

Processus d'appropriation et de mémorisation de raccourcis gestuels sur trackpad : Etude longitudinale des stratégies et usages des utilisateurs et impact d'une aide visuo-sémantique

Stéphane Safin

stephane.safin@telecom-paristech.fr
i3-SES, CNRS, Télécom Paris, Institut Polytechnique de
Paris
France

Bruno Fruchard

fruchard@cs.uni-saarland.de
Saarland University, Saarland Informatics Campus
Germany

Marie Maitrallin

marie.maitrallin@orange.fr
i3-SES, CNRS, Télécom Paris, Institut Polytechnique de
Paris
France

Eric Lecolinet

eric.lecolinet@telecom-paristech.fr
LTCI, Télécom Paris, Institut Polytechnique de Paris
France

RÉSUMÉ

Numerous gestural interaction techniques have been proposed to offer shortcuts to users. Evaluating their real effectiveness in terms of memorization is a difficult question, as most studies are carried out in the laboratory for a limited period of time, and therefore in conditions quite far removed from real use. In this article, we detail a longitudinal study on the spontaneous appropriation of a trackpad shortcut technique, and the effect of a visuo-semantic aid on memorization strategies, recall performance and the use of shortcuts. Six participants (including three with the visuo-semantic aid) were followed for six weeks. The results suggest that the presence of a visuo-semantic aid modifies memorization strategies, and allows users to memorize a greater number of shortcuts. The study also underlines the importance of the software configuration activity as a core part of its appropriation, and suggests that shortcuts might be less useful for their speed of activation than for their ease of use.

De nombreuses techniques d'interaction gestuelle ont été proposées pour offrir des raccourcis aux utilisateurs. Évaluer leur efficacité réelle en termes de mémorisation est une question difficile, la plupart des études étant effectuée en laboratoire pendant une durée limitée, donc dans des conditions assez éloignées d'un usage réel. Dans cet article, nous détaillons une étude longitudinale portant sur l'appropriation spontanée d'une technique de raccourcis gestuels sur trackpad, et l'effet d'une aide visuo-sémantique sur les stratégies de mémorisation, les performances de rappel et l'usage des raccourcis. Six participants (dont trois disposant de l'aide visuo-sémantique) ont été suivis pendant six semaines. Les résultats suggèrent que la présence d'une aide visuo-sémantique modifie les stratégies de mémorisation, et permet aux usagers de mémoriser

un plus grand nombre de raccourcis. L'étude souligne aussi l'importance de l'activité de configuration du logiciel comme constitutif de son appropriation, et suggère que les raccourcis pourraient être moins utiles pour leur rapidité d'activation que pour leur facilité d'usage.

CCS CONCEPTS

• **Hardware** → **Haptic devices**; • **Human-centered computing** → **Gestural input**.

KEYWORDS

Gestural Shortcuts, HCI Ergonomics, Longitudinal User Study

ACM Reference Format:

Stéphane Safin, Marie Maitrallin, Bruno Fruchard, and Eric Lecolinet. 2018. Processus d'appropriation et de mémorisation de raccourcis gestuels sur trackpad : Etude longitudinale des stratégies et usages des utilisateurs et impact d'une aide visuo-sémantique. In *IHM'21: Conférence Francophone d'Interaction Homme-Machine, April 13–16, 2021, Metz, France*. ACM, New York, NY, USA, 12 pages. <https://doi.org/10.1145/1122445.1122456>

1 INTRODUCTION

Nos ordinateurs personnels sont par essence extrêmement complexes, d'une part car ils permettent de réaliser un grand nombre de tâches différentes avec le même dispositif, et d'autre part car ils ne permettent que peu de différenciation entre individus, le même outil étant utilisé par tous [26]. A ce titre, un enjeu est de permettre aux usagers de se retrouver dans les nombreuses commandes (ouverture de logiciels, de fichiers ou de pages web, de fonctions d'édition, etc.) et de les activer de manière efficiente. Pour ce faire, les systèmes d'exploitation standard proposent des interfaces graphiques, permettant aux usagers de reconnaître les commandes, et des raccourcis (au clavier ou, de manière plus limitée, au trackpad), nécessitant de mémoriser ces commandes [4]. En plus de ces options installées par défaut, de nombreuses techniques d'interaction gestuelle ont été proposées pour offrir des raccourcis aux utilisateurs. Ces techniques d'interaction font émerger deux enjeux majeurs quant à leur usage.

Le premier est lié aux mécanismes de la mémorisation de commandes. Alors que la plupart des recommandations ergonomiques

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

IHM'21, April 13–16, 2021, Metz, France

© 2018 Association for Computing Machinery.
ACM ISBN 978-1-4503-XXXX-X/18/06...\$15.00
<https://doi.org/10.1145/1122445.1122456>

suggèrent de privilégier la reconnaissance à la mémorisation, les interfaces de raccourcis se basent sur l'idée qu'une mémorisation des commandes permettra une exécution plus rapide qu'avec les processus basés sur la reconnaissance (pointage et clic). Pour autant, la question est de savoir comment améliorer les performances de mémorisation, quelles aides peuvent être fournies et quels sont les processus mnémotechniques à l'œuvre.

