coût, assez élevé sur les plate-formes de téléchargement (*environ 10 dollars au 12/03/19*). Mais qui est diminué par moitié sur le site du fabricant.



Nous évoquerons pour finir le projet **Reeduk Partner** (payant) :

Comme résumé sur le site internet de la société, il s'agit d'un système de rééducation sous forme de coaching par utilisation de tablettes, avec ou sans smartphone.

Le projet a été porté sur plusieurs sites articulaires, dont le genou. Notre intérêt se portant sur la rééducation guidée et sur l'auto-rééducation de la main et du poignet, nous nous limiterons ici aux données appliquées à cette zone.

Il nécessite la présence d'une tablette support chez le rééducateur, qui servira à ce dernier pour construire un programme de rééducation personnalisé.

Le praticien configure le programme au nom du patient, et choisit trois mots-clefs pour le verrouiller. Ces derniers permettront de limiter le programme dans la durée, pour l'effacer ou le faire évoluer. Il définit une succession d'exercices avec pour chacun une durée et une répétition. Pour cela il se base sur des clips explicatifs et accompagnants, mais peut aussi choisir d'intégrer ses propres montages vidéos.

Sur tablette ou sur smartphone, le patient télécharge de son côté l'application et entre ses mots-clefs pour réaliser quotidiennement ses exercices. Puis évalue ses difficultés et les gênes/douleurs engendrées. Les données sont enregistrées par le programme, qui présente un feedback de l'évolution et des performances au patient.

La base a l'avantage d'être ergonomique et intuitive. Le projet peut amener d'autres retours au thérapeute, qui aura ainsi un meilleur regard sur l'auto-rééducation réalisée par son patient.

Récemment, ce programme semble bien parti pour satisfaire les demandes modernes de coûts et de démarche d'éducation thérapeutique. Il faut cependant bien le cadrer et le surveiller par le soignant, pour en faire une base solide et supervisée en auto-rééducation, et non le transformer en un prétexte de délaissement du blessé avec mise à l'écart des soins actuels et reconnus.

Son coût reste élevé, et l'utilisation optimale de la tablette demande au praticien d'adapter sa manière de travailler, pendant ou en dehors de ses séances classiques.

2.7. Autres applications ludiques ou instructives

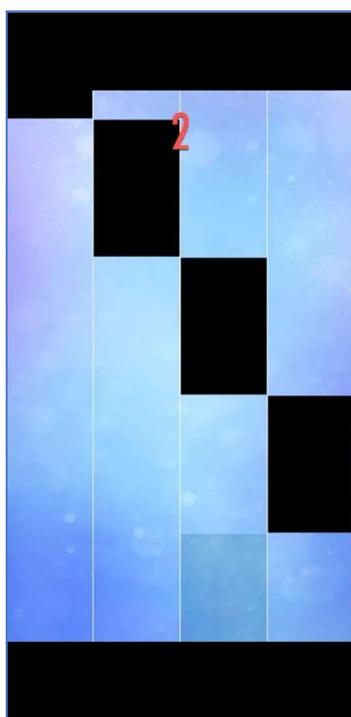
Parmi le millier d'autres applications téléchargeables sur écrans tactiles, et qui n'ont pas été mises en évidence lors du tri effectué dans notre recherche, un grand nombre de jeux simples peuvent être détournés et conseillés par le rééducateur afin de stimuler un doigt exclu ou retravailler une précision de mouvement.

La plupart sont par ailleurs gratuites, ce qui comme nous l'avons évoqué préalablement facilite l'intégration du patient.

Nous citerons notamment **Rock and troll to roll the ball**, **Doigts habile** et **Cut it : Brain puzzles**, qui encouragent un glissé du doigt plus ou moins précis sur l'écran pour passer les niveaux. Répétitifs, ils se révèlent lassants pour le patient, mais complètent de manière ludique le travail recherché.

Le premier a d'ailleurs l'avantage de proposer une gestuelle avec un glissé double (deux doigts simultanément) dans différentes directions avec un écran qui interagit en fonction : exemple d'un ballon de basket à guider à deux doigts, pour le faire glisser en contournant un basketeur mobile jusqu'au panier.

Piano Tiles, ainsi que ses dérivés, reprend le fameux concept des jeux "Guitar Hero" où le joueur appuie sur des touches virtuelles et les maintient actionnées pour accompagner une bande sonore défilante. Il pousse le joueur à développer son sens du rythme et sa dextérité, assurant intégration et coordination de ses quatre doigts longs. Le principal reproche que l'on peut lui faire réside dans les publicités vidéos intempestives qui laissent peu de place à un amateur pour découvrir le jeu en pleine immersion.



Les applications de massage par vibrations, rarement pensées et appuyées par des études scientifiques, sont de plus en plus nombreuses. A notre époque où la rééducation de la main et du poignet s'appuie davantage sur cette sismothérapie, elles présentent un autre panel de relâchement musculaire, et une antalgie par application du Gate Control System.

Leur plus grand défaut réside dans leur paramétrage. Même si **Massage master** (gratuite) et **Vibration extrême massage power** (gratuite) mettent l'accent sur ce dernier, il est difficile pour le praticien d'affirmer qu'elles satisfont les exigences thérapeutiques reconnues alliant une fréquence entre 70 et 120 Hz à une amplitude de 0,2 à 0,4 mm.

Enfin, il ne faut pas oublier dérivants de sites et plate-formes vidéos, comme **Youtube** (gratuite), dont les immenses bases de données apportent aussi un bon nombre de contenus adaptables ou recommandables par le thérapeute.

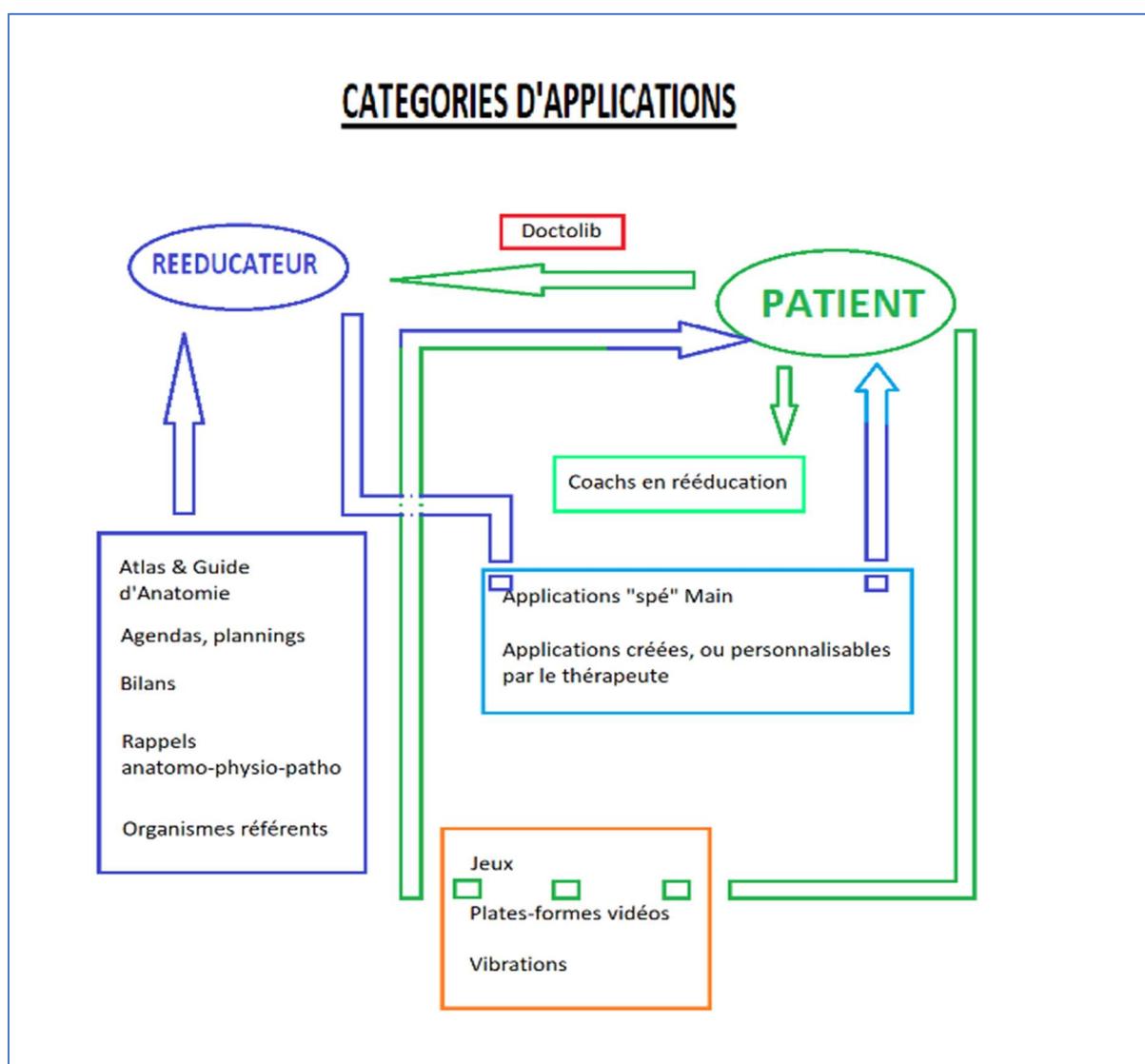
2.8. Personnalisation

La dernière catégorie ne s'adresse qu'au soignant. Avec la multiplication des applications de smartphone et leur utilisation quotidienne, nous pouvons évoquer aussi les outils de création d'application.

Ils demandent d'avoir à faire à des rééducateurs extrêmement motivés, pour développer des exercices personnalisés.

Create you own App (gratuite), **Apper : faire une application** (gratuite qui devient payante pour être intéressante), ou encore **App Builder** (gratuite) sont des outils utiles, mais difficilement accessibles à tout néophyte en la matière. Le codage informatique, la maîtrise des appellations et abréviations technologiques ont de quoi rebuter le thérapeute.

Après plusieurs essais infructueux, nous recommandons plutôt d'utiliser des outils accessibles directement sur internet, comme les Progressive Web Applications, que nous développerons dans la partie suivante.



3. Projet d'application

Après avoir fait le tour des applications existantes, analysé les exercices proposés et évoqué les limites de ces dernières, nous nous sommes demandés à quoi ressemblerait notre application idéale.

3.1. Support

Le téléchargement sur smartphone nous paraît le plus simple sur le plan de l'accessibilité, tant que l'application reste disponible sur les plate-formes les plus connues.

Cependant, les tablettes ont l'avantage de proposer des écrans bien plus grands, qui facilitent les possibilités d'exercices basés sur le versant tactile.

Cela crée un premier dilemme quant au choix du support. Sachant qu'en 2019, d'après l'institut Statista [21], près de 80 % de la population française dispose d'un smartphone avec écran tactile, contre moins de 50 % de tablettes, il nous semble préférable de sacrifier certains exercices trop complexes au profit de l'accessibilité première.

Il faut par ailleurs songer au fait que plus l'application propose des programmes élaborés, plus elle est gourmande en batterie et en entretien.

Pour ce projet, nous choisirons donc le smartphone, valeur sûre des jeunes générations. Et nous le compléterons éventuellement grâce à d'autres supports qui lui seront liés, pour plus d'approfondissement.

3.2. Appellation

Un titre clair, concis, permet de sortir du lot. Il y a actuellement trop d'applications brouillonnes, qui n'apparaissent pas toujours dans des rubriques destinées à la santé. Il faut la rendre directement identifiable pour tout client potentiel.

Reeduca Main, par exemple, nous semble simple et concret.

Le titre est complété par un bref résumé, mettant en avant le but premier de l'application et ses moyens.

« Les blessures de la main représentent X% des accidents du quotidien. Brutales et soudaines, elles engendrent une grande incapacité tant sur le plan professionnel qu'au domicile du patient. Elles demandent d'avoir recours à un réseau de professionnels certifiés pour récupérer finesse et dextérité.

Reeduca Main vous propose une série de conseils et d'exercices permettant d'entamer ou de poursuivre une rééducation adaptée, pour une récupération optimale de votre main. Grâce à elle, trouvez un thérapeute près de chez vous, et commencez sans attendre votre programme de rééducation ! »

3.3. Première approche

Passé le premier temps de prise en charge auprès de leur médecin traitant ou de leur chirurgien, les patients se retrouvent parfois démunis quant au début de leur rééducation.

Doivent-ils réellement commencer sans attendre ? Et si oui, où ? Peuvent-ils en faire également chez eux sans danger ?

Afin de faciliter l'accès à des rééducateurs certifiés, et afin de réduire la gestion de cet aspect par les secrétariats médicaux, l'application peut servir de référent en la matière.

- Par lien internet simple, elle peut ré-orienter son utilisateur vers le site de la Société Française de Rééducation de la Main, et plus précisément sur la page SOS Kiné qui propose un annuaire précis et efficace.

- Avec plus d'ambition et de moyens, il est aussi possible de lui intégrer une fonction GPS pour qu'en quelques clics, le patient puisse rechercher les kinésithérapeutes, ergothérapeutes et orthésistes proches de chez lui.

3.4. Respect du mouvement et de la non-douleur

Dans tous les cas, une page rappelant l'importance de commencer à bouger dès les premiers jours, au moins les zones adjacentes à la lésion, pourrait rassurer le blessé et éviter tout retard de traitement.

Un second encart insistant sur la règle de la non-douleur réduirait peut-être les risques de complications comme l'algoneurodystrophie.

Par manque d'informations, par oubli ou par gêne face à leurs médecins, trop de patients n'intègrent pas encore ces deux notions capitales. Et beaucoup se réfèrent, à tort, aux propos de proches qui les poussent à forcer et à serrer sans respect des phénomènes inflammatoires. Un rappel de ce genre sur l'application est simple, et se démarque d'un dossier papier parfois volumineux et complexe à assimiler.

3.5. Informations sur la pathologie

Internet représente une banque considérable de données informatives et explicatives. A condition de savoir où chercher.

Tout comme pour la rubrique 3 sus-évoquée, l'application peut servir de guide vers ce genre de données.

- Soit en proposant, sur une seule et même page, un résumé des différentes pathologies principales propres à la main et au poignet : fractures de l'extrémité inférieure du poignet, fractures du scaphoïde, rhizarthrose, tenosynovite de De Quervain, doigts à ressaut, etc... et en proposant pour chacune d'entre elles **un lien vers un ou plusieurs sites internet** expliquant ces dernières.

- Soit en développant tout un recueil de **fiches présentes sur l'application même**, dans le même objectif.

3.6. Exercices et écran tactile : amplitudes

La main reste un outil fonctionnel, concret. A moins de surcharger l'application d'un nombre considérable de vidéos, elle ne pourra pas prétendre offrir une rééducation complète de toute la main dans les trois plans de l'espace.