Le deuxième enjeu porte sur l'évaluation de leur efficacité en situation réelle, en termes d'usages et d'appropriation. Si la plupart des propositions logicielles sont accompagnées d'études en laboratoire pour évaluer leur efficacité, ces approches souffrent de deux défauts majeurs : elles s'inscrivent dans une durée limitée, dans des conditions souvent éloignées des usages réels.

Ces deux questions sont intimement liées : l'appropriation en situation réelle de dispositifs de raccourcis repose en grande partie sur les stratégies et les modes de mémorisation de commandes mobilisés et construits par les utilisateurs. Notre objectif est donc d'abord de comprendre comment les utilisateurs se construisent des usages des raccourcis au cours du temps, c'est-à-dire comment ils mémorisent les commandes, quels raccourcis ils mobilisent, quelles sont les performances de mémorisation et quelle est la perception subjective de l'utilité des raccourcis. D'autre part, nous cherchons à identifier le rôle d'une aide visuo-sémantique pour supporter la mémorisation des commandes gestuelles.

Dans cet article, nous proposons d'étudier l'appropriation spontanée d'une technique de raccourcis gestuels sur trackpad [13] et l'effet d'une aide visuo-sémantique sur les stratégies de mémorisation, les performances de rappel et l'usage des raccourcis. Notre étude suit une approche longitudinale en situation réelle, deux caractéristiques qui sont, à notre connaissance, rarement mobilisées dans ce domaine de l'IHM. Durant 6 semaines, nous avons documenté l'utilisation de MarkPad par 6 participants, mené des interviews régulières et observé les activités de (re)configuration de raccourcis. Notre étude constitue une étude de cas sur la mémorisation de commandes en situation réelle.

2 ETAT DE L'ART

2.1 Appropriation en situation réelle

Les instruments que nous utilisons dans notre vie quotidienne et nos activités professionnelles sont constitués par deux entités en interaction [31] : l'outil à proprement parler (composante matérielle ou symbolique de l'instrument) et son pendant subjectif et comportemental (ses usages et la signification qui en est faite). Ainsi, l'outil ne fait pas par essence instrument, car le sujet construit en parallèle un usage. Cette question de l'appropriation technologique, comme construction subjective et active de la part du sujet, est importante à comprendre et à prendre en compte pour la conception de dispositifs d'interaction. Elle apparaît notamment essentielle dans la constitution de dispositifs de raccourcis, qui ne créent pas à proprement parler de nouvelles tâches nécessitant une recomposition explicite d'une activité, mais s'intègrent dans un ensemble de pratiques courantes.

On peut définir l'appropriation, à l'instar de [11] comme un processus social d'incorporation d'outils dans la vie personnelle de l'utilisateur qui se décrit comme "an entangled, cooperative process

of searching, becoming aware, installing, configuring and learning how to use new tools".

L'appropriation technologique recouvre trois dimensions complémentaires. Premièrement, une dimension comportementale, c'est-à-dire une intégration dans la pratique. Les individus, au contact de nouveaux outils définissent de nouveaux usages et réorganisent leurs schèmes d'action en relation avec les situations réelles sur lesquelles l'instrument permet d'agir [31]. Ces processus de transformation des pratiques sont caractérisés par des manipulations logicielles évoluant avec le temps, comme un usage plus intensif ou une extension des fonctionnalités mobilisées [9], au cours du développement progressif de la maîtrise de l'usage du dispositif [34].

Deuxièmement, l'appropriation a une dimension subjective. Non seulement le sujet développe des comportements, mais aussi des préférences d'usage du nouveau dispositif [34]. De manière plus profonde, les outils prennent aussi réalité en s'incorporant dans les systèmes de signification des sujets [10], permettant à ces derniers de se construire des représentations pour l'action [12]. Dans cette dimension subjective, l'outil matériel devient un objet de narrations par ses utilisateurs [30].

Troisièmement, l'appropriation possède une dimension transformatrice. [11] définissent l'appropriation comme un processus social d'incorporation d'outils dans la vie personnelle des usagers, y compris par un processus de personnalisation consistant à installer et (re)configurer les outils. Rabardel [31] décrit que la genèse de l'instrument, outre l'élaboration de schèmes, passe aussi par un processus d'instrumentation, c'est-à-dire de modification de l'objet technique. Ainsi, il n'existe pas deux ordinateurs personnels strictement identiques : l'arborescence de fichiers, l'installation de logiciels, la configuration de commandes ou la décoration physique ou numérique sont autant de marqueurs d'appropriation.

S'agissant de l'utilisation des raccourcis, s'il est important de saisir les mécanismes de transition en termes de performance et de comportement [3], il nous apparaît aussi important de saisir ces transitions au long terme, sur leurs dimensions subjectives et transformatrices. Notre étude a pour objectif d'aborder ces trois dimensions de l'appropriation.

2.2 Interfaces de raccourcis

Les raccourcis clavier sont les raccourcis les plus utilisés dans les applications actuelles utilisant le paradigme WIMP. Ils permettent de sélectionner une commande rapidement en appuyant en même temps sur plusieurs touches du clavier. Leurs principales faiblesses sont de ne pas avoir de liens directs avec les commandes qui leurs sont associées, sauf quand la lettre initiale du nom de la commande est utilisée, ce qui entraîne des conflits (par exemple, les commandes copier et coller commencent par la même lettre). Plusieurs méthodes ont été proposées pour y remédier et aider les usagers à mémoriser de tels raccourcis, par exemple en superposant le raccourci à effectuer [24], en l'affichant dans les icônes [16], ou en affichant le nom des commandes sur les touches du clavier [23].