Et même, ce faisant, elle ne pourrait que plagier avec une interaction plus ou moins limitée le rôle du rééducateur.

Mais elle peut encourager quelques mouvements simples basés sur le touché de l'écran tactile. En effectuant les exercices suivants, le patient sollicite plusieurs musculatures souvent méconnues. Il développe et entretient son ressenti avec la pulpe de ses doigts.

Pour chaque exercice, un guide visuel par photographies successives ou par vidéos encourage la bonne réalisation des gestes *(Annexe 11)*

3.6.1. Différenciation main intrinsèque / main extrinsèque

Les patients conçoivent rarement le nombre de muscles propres à la main et leurs synergies. La complémentarité de la main « intrinsèque » avec la main « extrinsèque ». Or, il est impossible de récupérer une extension complète des doigts sans l'emploi des deux.

Par mouvements de glissés, l'application encourage un premier exercice de différenciation des deux mouvements.

La main est initialement en position de repos en pronation complète, les doigts longs avec un contact pulpe de P3 sur l'extrémité distale de l'écran. Sans décoller le poignet, le patient apprend alors à glisser dans le sens proximal pour obtenir la position intrinsèque + ou extrinsèque - .

3.6.2. Travail d'extension axiale active des doigts longs

Le deuxième exercice stimule aussi la main intrinsèque, en demandant cette fois au patient un agrandissement des doigts longs dans l'axe pour encourager la bonne coulisse de la glissière des interosseux.

La position de départ est la même, mais avec un placement sur le bord proximal de l'écran. La consigne cette fois revient à venir allonger les doigts longs vers le bord distal, comme pour plaquer les pulpes contre l'écran.

Selon la largeur de ce dernier, une abduction des différents rayons peut être ajoutée.

3.6.3. Travail d'extension axiale active du pouce

Une fois bien assimilé, un travail similaire est possible au niveau du pouce. En laissant ce dernier partir d'une position de départ en contact avec l'écran par le bord radial, le patient étend son pouce vers l'extrémité distale du smartphone.

L'apprentissage de ce ressenti lui permet de faire un premier pas vers la prévention de la rizarthrose avec décoaptation de la trapezo-métacarpienne, par un travail du premier interosseux et de l'opposant.

Dans un autre exercice, le patient reproduit ce mouvement d'agrandissement en ayant changé de position de départ. Il tient désormais son smartphone à la verticale avec son autre main et agrandit son pouce dans une position plus fonctionnelle.

3.6.4. Travail de l'abduction du pouce

La main commence en position de départ habituelle, à côté du smartphone, seul le pouce en contact avec l'écran par la partie antérieure de sa métacarpo-phalangienne.

Par un mouvement d'abduction de la première colonne, le patient travaille l'ouverture de son pouce.

Il peut ajouter un travail d'extension active à ce mouvement, une fois l'exercice bien maîtrisé.

3.6.5. Travail de l'abduction/adduction d'un doigt long

Le patient pose sa main à plat, le doigt à travailler dans le sens longitudinal de l'écran, au milieu de ce dernier.

Après avoir allongé ce dernier, il effectue des mouvements d'adduction et d'abduction, puis change de doigt.

3.6.6. Travail des synergies index-auriculaire et majeur-annulaire

La main du patient est posée initialement de manière à ce que les pulpes des quatre doigts longs reposent sur l'écran. Puis le patient passe de la position « index + auriculaire en contact / majeur + annulaire fléchis » à « index + auriculaire fléchis / majeur + annulaire en contact » avant d'alterner ces dernières.

Il n'est pas nécessaire de doter l'application d'un graphisme à couper le souffle pour assurer la bonne réalisation de ces exercices. Un écran avec fond uni et la visualisation des mouvements par tracés de couleurs suffit.

Eventuellement, des flèches directionnelles identiques sur les surfaces explicatives et sur l'écran de l'application complètent la guidance.

3.7. Exercices et écran tactile : lutte contre l'exclusion

Par le touché, le patient réalise un travail d'intégration de son membre et améliore la représentation de ce dernier. Il apparaît donc logique de proposer également quelques exercices luttant contre l'exclusion d'un doigt, de manière préventive ou curative.

3.7.1. Suivi de contours avec la pulpe de P3

L'exercice est praticable par n'importe quel doigt, et très simple à visualiser. L'application propose une page avec un motif plus ou moins complexe présentant une zone de départ et une zone d'arrivée. Le patient effectue un glissé continu ou ponctuel d'une zone à l'autre.

Il peut au préalable l'avoir déjà réalisé avec la main saine, ou se chronométrer.

3.7.2. Appuis prolongés

Des points apparaissent l'un après l'autre sur une portion de l'écran. Le patient garde un contact avec eux d'une durée égale à son seuil de tolérance.

Pour augmenter la difficulté, l'application pourrait également diminuer le seuil de sensibilité de l'écran.

3.7.3. Pianotement

Basé sur le concept des jeux de rythme, cet exercice demande des ressources plus soutenues. Les doigts longs sont placés les uns à côté des autres, les pulpes des phalanges distales sur l'un des bords latéraux du smartphone.

Des bandes de couleur défilent plus ou moins lentement, avec des points que le patient doit toucher en suivant un certain rythme.

L'exercice ludique, rappellera à certains la nostalgie de certains jeux musicaux.

3.8. Tutoriels de gestes et exercices fonctionnels

En ajoutant toujours plus de ressources et de mémoire à l'application, il paraît possible d'encourager quelques mouvements non liés au versant tactile. Il faut là des vidéos ou des liens vidéos pour compléter les explications.

Pour chacun de ces mouvements, le patient commence en position de départ coude posé sur un plan de table, avec une flexion avoisinant les 90° pour se retrouver avant-bras proche de la verticale.

3.8.1. Travail de l'enroulé-déroulé des doigts

Le patient réapprend à enrouler physiologiquement ses doigts longs. Il commence son mouvement par le cinquième rayon. Puis rouvre l'ensemble de sa main en commençant par le deuxième rayon.

Afin de libérer le travail des fléchisseurs profonds, il lui est demandé de réaliser son enroulé en 'lançant' le mouvement par la flexion de ses interphalangiennes distales.

3.8.2. Intégration de l'effet ténodèse

L'application encourage le patient à effectuer des mouvements actifs de flexion du poignet-extension des doigts et d'extension du poignet-flexion des doigts.

3.8.3. Travail des courses du pouce

Afin de retrouver un bon fonctionnement de son pouce, le patient visualise et effectue les petite et grande course Duparc selon ses mobilités articulaires.

3.8.4. Travail du long fléchisseur du pouce

Le patient commence avec sa pulpe de P2 du pouce en contact avec la pulpe de P3 du doigt long accessible selon son niveau de mobilité. Lentement, il fléchit son interphalangienne du pouce le long du doigt choisi tout en gardant le contact.

3.8.5. Travail de l'opposition avec ouverture de la première commissure

Le patient amène la pulpe de P2 de son pouce en contact avec la pulpe de P3 de son index, puis ouvre au maximum sa première commissure. Il enchaîne ce travail fractionné avec chacun des doigts longs sans oublier d'ouvrir à chaque fois sa première commissure.

Toutes les rubriques avancées proposent ainsi une compréhension et une rééducation des différentes sphères de la main, tant sur l'aspect tactile que sur une intégration des gestuelles naturelles. Mais il faut garder en tête que plus l'application contient de données, plus elle devient lourde à télécharger et à utiliser. Il convient donc pour la rendre plus pratique :

- de **minimiser le nombre de photographies et de vidéographies** inscrites dans cette dernière, en encourageant à la place l'utilisation de liens redirigeant vers d'autres sources du net (*pages de sites webs, blogs ou hébergeurs de vidéos*)
- de **simplifier les tracés tactiles et les fonds d'écran**. Si elles sont certes moins attractives, des couleurs simples et unies peuvent suffire à la quasi-totalité des feedbacks visuels évoqués

Afin d'estimer la possibilité et le coût d'un tel projet, nous avons présenté ce dernier à une entreprise régionale spécialisée dans la création ou l'adaptation d'applications pour smartphones et tablettes...

4. Rencontre de la société Kreative

La société Kreative fait partie de ces entreprises dédiées au secteur de la programmation informatique. Domiciliée à Lyon 3^e, elle a su se développer et s'agrandir au cours des quinze dernières années.

Dans le cadre de ce mémoire, j'ai rencontré l'un de ses conseillers digitaux, Mr Julien ANCEL, qui a accepté d'échanger avec moi sur un projet de création d'applications.

J'ai été peu étonné d'apprendre qu'à ce jour, leur société n'avait pas reçu de demande ni de proposition de projet dans le milieu de la rééducation. C'est encore un domaine de compétences éloigné, assez distinct de nos pratiques quotidiennes.

Il est resté ouvert au sujet, et a su m'aiguillonner pour m'aider à mieux définir un hypothétique futur projet.

Nous avons tout d'abord passé en revue les trois fonctions mises en évidence dans le chapitre précédent. Afin de mieux définir pour chacune leur possibilité de réalisation :

4.1. L'annuaire local, avec / sans notion de Géolocalisation par Satellite

Avant même d'estimer le coût d'une telle fonctionnalité, il convient d'en établir la pertinence. Un grand nombre de patients sortant d'une opération ou d'une consultation spécialisée auprès d'un chirurgien de la main ignore encore où se rendre pour commencer leur rééducation.

Mais une fois la réponse trouvée, toute notion d'annuaire devient inutile. Excepté dans les cas, plus rares, où le patient choisit de changer de thérapeute par non-compatibilité, par lassitude, ou par manque de confiance en ce dernier.

Par conséquent, il apparaît peu probable que cette patientèle aille jusqu'à télécharger un programme afin de se renseigner. Il s'agit d'un besoin unique, à un seul moment donné. Par habitude, ou par réflexe, le patient se contentera d'utiliser son moteur de recherche (*exemple google*) ou son annuaire (*ex pages jaunes*) habituel.

L'annuaire actuel du GEMMSOR, disponible sur le site de la SFRM dans l'onglet SOS Kiné, offre déjà une bonne base de recensement de thérapeutes compétents. Mais comme il ne recense que les membres de la société, certains praticiens formés et non-inscrits, ou non à jour de leur situation, n'y figurent évidemment pas.

Il pourrait être intéressant, à l'avenir, de fonder des groupes, des réseaux locaux à l'échelle de villes ou de régions de santé dans laquelle l'ensemble des praticiens de la main se connaissent et se reconnaissent pour offrir des prises en charge complémentaires selon leur localisation et leurs moyens matériels comme humains.

Qu'il s'agisse de l'annuaire officiel de la SFRM ou de réseaux à plus petites échelles, c'est aux rééducateurs et aux orthésistes d'aller rencontrer l'ensemble des chirurgiens et leurs secrétariats pour leur proposer une liste et la laisser accessible à tout patient, sous format papier ou électronique, à l'issue des consultations.

La démarche, collective, aura plus d'utilité et d'accessibilité qu'une application téléchargeable. Elle encouragera la réalisation d'autres projets, d'autres réflexions communes à ces groupes de thérapeutes.

4.2. Guide informatif et explicatif

La deuxième fonction rassemble une somme de données sous formats textuels et vidéos. Elle correspond davantage à un contenu digne d'une application pour téléphone. Mais aussi aux articles présents sur des blogs ou d'autres pages internet.

L'interactivité entre le patient et cette fonction est nulle ou presque. Et demande un long travail rédactionnel responsable d'une multitude de codages pour apparaître correctement sur une application classique. L'une des solutions pour alléger cette tâche serait la création d'une application de type PWA, ou Progressive Web Application.

Il s'agit d'une fonctionnalité récente développée notamment par Google en accord avec les progrès numériques et l'HTML 5. Elle se distingue des applications jusqu'à alors évoquées et que nous nommerons désormais applications « natives » pour éviter toute confusion. Sortes de logiciels pré-conçus, les PWA sont assez faciles à créer, car encadrées par le programme initial. Elles présentent un temps de téléchargement considérablement réduit et une utilisation sans connexion Internet

Elles sont responsives, ce qui signifie qu'elles restent compatibles avec n'importe quel système d'exploitation et n'importe quel support classique, ne prennent pas de place dans la mémoire d'un mobile et bénéficient de la sécurité du protocole HTTPS.

Leur défauts principaux résident dans la limitation de leurs capacités interactives et dans la quantité de données dont elles disposent.

Contrairement aux applications natives, elles se téléchargent directement sur internet, et non sur des plate-formes comme l'Apple Store ou le Play Store.

Elles offrent une grande capacité d'évolution, ne nécessitent que peu de compétences et engendrent des coûts modiques, à moins de 200€ d'entretien annuel.

Le travail rédactionnel avec l'une de ces applications reste conséquent, mais simple d'accès et modifiable librement au fil du temps selon les besoins et le public visé.

Une première PWA pourrait donc facilement servir de guide patient, alternant fiches informatives et conseils vidéos généraux d'entretien et de gain en mobilité et en coordination des doigts.

4.3. Les exercices de glissé et l'interactivité

Après cette fonction documentaire, il reste comme troisième élément les exercices à réaliser directement sur l'écran du smartphone.

Les plus simples, comme l'apprentissage des glissés, peuvent être montrés et surveillés pendant la séance avec le thérapeute. Mais par leur nature répétitive, nous pouvons nous attendre à voir une lassitude s'installer rapidement en dehors des séances de soin.

Il paraît nécessaire pour garder le patient motivé et acteur de sa rééducation de leur ajouter des mesures d'enregistrement de performances. Après une ou deux journées de découverte, le patient serait tenté sinon d'arrêter toute tâche sans feedback.

Des chiffrages et des mesures qui enregistrent les performances peuvent corriger ce problème. Il est donc important de constituer des moyennes pour chaque exercice, et de s'intéresser à un calcul de la précision et de la rapidité d'exécution pour chacun.

Des programmes personnalisables réunissant plusieurs des exercices évoqués permettent un enchaînement des mouvements sans temps mort. Et donc maintiennent le patient concentré pendant ses auto-séances.

D'une séance à l'autre auprès de son thérapeute, le patient peut lui présenter ses « devoirs » et vérifier sa bonne compréhension des consignes.

Une PWA n'offre pas toute cette panoplie d'exercices et de mesure. Seule une application native le permet. Et nous avons déjà évoqué la difficulté pour un thérapeute néophyte de se lancer dans une telle programmation. Il nous semblera donc nécessaire, pour aller au bout d'un tel projet, de recourir aux services d'une société de création d'applications natives. Mais avec cette fois un concept plus ciblé, précis et restreint.