Les raccourcis gestuels constituent une alternative intéressante aux raccourcis claviers [38]. Une des premières techniques proposées, les Marking menus [21], proposent de sélectionner des commandes rapidement à l'aide de gestes directionnels. Ce type de menu a introduit la notion de mode expert et de mode novice, ce dernier

permettant aux utilisateurs débutants d'apprendre les gestes en les voyant, puis de les effectuer rapidement sans aide visuelle. Un point important est que le passage d'un mode à l'autre se fait avec fluidité (le mode expert n'intervient que si l'interaction est rapide), ce qui permet à l'utilisateur d'apprendre les gestes par en les répétant.

D'autres techniques dérivent de ces principes. Octopocus [5] adapte les aides visuelles montrées aux usagers au geste qu'ils sont en train d'effectuer. Les Bezel gestures [32] et Bezel menus [18], B2B [20], SCM [15] ou encore MarkPad (utilisé dans cet article), s'intéressent à l'utilisation de gestes directionnels sur des petites surfaces (avec l'avantage que les gestes partants des bords n'entrent pas en conflit avec les interactions usuelles).

La plupart de ces travaux ne concernent pas la configuration des gestes et des associations gestes/commandes par l'utilisateur. Les possibilités de configuration sont de plus souvent assez limitées, MarkPad [13] faisant exception, ou Keyboard Maestro [19] pour les raccourcis clavier. Pourtant la personnalisation est une composante essentielle de l'appropriation. Nous nous intéressons elcici particulièrement à la façon dont les usagers personnalisent des gestes et à l'influence sur l'apprentissage.

2.3 Mémorisation de commandes

La mémoire comporte des types de mémoires relativement indépendants les uns des autres [2]. Les combiner permet d'augmenter leur potentiel. Nous présentons brièvement sur quels processus de la mémoire nous nous reposons pour la mémorisation de raccourcis.

La mémoire spatiale nous aide à localiser les objets et à nous orienter dans l'espace. Quelques techniques d'interaction l'ont mise à profit pour la mémorisation de commandes avec des interfaces utilisateur 2D [17, 33, 36] ou 3D [14, 29]. Pour que ces techniques fonctionnent efficacement, la configuration spatiale doit rester stable dans le temps [8], ou n'évoluer qu'occasionnellement [29].

La mémoire des objets (ou images) repose sur la mémorisation des caractéristiques d'un objet ou d'un matériau (couleur, taille, orientation, etc.) Yates [37] et Briggs [7] ont montré l'importance de l'imagerie dans les techniques mnémotechniques (comme la méthode des loci décrite ci-après), la mémorisation étant d'autant plus élevée que les images sont étonnantes, voire dérangeantes.

La mémoire sémantique est une composante de la mémoire explicite qui nous permet de stocker et d'accéder à des connaissances générales [35]. Ce type de mémoire permet de mémoriser des concepts qui peuvent être associés à différents stimuli (p.ex. des émotions peuvent être associées à des images ou des couleurs) [2]. En outre, la répétition d'actions et le développement de l'expertise participent de l'ancrage des actions en mémoire procédurale [2]. Cette mémoire est implicite et incarnée, et résolument orientée vers l'action.

Combiner plusieurs types de mémoire mène à de meilleures performances de rappel. La théorie du double codage développée par [28] suggère que l'apprentissage de concepts est facilité par l'utilisation d'images auxiliaires, ceci permettant de double coder l'information. Une approche similaire est utilisée par la méthode des loci, bien connue des mnémotechniciens, qui permet de mémoriser une quantité considérable d'informations [37]. Cette méthode combine mémoire spatiale et sémantique via la création par l'utilisateur de scénarios marquants localisés dans un espace imaginaire ou physique.

Physical Loci [29], qui est une adaptation de cette méthode à l'IHM, propose d'associer des commandes à des positions sur le mobilier d'une pièce familière (e.g. le salon). Elle incite de plus les utilisateurs à inventer des « histoires » liant commandes et objets physiques pour créer des scénarios mémorables.

Notre étude adopte cette approche en proposant des aides sémantiques et visuelles pour faciliter l'apprentissage de raccourcis. Nous proposons de laisser les usagers personnaliser la position de raccourcis sur une image possédant des repères visuels et spatiaux contrastés dans le but de mieux comprendre leurs stratégies de mémorisation.

3 CONTEXTE : MARKPAD

Cette étude repose sur l'utilisation d'une technique d'interaction gestuelle pour pavé tactile, MarkPad [13], qui permet aux usagers d'effectuer des raccourcis gestuels déclenchant différents types d'actions comme ouvrir une page web, ouvrir un fichier, activer une commande dans un logiciel, contrôler un lecteur multimédia, etc. Ces raccourcis peuvent être définis rapidement par les utilisateurs à l'aide d'une interface de configuration. Par exemple, l'utilisateur peut rassembler toutes les actions (applications, commandes, pages Web, etc.) liées à une tâche, une activité ou un projet dans un groupe agissant comme une sorte de zone conceptuelle. La façon dont un utilisateur agence ses raccourcis peut être très personnelle et avoir un impact important sur le processus d'apprentissage et de mémorisation.