Pour résumer, réaliser un projet en suivant cette catégorisation en trois rubriques permettrait :

- de renforcer **échanges et communications** entre rééducateurs au sein de réseaux locaux
- d'affirmer la **visibilité** de ces derniers auprès des chirurgiens

- de réduire la quantité d'informations programmables aux seules **spécificités des applications natives**
- de compléter l'application native par une application **PWA catalogue**, sorte de test initial et pouvant servir de tremplin vers de futurs protocoles et de nouvelles rééducations

4.4. Difficultés de coût

Porter un projet d'application complexe engendre un coût évident qui reste freinateur et démotivant. A notre époque, des solutions existent pour l'atténuer, comme le fonctionnement d'Ulule.

Il s'agit du premier site de financement participatif européen, tant sur le taux de succès des projets que sur le nombre d'utilisateurs.

En présentant en amont son projet, ses objectifs, et en proposant un système de récompense par goodies de ses partenaires, le porteur du projet peut ainsi financer la totalité de son coût estimé, voire le dépasser pour engendrer une marge propre à ses mises à jour et ses premières évolutions.

En recherchant sur internet, quitte à sortir du sentier de rééducation spécialisée de la main et du poignet, nous pouvons trouver quelques projets concernant la santé. C'est notamment le cas de **Weasyo**, porté par Thomas Dupas, future application d'auto-rééducation au domicile du patient entre ses séances au cabinet.

CONCLUSION

L'Homme s'est développé au fil des siècles en s'adaptant aux exigences de son environnement. La biomécanique de ses mains était déjà riche et complexe. Il a créé l'Outil et l'a inscrit dans leur prolongement.

En façonnant différents ustensiles, il satisfait toujours plus d'objectifs. Avec ceux-ci, il appréhende le monde, le comprend puis le transforme.

La technologie progresse en alliant performance et miniaturisation. Notre époque, âge d'or de la mondialisation, a vu l'émergence de nouvelles interfaces comme le téléphone portable. En lui ajoutant un écran tactile, l'appareil est devenu indispensable, indissociable de notre quotidien.

Le phénomène, par sa soudaineté et sa croissance exponentielle, nous pousse à développer de nouvelles gestuelles. Il nous amène à modifier l'utilisation de nos mains, par des mouvements brefs et répétés à longueur de journée.

La génération Z, qui correspond aux enfants du millénaire, a parfaitement intégré cet usage du smartphone tactile. Dans son vécu personnel comme professionnel, elle l'emploie avec aisance et désinvolture, sans avoir encore le recul nécessaire pour comprendre ce que de telles habitudes de vie peuvent engendrer sur sa santé.

Dans différentes régions du monde, et à différentes échelles, les scientifiques et experts de la santé commencent à s'interroger sur l'impact des écrans tactiles. Afin de prévenir, voir guérir la venue et la croissance de futures pathologies. Le smartphone tactile marque-t-il l'apogée de l'Outil ? N'est-il qu'un fléau du monde moderne ?

En attendant d'avoir assez de recul et de résultats pour trancher sur cette question, nous ne pouvons pas laisser l'appareil de côté. Tout simplement parce qu'il s'est déjà invité dans nos corps de métiers. Est reconnu par nos sciences et sociétés.

La preuve en est le thème de la **18^{ème} Assise de la Kinésithérapie** : *“La kinésithérapie à l'ère de la santé connectée et de l'homme augmentée”*[22]. Devant l'importance grandissante des outils connectés, les professionnels de la santé se sont réunis pour tenter de répondre aux questions sur leur accessibilité, leur fiabilité, la sécurité des données notamment. Nous constatons que la présence des outils connectés et leur intérêt dans notre pratique médicale comme paramédicale n'est plus à prouver. Nous sommes à un stade de réflexion organisationnelle, de gestion pour une prise en charge adaptée et sécurisée, sans évincer le praticien.

A devenir bientôt indispensable, à nous permettre de pratiquer avec diligence et passion notre pratique, pour l'enrichir des perpétuelles découvertes scientifiques du monde de la santé.

L'étude de cette jeune génération permet de nous orienter vers un geste d'utilisation à 2 mains et 2 pouces. La génération la plus ancienne nous indique la durée d'utilisation à privilégier. Ce n'est qu'une tendance puisque des gênes fonctionnelles sont retrouvées dans toutes les générations et pour tous les modes d'utilisation. Nous ne pouvons pas pour l'instant parler d'un mode d'utilisation “standard et universel” qui serait enseigné et qui assurerait à chacun l'absence de douleur.

L'évolution constante des smartphones dont l'augmentation de taille, l'ergonomie et les variétés de tâches obligent également à repenser constamment le geste et son adaptation.

S'il n'est pas encore avéré comme facteur de risque de TMS, il est à considérer sérieusement, par sa fréquence d'utilisation dans l'apparition des troubles du membre supérieur. Est-ce que sur le long terme il pourrait faire apparaître certains TMS prématurément, ou en créer de nouveaux ?

La gestuelle d'utilisation du smartphone remise dans un contexte quotidien n'est pas strictement identique tout au long de la journée chez une même personne. Cette gestuelle va dépendre de l'environnement dans lequel se trouve la personne (*bus, bureau, canapé*), de l'activité simultanée qu'elle effectue, et de l'attention que la personne accorde à sa tâche sur le smartphone. Il est alors difficile d'établir un bilan ou une prévention sans y aborder l'intérêt d'une posture globale qui serait la plus adéquate à cette gestuelle et l'environnement du moment.

Nous devrions informer l'utilisateur sur des pratiques à proscrire ou à éviter, comme une position en cyphose de la colonne, un enroulement des épaules, ou une flexion trop importante des cervicales. Dans l'idéal, il faudrait pouvoir poser les coudes sur une table à bonne hauteur et porter les mains au niveau des yeux pour éviter la position en fermeture du tronc.

L'étude du geste nous montre l'intérêt que patient et rééducateur peuvent en tirer. En effet, nous avons un outil omniprésent qui, par son utilisation "orientée" et raisonnée, peut devenir une aide dans la rééducation de la main.

Il est surprenant de voir à quel point aujourd'hui, aussi bien en physiothérapie qu'en ergothérapie, il n'existe pratiquement pas de bilans normés et validés scientifiquement capables d'évaluer l'usage fonctionnel d'un smartphone tactile au quotidien du patient.

Certaines ébauches apparaissent, comme notamment le **CMPHDQ** (*Cornell mobile phone hand discomfort questionnaire*) développé par les Dr Afifehzade-Kashani et Dr Jalalati. Ils ont transposé le **CHDQ** (*Cornell hand discomfort questionnaire*) déjà existant, travail du Dr Alan Hedge et ses étudiants en ergonomie sur des douleurs plus générales de la main [23].

Toutefois, ce questionnaire a une valeur de dépistage et non de diagnostic. Il n'a pour l'heure qu'une validité apparente. Il se limite à l'aspect douloureux.

D'autres fonctions classiques, comme :

- sortir l'appareil d'une poche
- l'allumer
- consulter sa messagerie
- écrire un sms
- passer un appel

nécessiteraient plus d'attention dans ces évaluations. C'est peut-être là toute une dynamique à investir pour rendre physiologique l'usage des écrans tactiles. Cela nous permettrait de mettre en avant la problématique soulignée dans ce mémoire.

Alors aujourd'hui, sans avoir encore toutes les données, sans savoir parfaitement ce que cet outil peut provoquer de pire pour la santé de nos mains, que pouvons-nous d'ores et déjà faire avec ?

- Sur le **plan personnel**, nous pouvons nous échauffer, apprendre son « bon » emploi. Eviter la surcharge et la répétition de certains gestes plus agressifs que d'autres. Développer des stratégies d'usage bimanuel pour répartir les contraintes. Marquer de meilleurs temps de pause, s'inculquer et automatiser des étirements préventifs et antalgiques.

- Sur le **plan professionnel**, nous pouvons l'utiliser comme une banque de données inépuisable. Comme une interface d'échange, comme un outil didacticiel permettant d'améliorer nos pratiques. Il facilite la création de réseaux, met en commun nos objectifs et nos pratiques.

Mais aussi nous en servir pour proposer d'anciens exercices adaptables et personnalisables, pour en créer de nouveaux dans la rééducation des sphères ortho-traumatiques, sensibles et neurologiques.

Pour faire le lien avec les données récentes des neurosciences et de l'imagerie motrice.

Pour offrir à nos patients, pendant et en dehors de nos prises en charge, l'essentiel de notre savoir.

Pour l'inscrire dans leur quotidien, dans des conseils et bonnes habitudes qui seront le plus profitable à leur santé.

Nous pouvons imaginer que dans un futur proche, à l'aide probablement d'applications, le smartphone tactile pourrait nous offrir un feedback sur le travail fourni par le patient en dehors de ses séances dites classiques.

Continuer à prodiguer nos soins sans recourir au smartphone tactile reste bien sûr envisageable. Nous l'avons fait pendant plus d'un demi-siècle. Mais cela reviendrait à se priver d'une part grossissante des moyens modernes. Et tourner le dos à certains futurs progrès scientifiques.

Cette technologie nous est accessible. Nous baignons désormais dedans, selon nos propres vécus personnels. L'enjeu sera de la comprendre, d'en tirer profit pour toujours améliorer nos prises en charge.

ANNEXES

Enquête sur le smartphone et la main

RUBRIQUE 1 : INFORMATIONS GENERALES

***Obligatoire**

Les résultats de cette enquête vont permettre d'affiner l'étude principale de mon mémoire de recherche. Celle-ci se focalise sur l'analyse du geste dans le cadre de l'utilisation d'un smartphone. Si vous n'y voyez pas d'inconvénient, je vous serai reconnaissante d'indiquer ci-dessous votre adresse e-mail. Ainsi, en cas de besoin, je pourrai vous contacter, une fois la deuxième étape de ce mémoire entamée. Veuillez renseigner votre adresse mail:

1 - Quel âge avez-vous ? *

Une seule réponse possible.

- a. Moins de 20 ans
- b. Entre 20 et 30 ans
- c. Entre 30 et 40 ans
- d. Plus de 40 ans

2 - Identifiez-vous : *

Une seule réponse possible.

- e. Femme
- f. Homme

3 - À quel âge avez-vous eu votre premier smartphone ? *

Une seule réponse possible.

- g. moins de 10 ans
- h. entre 10 et 15 ans
- i. entre 15 et 20 ans
- j. entre 20 et 25 ans
- k. entre 25 et 30 ans
- l. plus de 30 ans

4 - Quelle est la marque du smartphone que vous utilisez ? *
Une seule réponse possible.

- m. Apple
- n. Samsung
- o. Huawei
- p. Blackberry
- q. Autre

5 - De quel modèle s'agit-il ? *



Une seule réponse possible.

- r. Le modèle standard ?
- s. Le modèle grand écran ?

6 - En moyenne, combien de temps passez-vous sur votre smartphone par jour ? *
Une seule réponse possible.

- t. Moins de 2 heures
- u. Entre 2 heures et 5 heures
- v. Plus de 5 heures

7 - Exercez-vous une activité professionnelle ? *
Une seule réponse possible.

- w. Oui
- x. Non

8 - Si vous exercez une activité professionnelle, s'agit-il d'une activité manuelle
(artisan, kinésithérapeute, coiffeur, etc...) ? *
Une seule réponse possible.

- y. Oui
- z. Non

9 - Avez-vous un loisir manuel (*poterie, sculpture, couture, musique...*) ? *

Une seule réponse possible.

- aa. Oui
- bb. Non

10 - Si vous avez un loisir manuel, combien de temps y passez-vous par semaine ? *

Une seule réponse possible.

- cc. Moins de 2 heures
- dd. Entre 2 et 3 heures
- ee. Entre 3 et 5 heures
- ff. Plus de 5 heures

11 - Exercez-vous une activité sportive où la main a une fonction essentielle (*tennis, basket, volley, gym...*) ? *

Une seule réponse possible.

- gg. Oui
- hh. Non

12- Si vous exercez une telle activité sportive, combien de temps y passez-vous par semaine ? *

Une seule réponse possible.

- ii. Moins de 2 heures
- jj. Entre 2 et 3 heures
- kk. Entre 3 et 5 heures
- ll. Plus de 5 heures

Utilisation de votre smartphone

13 - À quoi votre smartphone vous sert-il ? *

Plusieurs réponses possibles.

- mm. À téléphoner
- nn. À communiquer par SMS
- oo. À communiquer par e-mail
- pp. À surfer sur internet
- qq. À faire des achats

- rr. À calculer
- ss. À écouter de la musique
- tt. À jouer à des jeux
- uu. À faire des photos
- vv. À faire des vidéos
- ww. À vous orienter (GPS)

14 - Le plus souvent, comment tenez-vous votre smartphone pour regarder l'écran ? *
Une seule réponse possible.



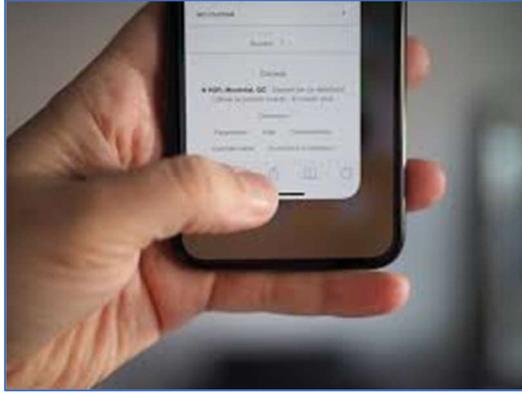
xx.

D'une main avec le smartphone reposant sur la paume



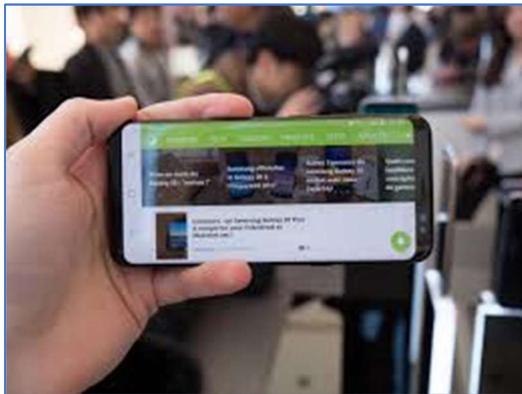
yy.

D'une main avec le smartphone reposant sur la base du pouce



zz.

D'une main avec le smartphone reposant sur le bord latéral du cinquième doigt
aaa.



D'une main avec le smartphone à l'horizontal



bbb.

De deux mains avec le smartphone à l'horizontal



ccc.

De deux mains avec le smartphone à la verticale

ddd.

Autre

14a - Si vous venez de répondre "Autre", décrivez la façon dont vous tenez votre smartphone :

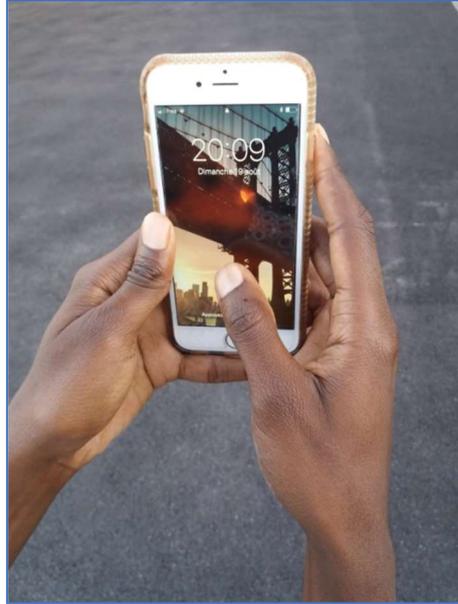
15 - Le plus souvent, quand vous vous servez de votre smartphone, comment utilisez-vous l'écran tactile ? *

Une seule réponse possible.



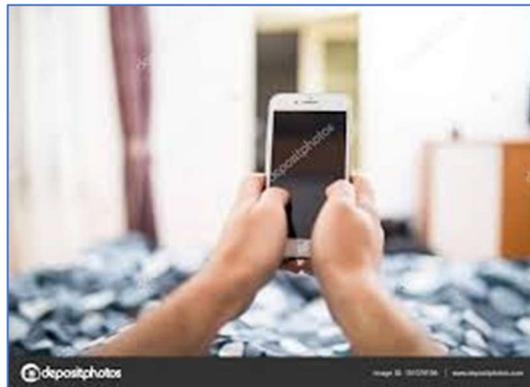
eee.

Avec 1 main et 1 pouce



fff.

Avec 2 mains et 1 pouce



ggg.

Avec 2 mains et 2 pouces



hhh.

Avec 2 pouces l'écran à l'horizontal



iii.

Avec l'index



jjj.

Avec un stylet

kkk.

Autre

15a - Si vous venez de répondre "Autre", décrivez la manière dont vous utilisez l'écran tactile de votre smartphone :

16 - Que pensez-vous de la largeur des touches ? *
Une seule réponse possible.

- lll. Suffisante
- mmm. Trop petite
- nnn. Trop grande

17 - Est-ce que le format de votre smartphone permet une bonne prise en main de l'appareil ? *

Une seule réponse possible.

ooo. Oui

ppp. Non

18 - Est-ce que l'usage de votre smartphone s'étend à votre activité professionnelle ? *

Une seule réponse possible.

qqq. Oui

rrr. Non

Les impacts de l'usage du smartphone

19 - Avez-vous déjà ressenti une gêne musculaire et/ou articulaire après un usage prolongé de votre smartphone ? *

Une seule réponse possible.

sss. Oui

ttt. Non

20 - Si oui, combien de temps a-t-elle duré ?

Une seule réponse possible.

uuu. Quelques secondes

vvv. Quelques minutes

www. Plus d'un quart d'heure

21 - Si vous deviez noter l'intensité de cette gêne, quelle note sur 10 donneriez-vous ?
(0 étant une absence de gêne et 10 une douleur insupportable)

Une seule réponse possible.

xxx. 1

yyy. 2

zzz. 3

aaaa. 4

bbbb. 5

cccc. 6

dddd. 7

eeee. 8

ffff. 9

gggg. 10

22 - Vous qualifieriez cette gêne de :
Une seule réponse possible.

- hhhh. Ponctuelle
- iiii. Chronique (récurrente)

23 - Où se situe cette gêne ?
Plusieurs réponses possibles.

- jjjj. Au niveau du poignet
- kkkk. Au niveau de la paume
- llll. Au niveau de la paume côté pouce (éminence thénar)
- mmmm. Au niveau de la paume côté auriculaire (éminence hypothénar)
- nnnn. Au niveau du pouce
- oooo. Au niveau de l'index
- pppp. Au niveau de l'auriculaire
- qqqq. Au niveau de la pulpe des doigts

24 - Comment remédiez-vous à cette gêne ?
Plusieurs réponses possibles.

- rrrr. Massage
- ssss. Etirements
- tttt. Mobilisation des articulations
- uuuu. Arrêt temporaire de l'usage de votre Smartphone
- vvvv. Aucune action

Je vous remercie du temps que vous avez consacré à répondre à ce questionnaire !

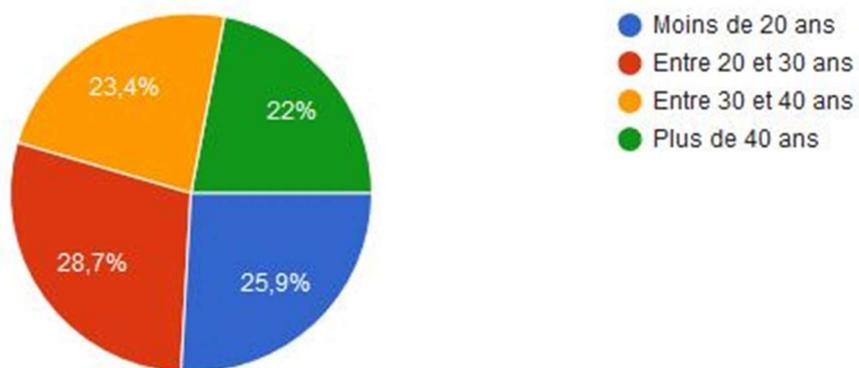
Kouimi TCHAKOUMI MKDE Formation DIU Européen de Rééducation et d'Appareillage en Chirurgie de la main de Grenoble session 2017-2019

Annexe 2 : Réponses questionnaire google form

(Kouimi TCHAKOUMI)

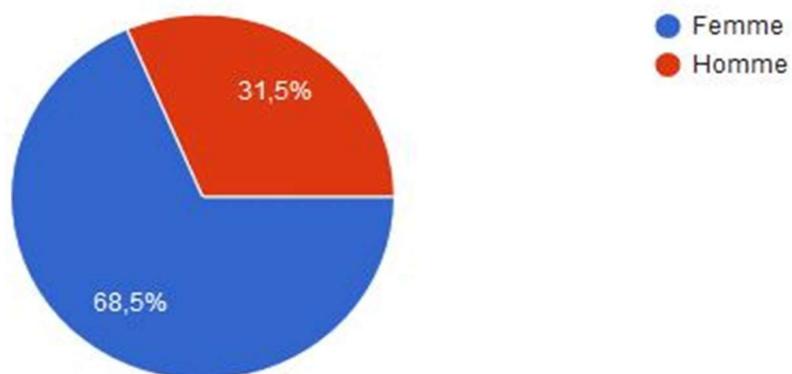
1- Quel âge avez-vous?

286 réponses



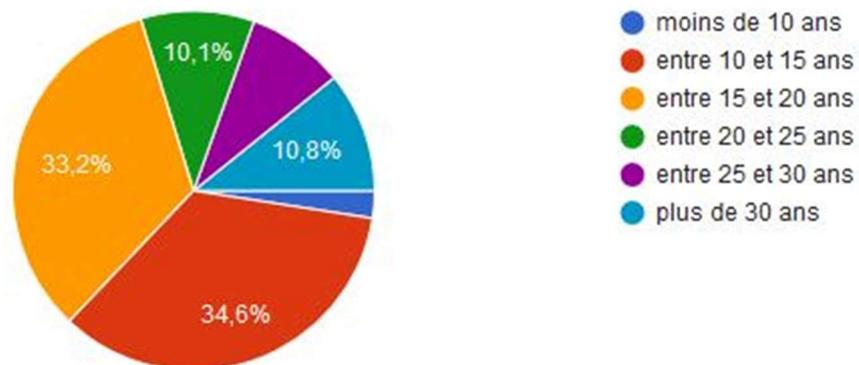
2- Identifiez-vous :

286 réponses



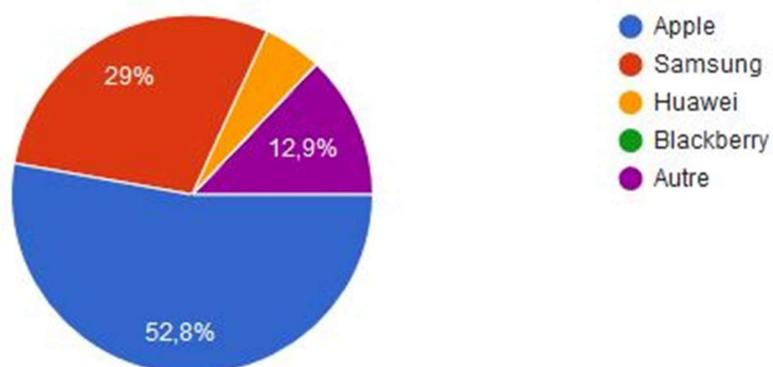
3- À quel âge avez-vous eu votre premier smartphone?

286 réponses



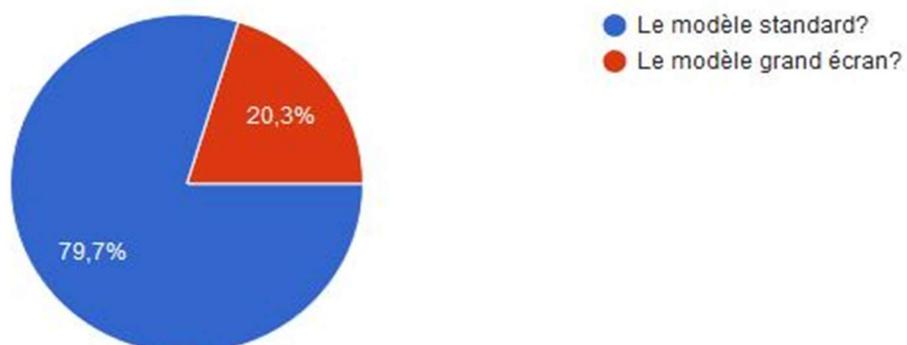
4- Quelle est la marque du smartphone que vous utilisez?

286 réponses



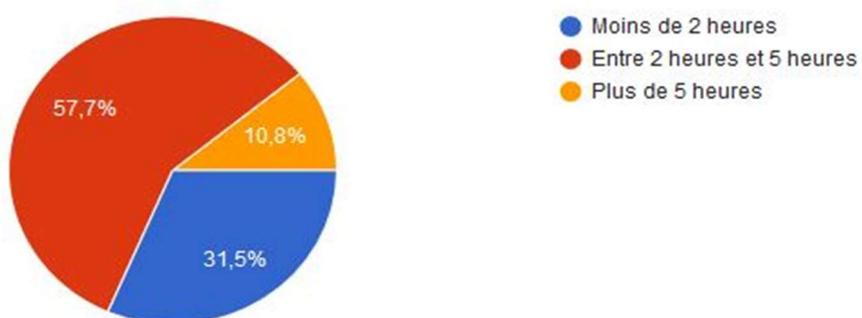
5- De quel modèle s'agit-il?

286 réponses



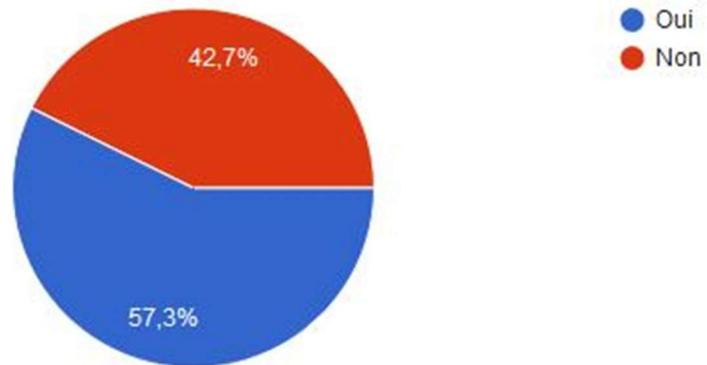
6- En moyenne, combien de temps passez-vous sur votre smartphone par jour?

286 réponses



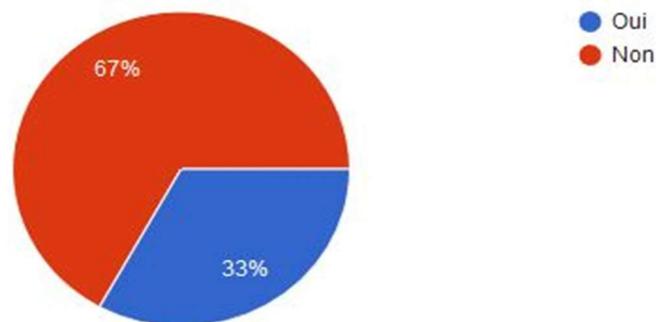
7- Exercez-vous une activité professionnelle?

286 réponses



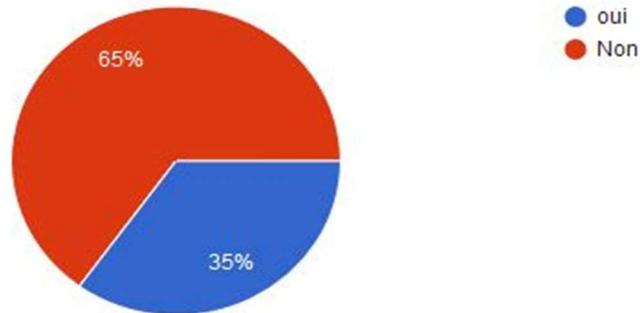
8- Si vous exercez une activité professionnelle, s'agit-il d' une activité manuelle (artisan, kinésithérapeute, coiffeur,etc...)?

233 réponses



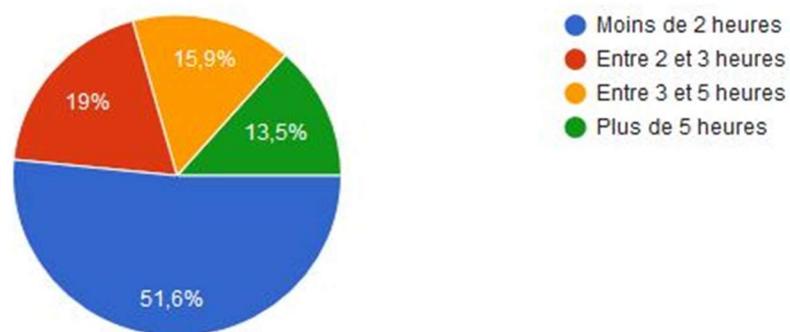
9- Avez-vous un loisir manuel (poterie, sculpture, couture, musique...)

286 réponses



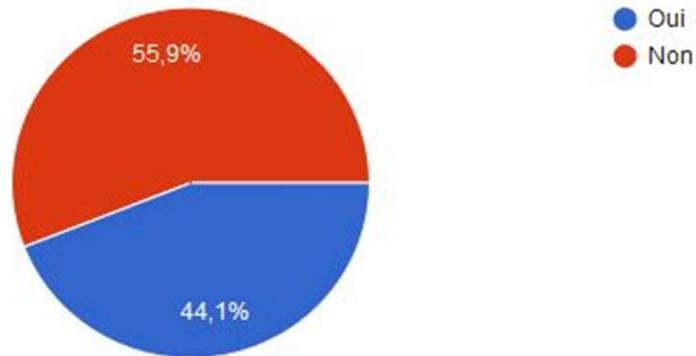
10- Si vous avez un loisir manuel, combien de temps y passez-vous par semaine?