Les raccourcis de MarkPad partent de zones situées sur les bords du pavé tactile pour éviter d'entrer en conflit avec les interactions standard. Plusieurs raccourcis peuvent partir de la même zone, créant ainsi un menu gestuel. Les usagers ouvrent un menu en plaçant leur doigt sur la zone dédiée, et sélectionnent une commande de ce menu en finissant leur raccourci dans une autre zone située sur le pavé tactile (Figure 1). Chaque menu peut contenir un grand nombre de raccourcis. Ces groupes sémantiques facilitent non seulement la découverte ou la recherche de raccourcis [27], mais aussi l'apprentissage et la mémorisation [2, 6].

MarkPad fournit à la fois un mode novice et un mode expert, en s'appuyant sur des raccourcis gestuels simples qui sont identiques dans les deux modes. Le mode novice se déclenche par un appui long (2 secondes) sur l'une des zones de départ (menus) de raccourcis. En mode novice, le menu correspondant à la zone touchée s'affiche sur l'écran de l'ordinateur, montrant ainsi à l'utilisateur les gestes qu'il peut effectuer. Cette interface visuelle peut être augmentée par une image en arrière-plan de manière à induire des associations visuelles et sémantiques entre les gestes et cette image. L'interaction se fait sans aide visuelle en mode expert.

4 OBJECTIFS

Notre étude poursuit deux objectifs complémentaires. Premièrement, il s'agit de comprendre, en situation réelle, la prise en main de MarkPad, les stratégies de mémorisation des raccourcis, les choix de configuration, et l'usage du dispositif dans ses premières semaines d'utilisation. A cette fin, notre étude possède deux caractéristiques singulières : d'une part elle est menée en situation réelle (les usagers installent le logiciel sur leur propre ordinateur, pour effectuer leurs propres activités quotidiennes), d'autre part le dispositif d'étude

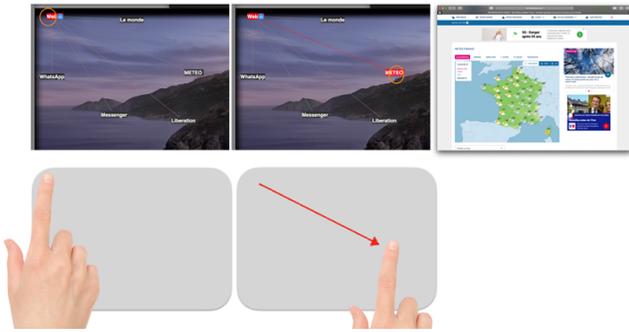


FIGURE 1: MarkPad : en mode novice. (Gauche) : l'utilisateur touche une zone près du bord du trackpad, le menu correspondant à cette zone s'affiche sur l'écran après un court délai. (Milieu) : l'utilisateur déplace son doigt vers la commande souhaitée sur le trackpad (la position du doigt est représentée à l'écran). (Droite) : la commande s'exécute, ici afficher la météo sur un navigateur Web. En mode expert, l'utilisateur fait exactement le même geste sur le trackpad, mais plus rapidement, de telle sorte que le menu ne s'affiche pas.

est longitudinal. Les usagers peuvent utiliser MarkPad comme ils l'entendent pendant six semaines, des entretiens réguliers avec eux permettant d'appréhender l'évolution de leur usage. Dans ce dispositif, nous cherchons à investiguer les questions suivantes :

- Quel est l'usage du logiciel : nombre de raccourcis mobilisés et leur usage, utilisation des modes expert et novice. Ces données d'usage sont traitées par l'analyse de fichiers log.
- Quelles sont les performances de mémorisation des raccourcis ? Sont-elles liées à l'usage ? Ces données de mémorisation sont récoltées via une tâche de rappel régulière.
- Quelles sont les stratégies de mémorisation des raccourcis ? Ces données sont récoltées via un entretien clôturant l'expérience.
- Du point de vue subjectif des utilisateurs, quels sont les avantages et inconvénients du dispositif ? Dans quelles situations et pour quelles commandes les utilisateurs préfèrent-ils utiliser MarkPad ou d'autres modes de commande ? Comment la technique d'interaction s'inscrit-elle dans leurs habitudes de manipulation de leur ordinateur ? Ces questions sont traitées par l'observation des séances de (re)configuration de MarkPad par les utilisateurs, ainsi que par des entretiens réguliers. Cette approche, relativement originale en IHM, vise à mieux cerner les enjeux personnels et subjectifs de l'utilisation de techniques d'interaction gestuelle sur le long terme.

Deuxièmement, il s'agit d'identifier comment une aide visuo-sémantique facilite la mémorisation des raccourcis. Pour ce faire, nous avons ajouté une fonctionnalité d'image en arrière-plan, qui s'affiche lors de l'activation du mode novice (et uniquement en mode novice), et permet aux utilisateurs d'associer leurs raccourcis à des éléments de l'image, afin de faciliter la mémorisation. La moitié des sujets se voient installer cette image, afin de permettre des comparaisons entre les groupes pour identifier un effet de cette aide. Notre hypothèse est que la présence de l'image devrait permettre

de mieux retenir les raccourcis, et de moins utiliser le mode novice, une fois cette stabilisation effectuée [28].