126 réponses



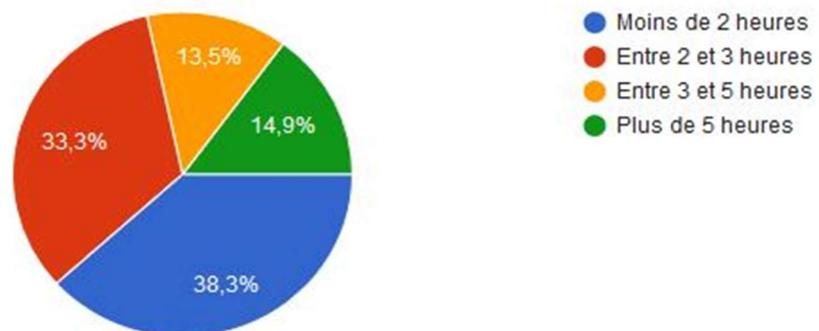
11- Exercez-vous une activité sportive où la main a une fonction essentielle (tennis, basket, volley, gym...)?

286 réponses



12- Si vous exercez une telle activité sportive, combien de temps y passez-vous par semaine?

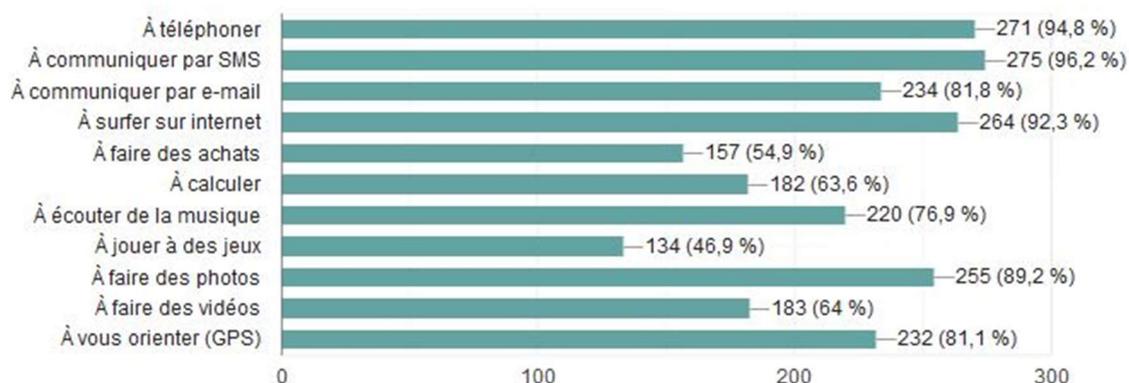
141 réponses



Utilisation de votre smartphone

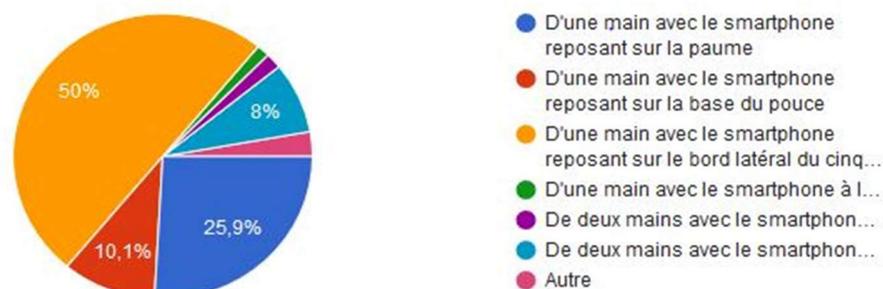
13- À quoi votre smartphone vous sert-il? (Plusieurs réponses possibles)

286 réponses



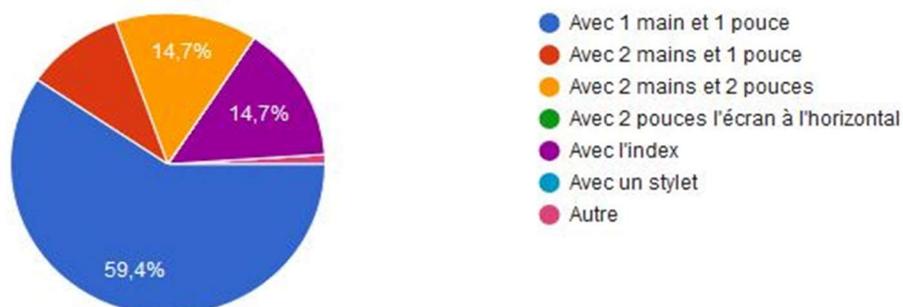
14- Le plus souvent, comment tenez-vous votre smartphone pour regarder l'écran?

286 réponses



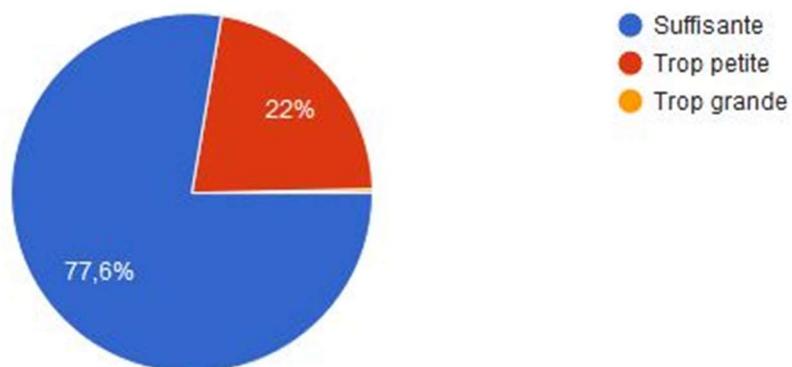
15- Le plus souvent, quand vous vous servez de votre smartphone, comment utilisez-vous l'écran tactile?

286 réponses



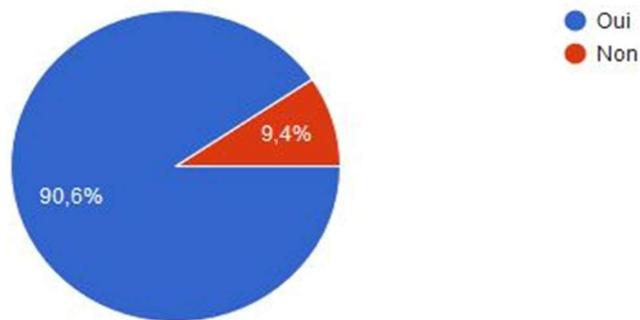
16- Que pensez-vous de la largeur des touches?

286 réponses



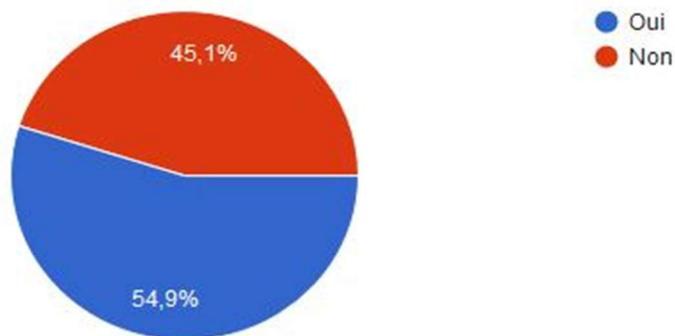
17- Est-ce que le format de votre smartphone permet une bonne prise en main de l'appareil?

286 réponses



18- Est-ce que l'usage de votre smartphone s'étend à votre activité professionnelle?

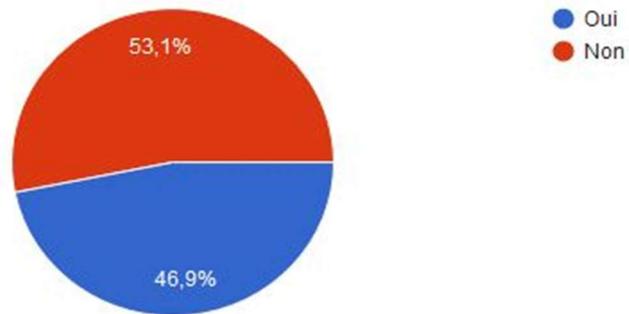
286 réponses



Les impacts de l'usage du smartphone

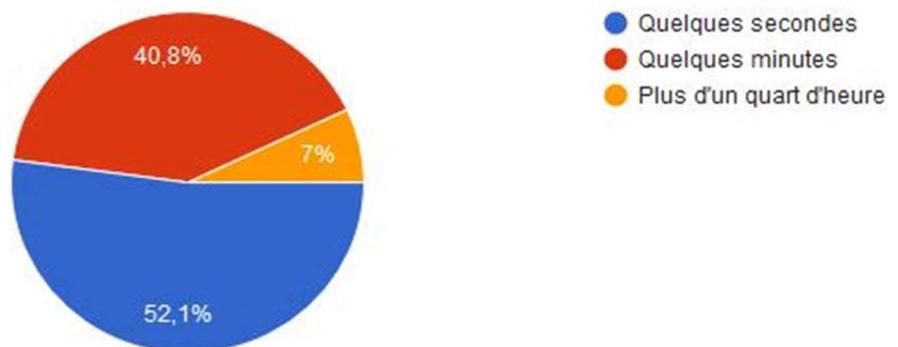
19- Avez-vous déjà ressenti une gêne musculaire et/ou articulaire après un usage prolongé de votre smartphone?

286 réponses



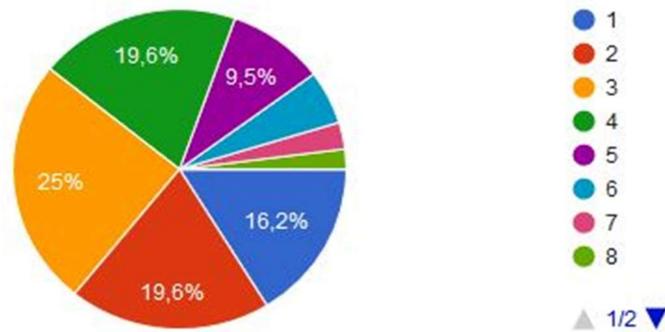
20- Si oui, combien de temps a-t-elle duré?

142 réponses



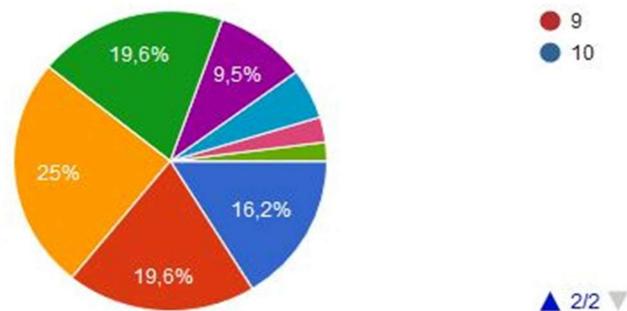
21- Si vous deviez noter l'intensité de cette gêne, quelle note sur 10 donneriez-vous? (0 étant une absence de gêne et 10 une douleur insupportable)

148 réponses



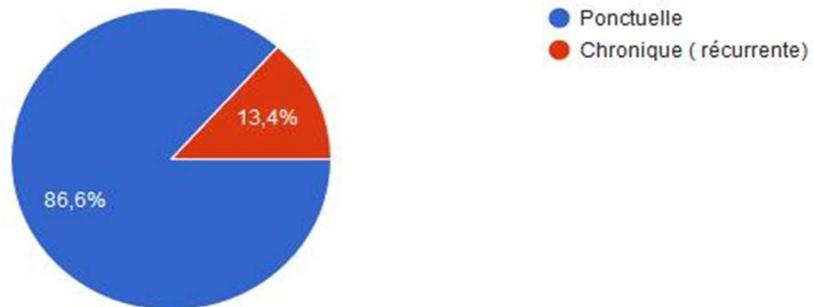
21- Si vous deviez noter l'intensité de cette gêne, quelle note sur 10 donneriez-vous? (0 étant une absence de gêne et 10 une douleur insupportable)

148 réponses



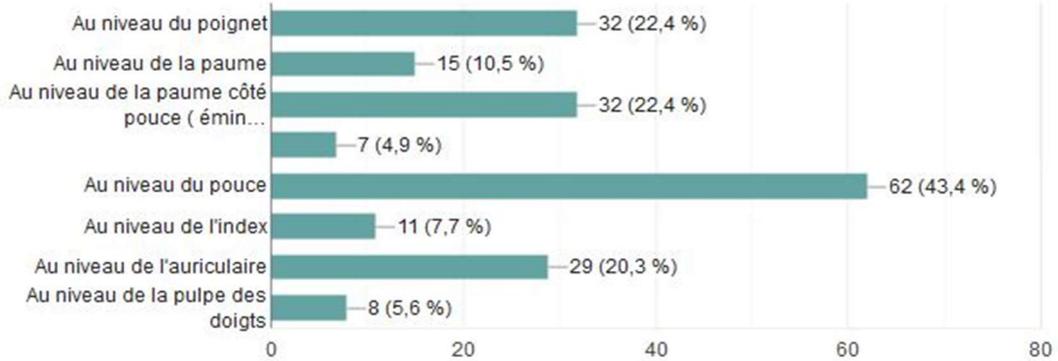
22- Vous qualifieriez cette gêne de:

142 réponses



23- Où se situe cette gêne? (plusieurs réponses possibles)

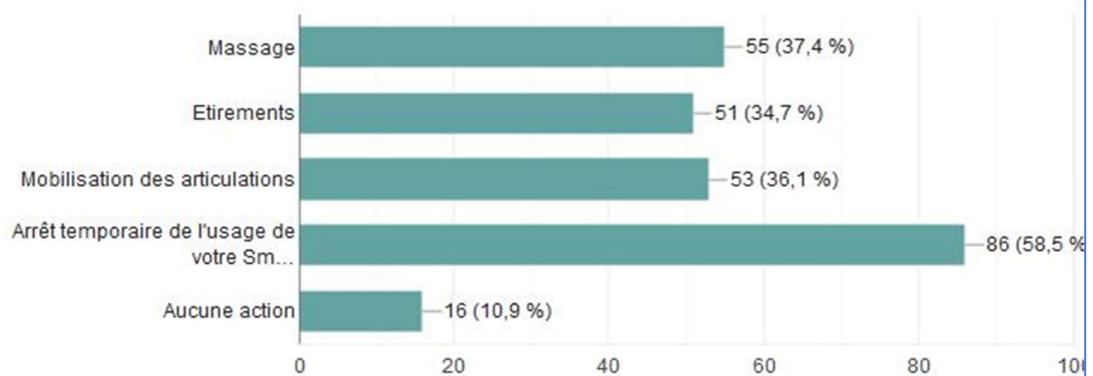
143 réponses



Question 23 : 4,9% = éminence hypothénar

24- Comment remédiez-vous à cette gêne?(Plusieurs réponses possibles)

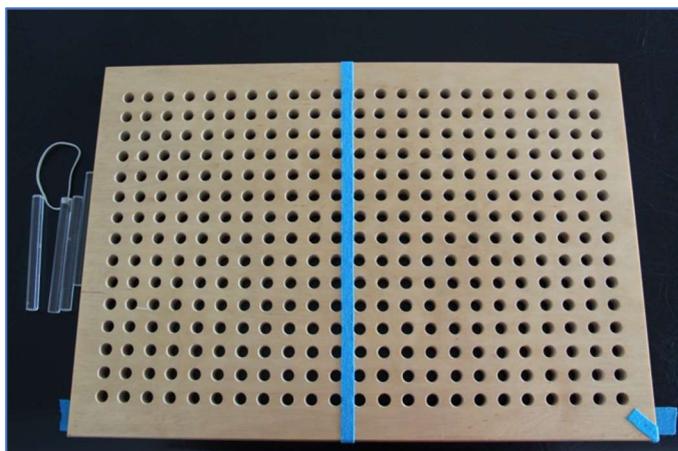
147 réponses



Je vous remercie du temps que vous avez consacré à répondre à ce questionnaire!

*Sm = Smartphone

Annexe 3 : Matériels pour analyse du geste (Kouimi TCHAKOUMI)



Plateau canadien

Bande de tape bleue

Bâtons pour plateau canadien (4)

Un élastique

2) Une bande de tape est placée sur l'axe médian du plateau canadien

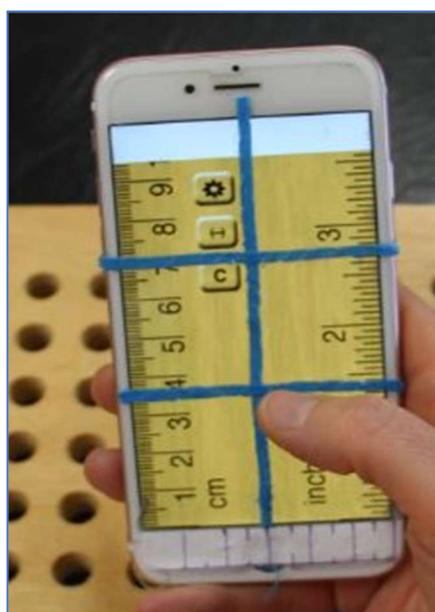
3) Une marque au coin inférieur droit est faite avec du tape

Une table



Un trépied

Un appareil-photo réflex canon 700D



iphone 6s

Annexe 4 : Analyse du geste

(Kouimi TCHAKOUMI)

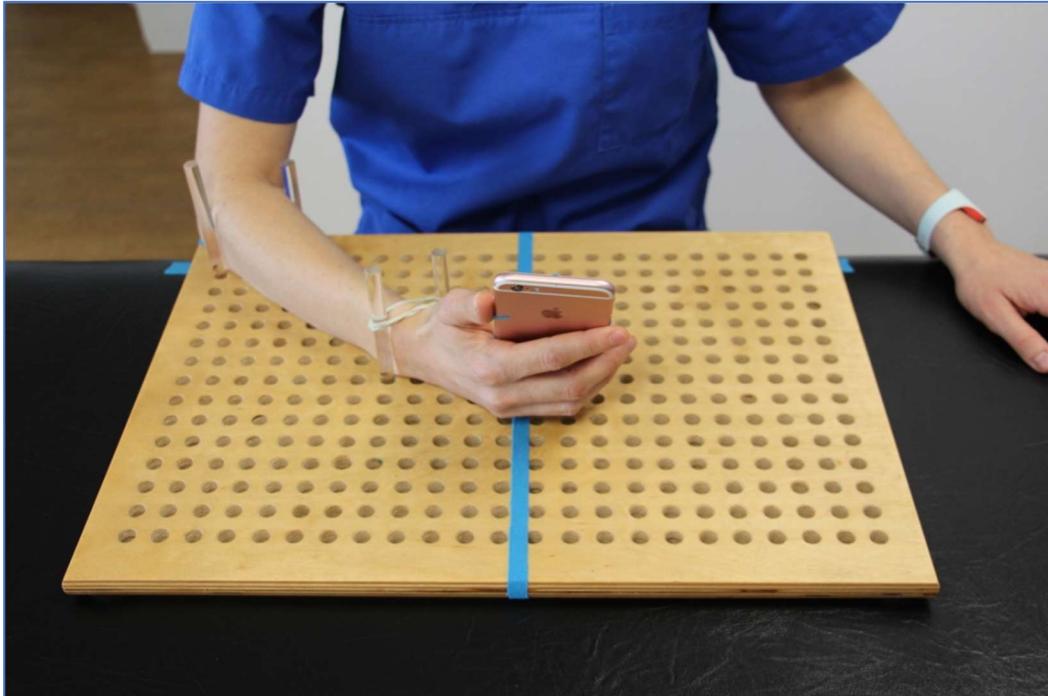
Vidéos

Annexe 5 :

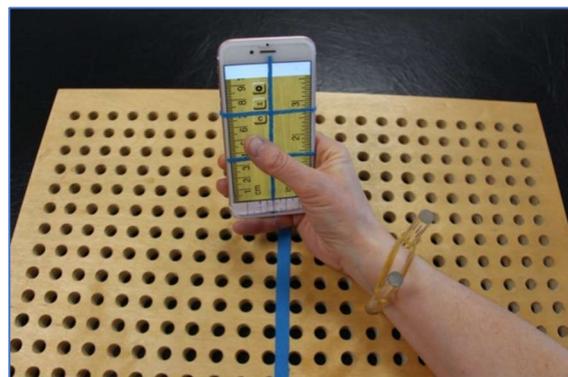
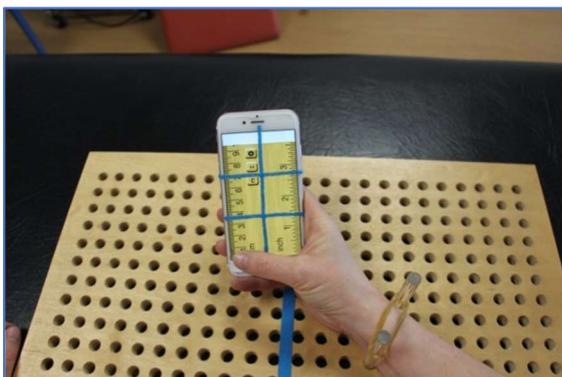
(Kouimi TCHAKOUMI)

EXERCICE 1 : L'APPARITION DE L'AAA DU POUCE

Placement de départ pour l'exercice 1



Recherche de l'apparition de l'AAA du pouce lors du balayage des croisements des lignes de l'écran



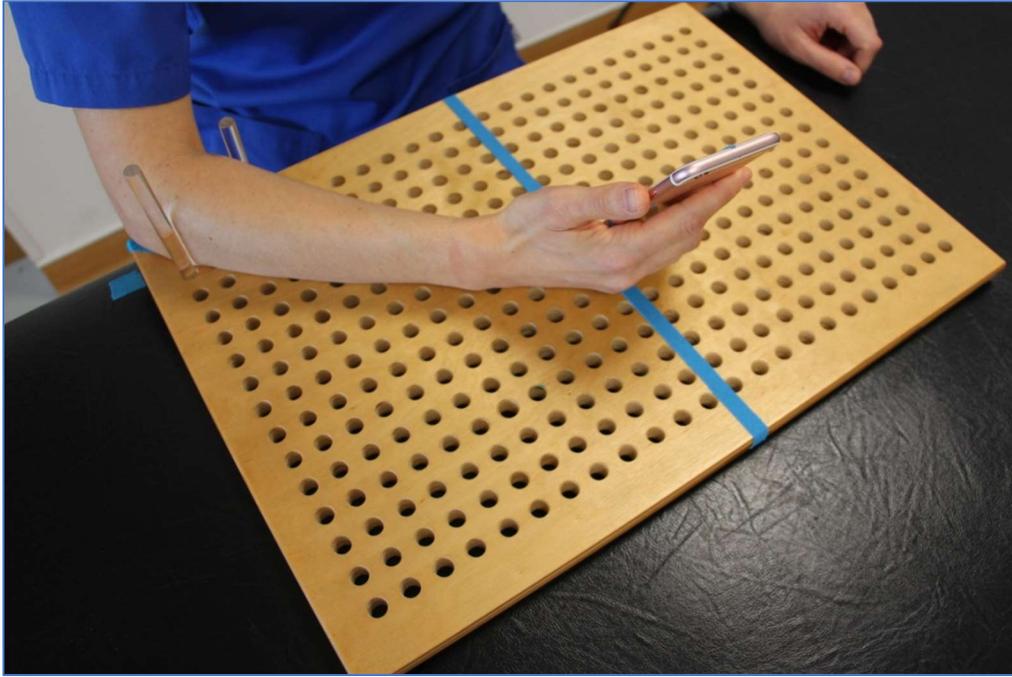
Annexe 6 :**(Kouimi TCHAKOUMI)****COORDONNEES EXERCICE 1**

20 Sujets (S): 11 filles et 9 garçons

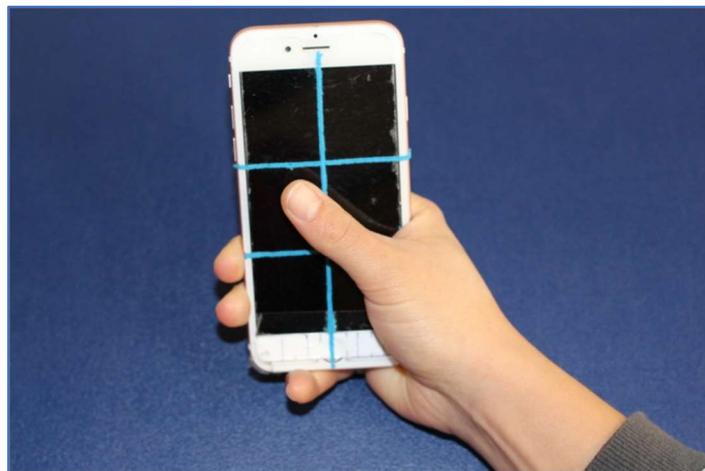
Verticale de l'écran (V) en cm = colonne du tableau / Horizontale de l'écran (H) en cm= lignes du tableau

H/V	0	3	3.5	5	6	6.5	7	8	9.5	10.5
S1	1		1				3			
S2	1		1.5	3						
S3	1		1		4		6			
S4	0.5		1		1.5	3		6		
S5	1		1		1.5		3			
S6	1.5		1		3		6			
S7	1		1.5	3		6				
S8	1.5					0				3.5
S9	1	1				6				
S10	0.5		1			3	6			
S11						1	6			
S12	1.5		1.5	2	3	6				
S13	1		1		2.5	3	6			
S14				0						
S15	0.5						0			
S16	1	2		4	6					
S17	1		1.5				6			
S18	1.5		1.5		3		6			
S19	0.5		1			1		2	6	
S20	0.5						0.5			

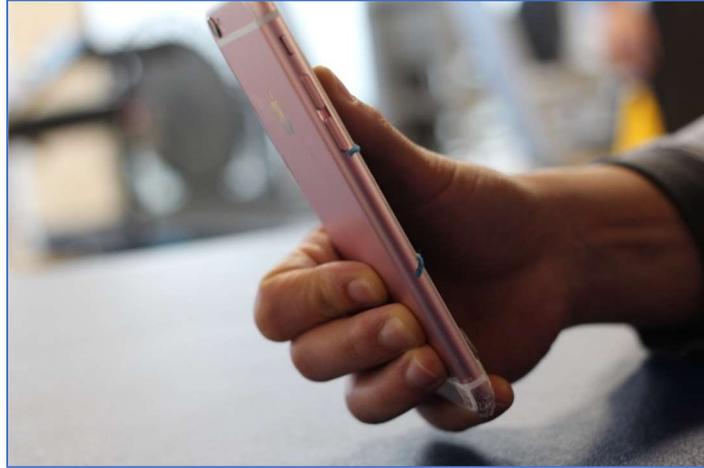
EXERCICE 2 : STRATEGIES DE COMPENSATION



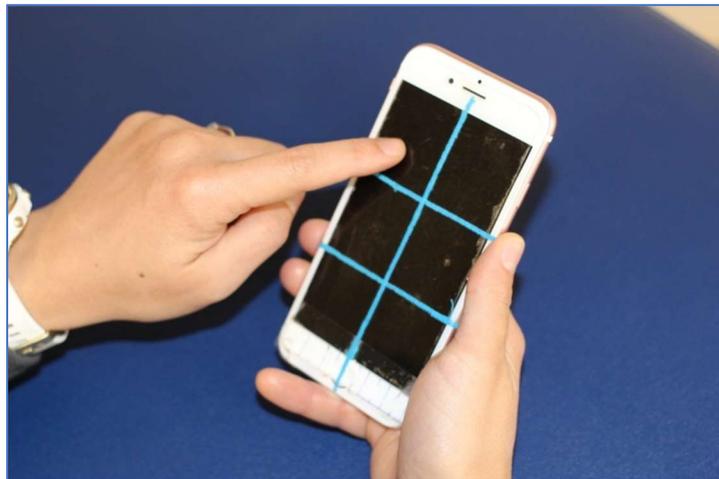
Position départ de l'exercice 2



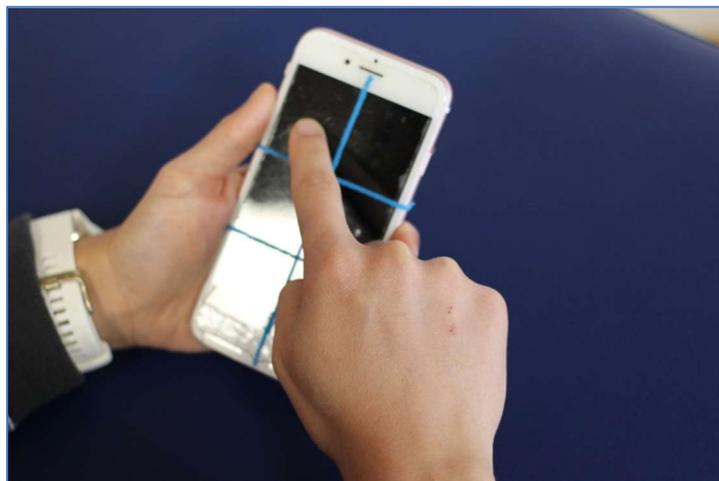
Geste analysé : AAA du pouce + stabilisation dynamique du smartphone avec flexion des MP et IP extension du poignet et inclinaison ulnaire du carpe