5 MÉTHODOLOGIE

5.1 Participants

Cette étude regroupe six participants : 2 hommes et 4 femmes (Moyenne d'âge = 27 ans ; minimum = 21, maximum = 40). Les sujets possèdent tous un ordinateur portable Mac (MarkPad ne fonctionnant actuellement que sous MacOS) muni d'un trackpad (tournant sous MacOS 10.12 à 10.15) et sont familiers de son usage. Tous les participants sont droitiers (dont un ambidextre), ils sont étudiants ou chercheurs. Les participants sont répartis aléatoirement en deux groupes : le groupe "image" se voit installer une version de MarkPad possédant une aide visuo-sémantique, le groupe "contrôle" se voit installer la version standard. Les participants ont tous signé les formulaires de consentement à la recherche.

5.2 Dispositif

Nous mobilisons une approche longitudinale durant six semaines, les participants étant libres d'utiliser MarkPad à leur convenance. Il leur est cependant demandé de ne pas modifier la configuration de leurs raccourcis en l'absence de l'expérimentateur. Cinq rendez-vous, numérotés de M1 à M5 dans cet article, sont pris avec les participants. Ils ont lieu chaque semaine (sauf le dernier à deux semaines d'intervalle avec le précédent pour laisser plus de temps aux participants), avec des objectifs spécifiques.

Le rendez-vous M1 consiste en l'installation de MarkPad et au choix de la configuration de départ (voir section 5.3). Au rendez-vous M2, l'image est installée pour le groupe « image » (voir section 5.4) et l'éventuelle reconfiguration du logiciel (ajouts, suppressions et déplacement de raccourcis) est observée.

Les rendez-vous M3 et M4 sont établis sur la même structure : une tâche de rappel des raccourcis (voir section 5.5.2), l'observation et l'analyse de l'activité de reconfiguration de raccourcis le cas échéant, et un entretien sur l'usage de MarkPad. Le rendez-vous M5 est consacré, en plus de la tâche de rappel, à un entretien de clôture portant sur les stratégies de mémorisation (voir 5.5.4) et à la récupération des fichiers log (voir 5.5.1). L'ensemble de ces dispositifs de prise de données est détaillé dans les points ci-dessous.

5.3 Configuration initiale

Quatre configurations initiales sont proposées aux participants (Figure 2 à gauche) de manière à leur laisser choisir celle qui est le plus adaptée au positionnement spontané de leur main. Ces 4 configurations ne varient que sur l'emplacement des zones de départ des raccourcis.

Les configurations initiales comportent 5 zones de départ (correspondant à des menus) auxquelles sont affectées des zones d'arrivée (correspondant aux raccourcis gestuels). Les zones d'arrivée sont disposées radialement (Figure 2 à droite). Les commandes associées aux menus et leurs raccourcis sont distribuées comme suit :

- Menu "ouverture de page web" (journaux, moteur de recherche, Netflix, etc.) – 6 raccourcis
- Menu "médias sociaux" (Facebook, Twitter, LinkedIn, etc.) – 6 raccourcis



FIGURE 2: A gauche : les quatre configurations (emplacements des zones de départ sur le trackpad) proposées aux sujets. Au centre : l'emplacement « naturel » de la main sur le trackpad privilégiant la configuration haut-gauche. A droite : les zones d'arrivées (cadres pointillés) des raccourcis (flèches) partant d'une zone de départ (cadre gris).



FIGURE 3: Aide visuo-sémantique installées dans le mode « novice » du groupe « image ».

- Menu "lancement d'application" (éditeurs de textes, navigateurs, etc.) – 7 raccourcis
- Menu "activation de fonction" (copier, coller, affichage plein écran, volume, etc.) – 6 raccourcis
- Menu "accès fichiers/dossiers", lesquels sont choisis par les participants lors de l'installation.

Lors de l'installation, le participant est invité à faire une première reconfiguration minimale : choix des fichiers et dossiers. dans le menu "fichiers", suppression de raccourcis manifestement inutiles (ex : supprimer Twitter si le participant n'a pas de compte Twitter). Cette configuration peut moduler légèrement le nombre de raccourcis de chaque participant.

5.4 Aide visuo-sémantique

L'image installée pour le groupe "image" est illustrée à la Figure 3). Elle a été construite avec les critères suivants : une image d'espace intérieur permettant de faire des projections spatiales dans un univers a priori connu (cf. méthode des loci) ; la présence de nombreux éléments visuels d'univers sémantiques variés (échelle, télévision, appareil photo, etc.) pour favoriser les associations sémantiques de natures différentes ; la déformation des rapports d'échelle des éléments de l'image (ex : l'appareil photo largement surdimensionné) afin d'attirer l'attention sur ces éléments et favoriser leur mémorisation ; et enfin un fort contraste et une saturation en couleurs pour favoriser la construction d'une image mentale.

L'image s'affiche lors de l'activation du mode novice et de la configuration des raccourcis, mais pas en mode expert. L'idée est que les utilisateurs construisent des liens entre les éléments de l'image et les zones de départ et d'arrivée des raccourcis . Par exemple, un raccourci partant de la droite du trackpad (fenêtre dans

l'image) et aboutissant à une zone située au milieu-haut du trackpad (mappemonde sur l'image) pourrait être associé à un raccourci vers Google Maps (la fenêtre renvoie à l'idée d'Internet, donc une "fenêtre" sur l'information et la mappemonde à l'idée de carte). Ces associations éventuelles sont construites par les participants, et ne sont pas proposées par l'expérimentateur.

5.5 Recueil de données

5.5.1 Fichiers logs. Afin d'analyser les usages, nous récupérons les fichiers logs. Pour chaque activation d'un raccourci, MarkPad enregistre un code temps, le raccourci utilisé et si ce raccourci est activé en passant par le mode novice ou expert, dans un fichier CSV analysé par la suite. L'enregistrement des actions est continu afin de permettre d'obtenir des statistiques d'usage précises. Les fichiers logs ont été enregistrés à partir de la semaine 2, une fois les deux groupes formés.

5.5.2 Tâche de rappels. La tâche de rappel consiste à demander aux participants de dessiner, au crayon sur une trame vide, les raccourcis configurés (couple zone de départ-zone d'arrivée). Cette tâche est répétée trois fois (rendez-vous M3, M4 et M5) et chaque raccourci du participant se voit attribuer un des labels suivants : Correct si le raccourci est correctement rappelé ; Omis s'il n'est pas mentionné ; Erreur si la fonction du raccourci est rappelée mais que le geste associé est mal positionné.

5.5.3 Données qualitatives sur les usages, préférences et configurations. Lors des différents rendez-vous (M2 à M5), les participants à l'étude étaient invités, après la tâche de rappel, à reconfigurer les raccourcis s'ils le souhaitaient. Ces sessions de reconfiguration ont été enregistrées. De même, des entretiens portant sur l'usage de MarkPad par les participants ont été menés lors de ces rendez-vous. Au rendez-vous M5, un entretien de bilan a été mené, visant à identifier, pour chacun des raccourcis configurés, les stratégies de mémorisation (voir point suivant) et les préférences d'usage : pour quelles raisons MarkPad est-il utilisé préférentiellement à d'autres voies d'accès à la commande, ou non.

Les entretiens et les verbalisations lors des observations ont été retranscrits, et les extraits de verbatim ont été catégorisés par thématiques. Comme il s'agit pour l'essentiel de verbalisations spontanées, elles n'ont pas de valeur exhaustive, mais permettent de mieux comprendre les processus sous-jacents aux activités analysées. Dès que pertinent, nous mobilisons ces données qualitatives pour compléter et interpréter les données quantitatives.

5.5.4 Stratégies de mémorisation. Comme évoqué, lors du dernier entretien (M5), chaque participant est invité à exprimer, avec ses propres mots et pour chacun de ses raccourcis, sa stratégie de mémorisation en répondant à la question suivante « Comment te rappelles-tu de ce raccourci ? ». Sur base des verbatims, nous procédons à une catégorisation par induction, c'est-à-dire que nous regroupons et catégorisons les verbatims de manière itérative afin d'aboutir à un nombre raisonnable de catégories cohérentes. Ce processus mène à la définition de cinq grandes classes de stratégies de mémorisation, détaillées dans les résultats.

Pour le même raccourci, plusieurs stratégies peuvent coexister, ou se substituer l'une à l'autre. Pour les analyses, nous ne considérons que la stratégie dominante utilisée pour chaque raccourci, ou la dernière mise en place

5.6 Analyses statistiques

Pour les statistiques inférentielles, nous utilisons Chi2, des tests t de Student et des Anova pour tester l'indépendance des variables évaluées. Vu le nombre réduit de sujets, et l'extrême variabilité des situations (vu que les usages sont effectués en situation réelle), nous considérons qu'un seuil de 10% est acceptable pour considérer une différence comme significative.

Les données catégorielles sont évaluées en calculant l'indice V2 de Cramer, une mesure globale de l'ordre de grandeur d'une association entre deux variables. Cet indice est calculé en utilisant le Phi2 divisé par Phi2 maximum, Phi2 maximum étant la plus petite dimension du tableau moins 1. Cet indice s'étend de 0 à 1. Il est conventionnellement considéré comme étant petit sous un seuil de 0.04, intermédiaire jusqu'à 0.16, et puissant au-delà. En complément, nous calculons les taux de liaison qui mesurent les associations locales entre différentes modalités de chaque variable. Ceux-ci sont calculés sur la base d'une comparaison entre les fréquences observées et attendues (c.-à-d. celles qui auraient été obtenues s'il n'y avait pas d'associations entre les variables). Nous observons une attraction quand les taux de liaison sont positifs, et une répulsion quand ils sont négatifs. Nous considérons une association forte au-delà d'un seuil de 0,5 (ou -0,5).

6 RÉSULTATS

6.1 Rappel et configuration des raccourcis

6.1.1 Rappel des raccourcis. Afin d'identifier la performance avec ou sans image, nous calculons des taux de rappel des raccourcis. Ce taux est calculé sur la base du nombre de raccourcis rappelés lors des tâches de rappel, divisé par le nombre de raccourcis effectivement configurés au moment de cette tâche. Le Tableau 1 récapitule, pour les deux groupes, le taux de rappel moyen à chaque tâche de rappel et la Figure 4 montre l'évolution du taux de rappel par participant.