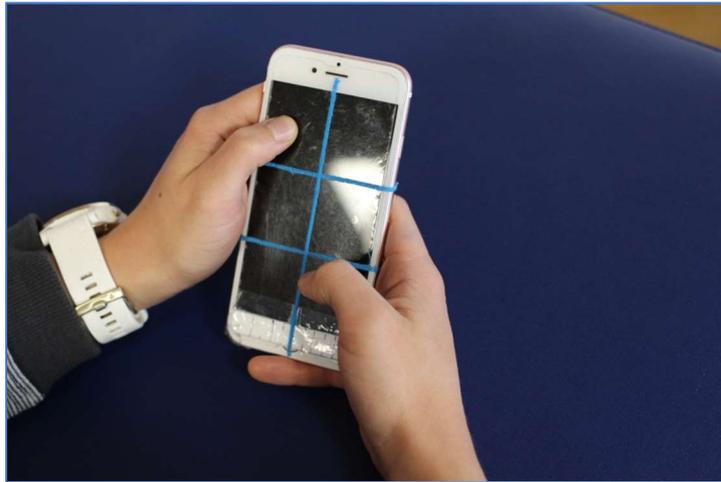
AAA du pouce majoré (geste global majoré)



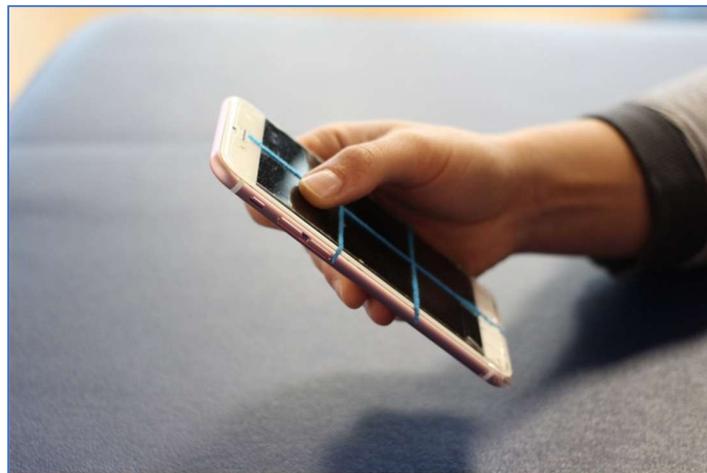
Avec index gauche



Avec index droit



Avec le pouce gauche



En glissant D5 sous le smartphone



AAA du pouce + glissement de D5 sous le smartphone

Annexe 7.1

EXERCICE 2: Stratégies de compensation

sujet 1	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP						X
pouce gauche						
Index						
AAA du pouce	X		X			X
AAA majoré du pouce					X	
Autre						

sujet 2	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP						
pouce gauche					X	X
Index						
AAA du pouce	X		X			
AAA majoré du pouce						
Autre						

sujet 3	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP			X		X	X
pouce gauche						
Index						
AAA du pouce						
AAA majoré du pouce						
Autre	majore flexion des MP					

sujet 4	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP						
pouce gauche					X	X
index						
AAA du pouce	X		X			
AAA majoré du pouce						
autre						

sujet 5	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP					X	X
pouce gauche						
index						
AAA du pouce	X		X		X	
AAA majoré du pouce						
autre						

sujet 6	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP						
pouce gauche						
index			X droit		X droit	X droit
AAA du pouce	X					
AAA majoré du pouce						
autre						

sujet 7	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP					X	X
pouce gauche						
index						
AAA du pouce	X		X		X	
AAA majoré du pouce						
autre						

sujet 8	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP						
pouce gauche						
index						
AAA du pouce	X		X			
AAA majoré du pouce						
autre					X	majore flexion des MP et IP

sujet 9	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP					X	X
pouce gauche						
index						
AAA du pouce	X		X		X	
AAA majoré du pouce						
autre						

sujet 10	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP			X		X	X
pouce gauche						
index						
AAA du pouce	X		X		X	
AAA majoré du pouce						
autre						

sujet 11	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP					X	
pouce gauche						
index						
AAA du pouce	X		X		X	
AAA majoré du pouce						X
autre						

sujet 12	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP						
pouce gauche			X		X	X
index						
AAA du pouce	X					
AAA majoré du pouce						
autre						

sujet 13	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP						
pouce gauche			X	X	X	X
index						
AAA du pouce	X		X		X	
AAA majoré du pouce						
autre						

sujet 14	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP						
pouce gauche						
index						
AAA du pouce	X		X			
AAA majoré du pouce					X	X
autre						

sujet 15	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP						
pouce gauche					X	X
index						
AAA du pouce	X		X			
AAA majoré du pouce						
autre						

sujet 16	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP			X		X	X
pouce gauche						
index						
AAA du pouce	X		X		X	
AAA majoré du pouce						
autre						

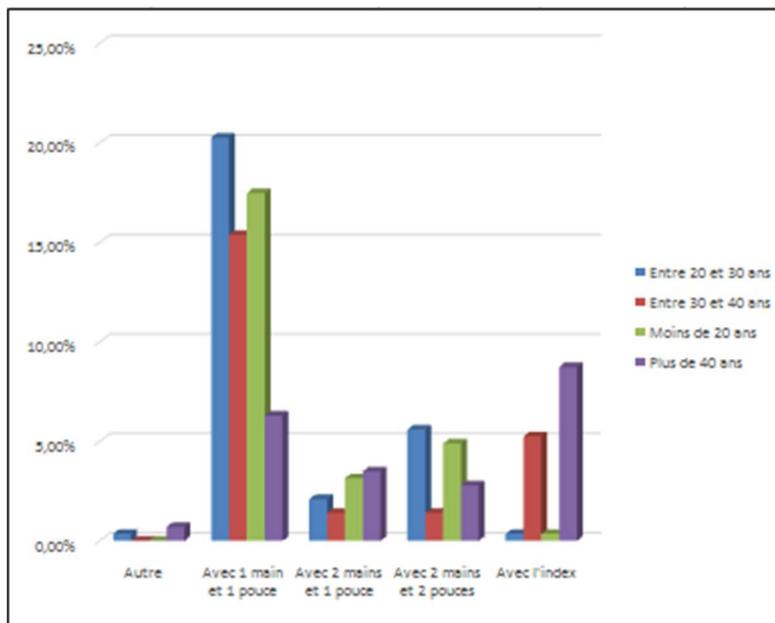
sujet 17	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP						
pouce gauche					X	X
index						
AAA du pouce	X		X			
AAA majoré du pouce						
autre						

sujet 18	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP						
pouce gauche					X	
index						
AAA du pouce	X		X			
AAA majoré du pouce						X
autre						

sujet 19	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP					X	X
pouce gauche						
index						
AAA du pouce	X		X		X	X
AAA majoré du pouce						
autre						

sujet 20	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 5	zone 6
D5 sous SP						
pouce gauche						
index					X gauche	X gauche
AAA du pouce	X		X			
AAA majoré du pouce						
autre						

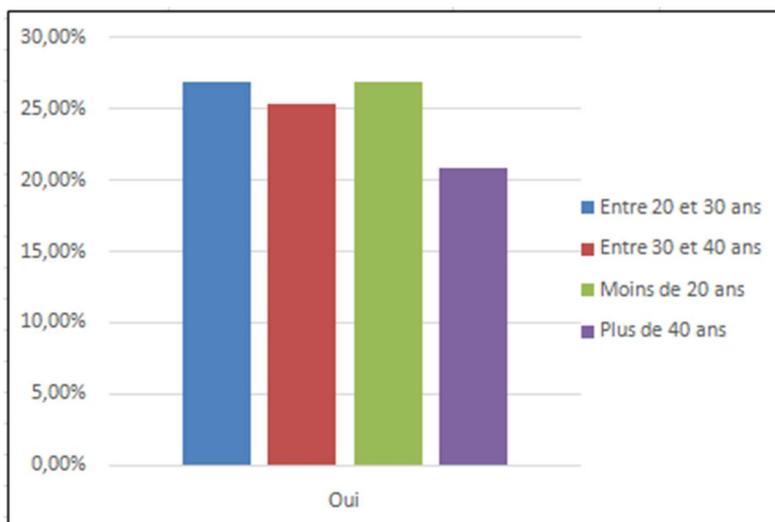
1. Tableau : génération et mode d'utilisation du smartphone



2. Tableau : durée d'utilisation du smartphone et gêne ressentie

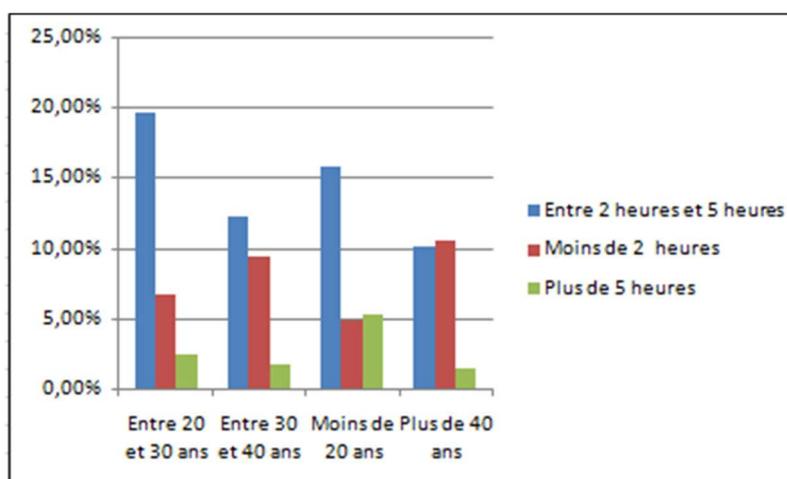
Nombre de 1- Quel âge avez-vous? Étiquettes de lignes	Étiquettes de colonnes		Total général
	Non	Oui	
Entre 2 heures et 5 heures	48,48%	51,52%	100,00%
Moins de 2 heures	68,89%	31,11%	100,00%
Plus de 5 heures	32,26%	67,74%	100,00%
Total général	53,15%	46,85%	100,00%

3. Tableau : génération et gêne ressentie

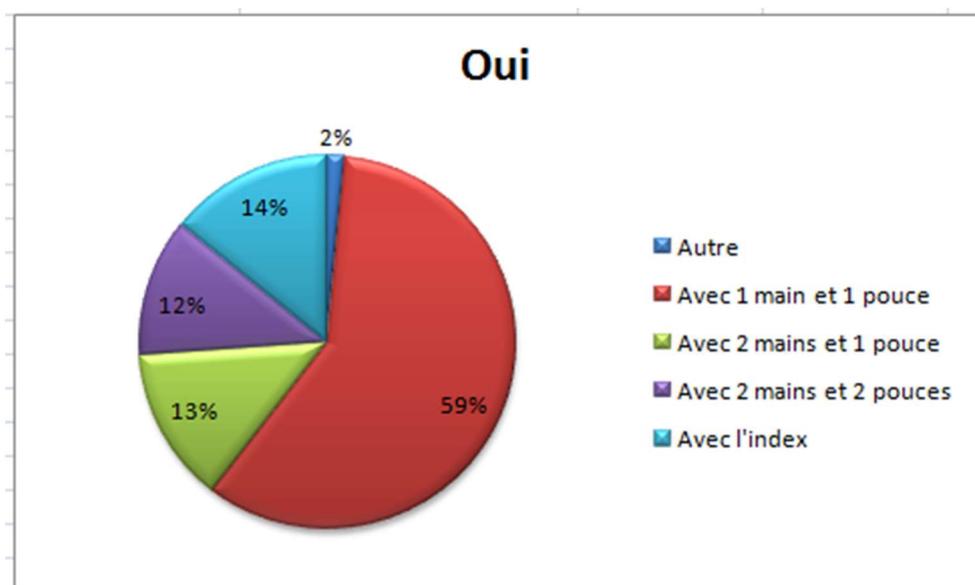


4. Tableaux : génération et durée d'utilisation du smartphone

Nombre de 2- Identifiez-vous	Étiquettes de colonnes			Total général
	Entre 2 heures et 5 heure	Moins de 2 heure	Plus de 5 heures	
Entre 20 et 30 ans	19,58%	6,64%	2,45%	28,67%
Entre 30 et 40 ans	12,24%	9,44%	1,75%	23,43%
Moins de 20 ans	15,73%	4,90%	5,24%	25,87%
Plus de 40 ans	10,14%	10,49%	1,40%	22,03%
Total général	57,69%	31,47%	10,84%	100,00%



5. Tableau : gêne ressentie et mode d'utilisation du smartphone



6. Tableau : localisation de la gêne à une utilisation à 1 main et 1 pouce

Nombre de Horodateur	Etiquettes de col
Etiquettes de lignes	Avec 1 main et 1 po
Au niveau de l'auriculaire	12
Au niveau de l'index, Au niveau de l'auriculaire	1
Au niveau de la paume	3
Au niveau de la paume côté auriculaire (éminence hypothénar)	1
Au niveau de la paume côté auriculaire (éminence hypothénar), Au niveau de l'auriculaire	1
Au niveau de la paume côté pouce (éminence thénar)	9
Au niveau de la paume côté pouce (éminence thénar), Au niveau de l'auriculaire	2
Au niveau de la paume côté pouce (éminence thénar), Au niveau de la paume côté auriculaire (éminence hypothénar)	1
Au niveau de la paume côté pouce (éminence thénar), Au niveau de la paume côté auriculaire (éminence hypothénar), Au niveau de l'auriculaire	1
Au niveau de la paume côté pouce (éminence thénar), Au niveau du pouce	5
Au niveau de la paume côté pouce (éminence thénar), Au niveau du pouce, Au niveau de l'auriculaire	1
Au niveau de la paume, Au niveau de la paume côté pouce (éminence thénar), Au niveau de l'index, Au niveau de l'auriculaire	1
Au niveau de la paume, Au niveau du pouce	2
Au niveau de la pulpe des doigts	4
Au niveau du poignet	9
Au niveau du poignet, Au niveau de l'auriculaire	2
Au niveau du poignet, Au niveau de la paume	1
Au niveau du poignet, Au niveau de la paume, Au niveau de l'auriculaire	1
Au niveau du poignet, Au niveau de la paume, Au niveau de l'index	1
Au niveau du poignet, Au niveau de la paume, Au niveau de la paume côté pouce (éminence thénar)	1
Au niveau du poignet, Au niveau du pouce	3
Au niveau du poignet, Au niveau du pouce, Au niveau de l'auriculaire	1
Au niveau du pouce	20
Au niveau du pouce, Au niveau de l'auriculaire	3
Au niveau du pouce, Au niveau de l'index	1
Au niveau du pouce, Au niveau de la pulpe des doigts	1
Total général	88

7. Tableau : localisation de la gêne lors d'une utilisation à 2 mains et 2 pouces

+ Étiquettes de lignes	Étiquettes de colonne: Avec 2 mains et 2 pouces
Au niveau de l'auriculaire	1
Au niveau de l'index	2
Au niveau de la paume côté pouce (éminence thénar)	2
Au niveau du poignet	1
Au niveau du poignet, Au niveau de l'index	1
Au niveau du poignet, Au niveau de la paume	1
Au niveau du poignet, Au niveau du pouce	1
Au niveau du poignet, Au niveau du pouce, Au niveau de l'auriculaire	1
Au niveau du pouce	7
Total général	17

ANNEXE 9 : Travail d'étirement et auto-étirement après usage du smartphone tactile
(Quentin GAIRAUD)



Photo 1 : flexion de la colonne du pouce



Photo 2 : extension de la colonne du pouce



Photo 3 : étirement selon les protocoles TDQ



Photo 4 : mise en charge du pouce en abduction



Photo 5 : auto-agrandissement axial



Photo 6 : flexion des métacarpo-phalangiennes



Photo 7 : extension des métacarpo-phalangiennes



Photo 8 : étirement de la face antérieure du poignet



Photo 9 : étirement de la face postérieure du poignet

ANNEXE 10 : Questionnaire sur l'intérêt d'une application pour smartphones tactiles de conseils en rééducation de la main et du poignet

(*Quentin GAIRAUD*)

A) Le questionnaire

Sondage : Auto-rééducation et applications pour smartphones

I / Possédez-vous un smartphone avec écran tactile ?