TABLE 1: Taux de rappel par groupe

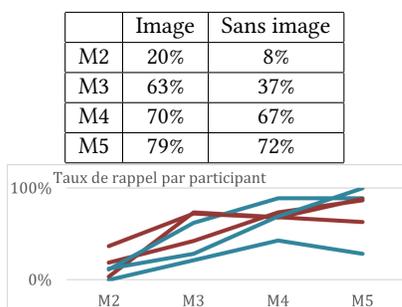


FIGURE 4: Taux de rappel par groupe et participant (en rouge participants du groupe image, en bleu sans image)

A la lumière de ces données, il apparaît que la présence d'une aide visuo-sémantique ne permet pas un meilleur taux de rappel, même si

cette aide semble accélérer les performances de rappel. Pour autant, seul le facteur « temps » a une influence significative ($F(3,12)=19.59$, $p<0,01$) sur les performances de rappel. Néanmoins, comme évoqué, le taux de rappel est calculé en fonction du nombre de raccourcis présents lors de la tâche, nombre par essence évolutif. Un autre indicateur pertinent, le nombre total de raccourcis rappelés par les sujets (Tableau 2, Figure 5), affiche des différences plus marquées.

TABLE 2: Nombre de raccourcis rappelés par groupe

	Image	Sans image
M2	6	2
M3	14,33	6,66
M4	17,33	10,33
M5	17,66	11

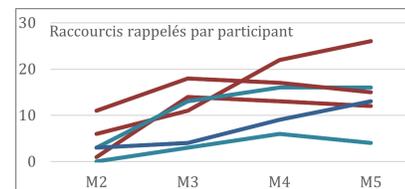


FIGURE 5: Nombre de raccourcis rappelés par groupe et participant (en rouge groupe image, en bleu sans image)

Ces données montrent clairement que les utilisateurs tendent à mémoriser, avec le temps, de plus en plus de raccourcis ($F(3,12)=9.178$, $p<0,01$). Elles suggèrent également que les participants du groupe « avec image » peuvent retenir davantage de raccourcis que les participants de l'autre groupe (environ 60% en plus), mais ce résultat n'est pas significatif du fait de la variabilité des données ($F(1,4) = 3,95$; $p=0,118$).

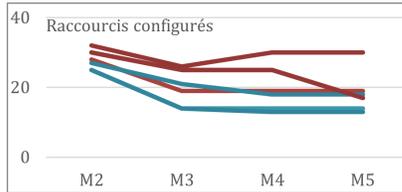
6.1.2 Nombre de raccourcis configurés. Il nous faut donc comprendre comment les participants reconfigurent leur logiciel. Pour rappel, à chaque rendez-vous hebdomadaire, les participants étaient invités à reconfigurer leurs raccourcis : les modifier, en ajouter, en supprimer. Si on observe l'évolution de la configuration des raccourcis dans le temps (Tableau 3, Figure 6), on constate qu'il y a une tendance globale à la diminution des raccourcis avec le temps ($F(3,12)=20.29$, $p<0,01$) et que le groupe possédant une aide visuo-sémantique tend globalement à configurer plus de raccourcis ($F(3,12)=6.10$, $p<0,1$).

Ces résultats suggèrent que la présence d'une image visuo-sémantique encouragerait les utilisateurs à configurer davantage de raccourcis, ou, plus exactement, à en supprimer moins. Ce processus de suppression n'est pas surprenant, tous les raccourcis présents dans la configuration initiale n'étant pas forcément utiles pour un utilisateur donné. On peut faire l'hypothèse que la possibilité d'associer des raccourcis avec une image et un contenu sémantique inciterait les participants à garder configurés des raccourcis utilisés moins fréquemment, mais qui s'avèrent tout de même utiles.

Néanmoins, les données ne représentent que le nombre global de raccourcis existant à la fin de chaque rendez-vous, certaines commandes ayant été supprimées et d'autres ajoutées. Si l'on additionne les modifications de commandes (déplacer la zone d'arrivée ou de

TABLE 3: Nombre de raccourcis configurés par groupe

	Image	Sans image
M2	30	25,66
M3	23,33	16,33
M4	24,66	15
M5	22	15

**FIGURE 6: Nombre de raccourcis configurés par groupe et participant (en rouge groupe image, en bleu sans image)**

départ), les créations de raccourcis et les suppressions, on constate que l'activité de reconfiguration est très intense, notamment dans les premières semaines avec une moyenne de 26,8 raccourcis modifiés/ajoutés/supprimés au rendez-vous M2 (soit un nombre plus important de reconfigurations que de raccourcis configurés au départ). Ce nombre descend drastiquement aux rendez-vous suivants : une moyenne de 5 en M3 et de 1,5 en M4. Si ceci montre que la configuration initiale standard n'est pas optimale, cela met aussi en avant la pertinence de l'interface de configuration, qui permet en effet aux participants de massivement adapter les raccourcis à leurs besoins.

6.1.3 Stratégies de configuration. Lors des différentes activités de configuration, ainsi que lors des entretiens de clôture (M5), différents éléments sont apparus concernant les stratégies de reconfiguration du logiciel.