- OUI
- NON

II / Téléchargez-vous des applications avec ?

- OUI
- NON, je me contente de celles installées automatiquement
- NON, j'en utilise le moins possible

III / Pratiquez-vous une auto-rééducation en plus de vos séances de kinésithérapie ?

- OUI, une fois par jour
- OUI, entre 3 et 5 x par jour
- OUI, plus de 5x par jour
- NON

IV / Avez-vous déjà fait des recherches sur internet avec votre smartphone pour mieux comprendre votre problème de santé ?

- OUI
- NON

V / Connaissez-vous des applications pour smartphone en lien avec votre rééducation ?

- OUI
- NON

VI / Si votre kinésithérapeute vous le proposait, seriez-vous intéressé pour télécharger une application liée à votre rééducation ?

- OUI, si elle me propose des explications ou des exercices adaptés
- OUI, mais seulement si elle me permet de prendre ou modifier mes RDV
- NON, je n'en verrai pas l'utilité

A) Population d'étude

Le questionnaire a été distribué à 62 patients (28 hommes, 34 femmes), de 18 à 84 ans, pris en charge au sein d'un cabinet libéral spécialisé dans la rééducation de la main.

B) Analyse des résultats

Deux patients ayant refusé d'y répondre, les pourcentages suivants ont été pris sur une population finale de 60 patients.

- La **première question** donne un taux de possession de smartphone tactile à **96%** (58/60)
- La **deuxième question** indique que **70%** (42/60) des patients auraient déjà téléchargé une application, contre respectivement 18% (11/60) et 12% (7/60).
- La **troisième question** donne des résultats plus nuancés avec respectivement 23%(14/60), **40%** (24/60), 30% (18/60) et 7% (4/60).
- La **quatrième question** montre une majorité de réponses positives : **70%** (42/60) contre 30% (18/60).
- La **cinquième question** est presque unilatérale avec **95%** (57/60) de réponses négatives contre 5% (3/60)
- La **dernière question** présente respectivement les taux suivants : **53%** (32/60), 32% (19/60) et 15% (9/60).

A) Conclusion

Il ressort de ce questionnaire que la quasi-totalité de la patientèle utilise un smartphone à écran tactile, que les deux-tiers téléchargent des applications, que presque aucun ne connaît à l'heure actuelle d'application liée à sa rééducation spécifique. Mais que 5/6 d'entre eux se montreraient favorables à ce genre d'outil, pour des raisons diverses.

Le questionnaire a toutefois été réalisé par un kinésithérapeute familial, ayant déjà prodigué conseils et exercices à ces patients. Il faut donc garder à l'esprit qu'il s'agit d'ores et déjà d'une population sensibilisée à l'intérêt de ce genre d'outil.

ANNEXE 11 :**Listing d'applications (35)****(Quentin GAIRAUD)**

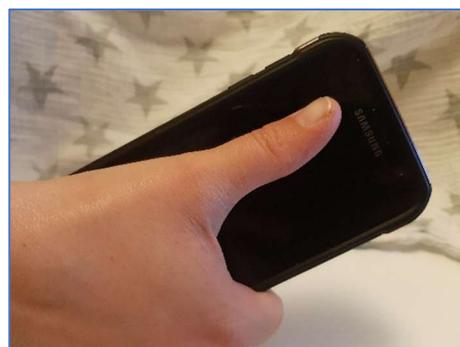
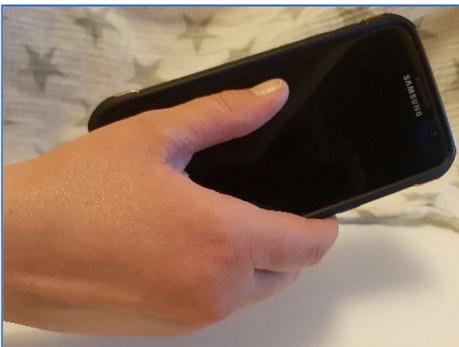
Applications	Gratuité	Descriptif
- 2018 Hand Foundation	G	Journal
- BDK App	G	Appli de bilans
- Clinical pattern recognition	P	Vademecum medical
- Cut it : brain puzzles	G	Jeu d'adresse
- Dexteria fine motor / Rehab aid	P	Appli de rééd. spécialisée
- Doigts habile	G	Jeu d'adresse
- Easykiné	G	Agenda + scanner
- Elbow pain and Tendinitis rehab	G	Programme coaching
- Finger fencer	P	Jeu d'adresse
- Forearm and Hand 3D RT	G	Guide anatomie
- Goniometre	G	Appli de bilans
- Hand and wrist pain symptoms	G	Vademecum medical
- Hand surgery tips	P	Vademecum medical
- Health Secrets	G	Coach sportif
- INSEL health hand rehab	G	Guide de rééd. spécialisée
- Journal of Hand Surgery	G	Journal
- Kine Actualite	G	Journal
- Massage master	G	Vibromassage
- Mirror box	P	Thérapie Miroir
- Mirror box VR	G	Thérapie Miroir
- Mirror therapy VR	P	Thérapie Miroir
- Orientate	G	Thérapie Miroir
- Pain rating scales	G	Appli de bilans
- Pain score	G	Appli de bilans
- Physio advisor exercises	P	Coach sportif
- Physiotherapy exercises	G	Coach sportif
- Piano Tiles	G	Jeu d'adresse
- Recognise hand	P	Reprogrammation motrice
- Reeduc Partner	P	Guide de rééd. spécialisée
- Rehand	G	Appli de rééd. spécialisée
- Rock and troll to roll...	G	Jeu d'adresse
- Techniques de massage des mains	G	Coach massage
- Tondre guerriers	G	Appli tactile de glissé
- Vibration extreme massage power	G	Vibromassage
- Visual anatomy free	G	Guide anatomie

ANNEXE 12 : Exercices sur smartphone à base de glissés tactiles

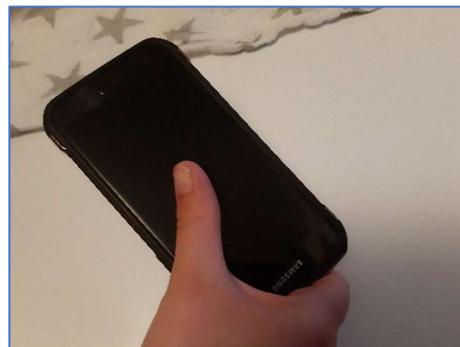
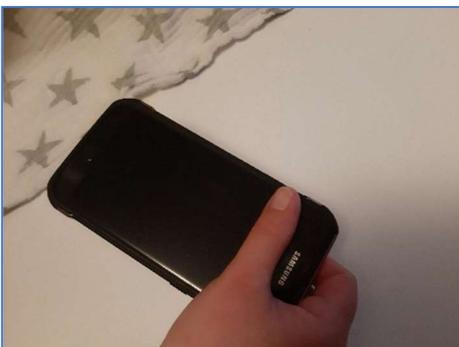
(Quentin GAIRAUD)



Photos 1 et 2 : passage en position intrinsèque +



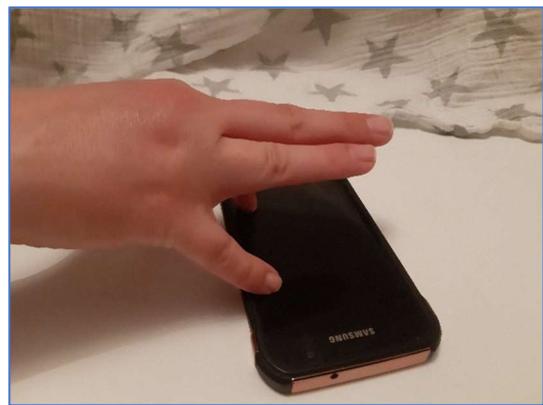
Photos 3 et 4 : allongement dans l'axe du pouce



Photos 5 et 6 : abduction du pouce



Photos 7 et 8 : abduction/adduction d'un doigt long



Photos 9 et 10 : travail des synergies D2-D5 / D3-D4

BIBLIOGRAPHIE

&

CREDITS

Bibliographie

- [1] Richmond B. Homo Sapiens a perdu 20% de densité osseuse en devenant agriculteur. Futura Sciences [en ligne]. Décembre 2014, [consulté le 01/09/19]. Disponibilité sur internet : <<https://www.futura-sciences.com/sante/>>.
- [2] Petersen R, Taylor J. Reorganisation of somatosensory cortex after tactile training. In : Touretzky D, Mozer M, Hasselmo M, editors. Neural information processing systems 8 (NIPS). 1995. Denver, Colorado. pp 82-88.
- [3] Gindrat A, Chytiris M, Balerna M et al. Use-dependant cortical processing from fingertips in touchscreen phone users. Current biology. 2015 January. Vol 25, issue 1. pp 109-116.
- [4] Dempsey-Jones H, Harrar V, Oliver J et al. Transfer of tactile perceptual learning to untrained neighboring fingers. J Neurophysiol. 2015 December. pp 1088-1097.
- [5] Boutan M, Casoli V, editors. Mains et préhensions entre fonctions et anatomie. Montpellier: Sauramps Medical; 2005, 102 p.
- [6] Coupland D. Generation X : tales for an accelerated culture. New York: St Martin's press; 1991, 192 p.
- [7] Albarello L. Apprendre à chercher, 4^{ème} édition. Bruxelles: de boeck; 2015, 190 p.
- [8] Personae User Lab. Etude: comment utilisons-nous vraiment nos smartphones ?. Street observer 2015. [en ligne]. <<http://www.blogmoderateur.com/usages-smartphones>> [consulté le 02/09/19].
- [9] Kapandji A. Physiologie articulaire: I. membre supérieur, 6^{ème} édition. Paris: Maloine; Mai 2005, 384 p.
- [10] La « maladie du texto » fait de plus en plus de victimes. L'expansion l'express [en ligne]. Economie.High-tech. Novembre 2011. [consulté le 01/09/19]. Disponibilité sur internet : <<https://l'expansion.lexpress.fr/>>.
- [11] Ysidro-Tarazona A, Guerrero-Hernandez L, Ugarriza-Rodriguez L. Association between musculoskeletal symptoms, De Quervain tendinitis and frequency of use of smartphone. CASUS, revista de investigacion y casos en salud. March 2018. pp 110-116.
- [12] Canillas F, Colino A, Menendez P. Cellular phone overuse as a cause for trapeziometacarpal osteoarthritis : a two case report. Journal of orthopaedic case reports. October – Decembre 2014. pp 6-8.
- [13] Sehar B, Ashraf I, Rasool S, Raza A. Frequency of thumb pain among mobile phone user students. Journal of seikh zayed medical college. 2018; 9(2). pp 1406-1408.
- [14] Hui Toh S, Coenen P, Howie E, Straker L. The associations of mobile touch screen device use with musculoskeletal symptoms and exposures : a systematic review. Public Library of Science Online. August 2017. Disponibilité sur internet : <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0181220>>.
- [15] Ali M, Asim M, Danish S, Ahmad F, Iqbal A, Hasan S. Frequency of De Quervain's tenosynovitis and its association with sms texting. Muscles, ligaments and tendons journal. May 2014. pp 74-78.

[16] Institut national de recherche et de sécurité (INRS) Les troubles musculosquelettiques du membre supérieur (TMS-MS) : guide pour les préventeurs. 2^{ème} édition. Condé sur Noireau: Cordet; 2011, 97 p.

[17] Janos R. Proposal of mobile application for rehabilitation. Journal of automation and control. Vol 3, Num 2. 2015. pp 67-70.

[18] Ringer N. The use of mobile applications in preventive care and health-related conditions : a review of the literature. University of central florida undergraduate research journal. Vol 8,1. February 2016. pp 12-23.

[19] Staszuk A, Wiatrak B, Tadeusiewicz R, Karuga-Kuzniewska E, Rybak Z. Telerehabilitation approach for patients with hand impairment. Acta of bioengineering and biomechanics. Vol 18(4) 2016. pp 55-62.

[20] Dhar A, Nittala A, Yadav K. Tactback : Vibrotactile braille output using smartphone ans smartwatch for visually impaired. In The 13th web for all conference. Avril 2016. Montreal, Canada.

[21] Statista reasearch department. [consulté le 01/09/19]. L'usage des smartphones en France, [en ligne]. 2017. Disponibilité sur internet : <<https://fr.statista.com/themes/2758/l-utilisation-des-smartphones-en-france/>>.

[22] Conrard S, Picard A. Ethique et santé connectée, difficiles à concilier ? Kiné actualité n°1531 Novembre 2018: pp 18-21.

[23] Hossein A-K, Nayyereh J. Cornell Mobile Phone Hand Discomfort Questionnaires. Iran. [en ligne] <<http://ergo.human.cornell.edu/ahmobilephonemsquest.html>> [consulté le 02/09/19].

The CHDQ survey questionnaire was developed and used in the following research study :

Hedge A, Morimoto S, McCrobie D. Effects of keyboard tray geometry on upper body posture and comfort, Ergonomics, 42 (10), 1999. pp 1333-1349.

Crédits

Schéma de la main tiré de l'ouvrage d'Anatomie Fonctionnelle Tome 1 (A.I. KAPANDJI)

Utilisation de l'application Règle Pro développée par Fapps World et Cie S.E.C.S.

Photographies de la Partie 2 extraites des applications nommées.

Photographies des annexes 9 et 12 : modèle Mariette MILLET, réalisation Quentin GAIRAUD.

Photographies des annexes 3, 5 et 7 : modèles Marie LEPORT-GRIFFON, Camille OLDONI, Camille LEFEVRE, réalisation Kouimi TCHAKOUMI.

Montages vidéos réalisés par Sami JAOUADI.