La première constatation est que la configuration des raccourcis est un processus de construction actif de relations sémantiques et topographiques. Ce processus de construction participe à la mémorisation des raccourcis. Les utilisateurs insistent en effet sur le fait que la configuration de MarkPad, la création ou la modification des raccourcis, fournissent des occasions de mémorisation. *"il faut que je m'approprie chaque possibilité et que ce soit moi qui définisse plutôt que quelqu'un d'autre parce que sinon je retiens pas. Si c'est moi ce sera forcément logique dans ma tête"*. Plusieurs participants insistent sur cette nécessité de configuration personnelle, bien qu'elle prenne du temps. Cette remarque explique en partie le très grand nombre de reconfigurations dans les premières semaines.

Les utilisateurs mentionnent des stratégies plus ou moins élaborées et plus ou moins explicites de définition des raccourcis, portant sur :

- La taille et la localisation des zones de départ et d'arrivée, par exemple, de grandes zones bien distinctes pour faciliter les gestes.
- Les types de gestes : des "petits gestes automatiques" ou au contraire des longs gestes bien discriminés les uns par rapport aux autres. Une autre stratégie consiste à configurer des gestes "simples" (mouvement vertical ou horizontal)
- La progressivité de la configuration : *"au début, moi je me suis précipitée à vouloir mettre plein plein de trucs qui au final*

ne sont pas forcément utiles, et en plus ça dessert la cause avec tous les faux-positifs"

- La quantité de raccourcis. Plusieurs utilisateurs estiment qu'il faut un nombre "raisonnable" de zones, et donc de raccourcis. Le nombre configuré au départ (25 à 30 raccourcis, en 5 zones) ne suscite aucune remarque négative, et semble être raisonnable pour les participants. Néanmoins, l'analyse des données d'usage (logs) montre que seuls quelques raccourcis (entre 5 et 14 par participant, avec une moyenne de 7,5) sont mobilisés de manière régulière, soit plus de 10 fois sur les 4 semaines d'analyse des logs.

En outre, comme évoqué plus haut, l'activité de configuration est en soi un moment important, comportant une dimension réflexive : *"Le fait de configurer c'est un processus intéressant ça te fait réfléchir à comment tu travailles, ce dont t'as besoin, c'est quoi tes habitudes, etc."*.

6.2 Stratégies de mémorisation

Lors de l'entretien au rendez-vous M5, chaque raccourci, à l'exception de ceux ayant été supprimés au cours de l'étude, est passé en revue, et les participants s'expriment sur leur stratégie de mémorisation. Les stratégies de mémorisation singulières sont regroupées en cinq catégories :

Stratégie visuo-sémantique. Cette stratégie concerne uniquement le groupe bénéficiant de l'aide sémantique visuo-spatiale. Il s'agit d'une association sémantique entre le raccourci et des éléments de l'image (e.g. la fonction « plein écran » associé avec la télévision de l'image sémantique visuo-spatiale car c'est également un écran).

Stratégie d'analogie gestuelle. Cette stratégie repose sur un rapport analogique entre le raccourci et le geste effectué, c'est-à-dire une ressemblance entre la forme du geste et la fonction du raccourci. Par exemple, un geste vers le haut pour augmenter le volume et vers le bas pour le diminuer, ou encore un geste latéral de droite à gauche pour changer de page.

Stratégie topographique. Cette stratégie consiste à mémoriser un raccourci en fonction de sa position relative à d'autres raccourcis. Elle implique nécessairement plusieurs raccourcis. Par exemple, des raccourcis permettant de lancer des logiciels de traitement de texte différents peuvent être regroupés dans une même région du trackpad, ou utiliser le même geste avec des longueurs différentes.

Stratégie procédurale. Cette situation correspond au cas où les participants utilisent un geste ancré dans sa mémoire, sans qu'il n'y ait analogie gestuelle ou topographique avec d'autres gestes. C'est l'exécution du geste qui est mémorisée.

Pas de stratégie particulière. Plusieurs participants, placent des raccourcis de façon aléatoire, là où il reste de la place pour les mettre ou gardent la configuration de base de certains de leurs raccourcis. Ils ne développent pas de stratégie particulière de mémorisation, ou du moins n'en évoquent pas lors des entretiens.

A noter que les stratégies considérées sont celles décrites par les participants lors du dernier entretien. Nous ne pouvons exclure l'hypothèse que ces stratégies aient pu être modifiées dans le temps, mais nous ne considérons ici que les stratégies stabilisées (après 6 semaines d'utilisation). De même, en cas d'évocation de plusieurs stratégies de mémorisation sur un même raccourci, seule la stratégie évoquée comme dominante a été prise en compte.

TABLE 4: Nombre d'usage moyen des raccourcis par stratégie de configuration

Stratégie	Usage moyen des raccourcis
Analogie gestuelle	47,7
Procédurale	19,83
Visuo-sémantique	13,81
Topographique	14,98
Pas de stratégie particulière	11,2

TABLE 5: Attractions (en vert) et répulsions (en rouge) des stratégies de mémorisation en fonction des groupes, calculées à base du taux de liaison au seuil de 0,5

	Groupe image		Groupe contrôle	
Pas de stratégie particulière	3	5,6%	12	28,6%
Analogie gestuelle	6	11,1%	4	9,5%
Procédurale	3	5,6%	3	7,1%
Visuo-sémantique	22	40,7%	0	0,0%
Topographique	20	37,0%	23	54,8%

Le lien entre la stratégie de mémorisation d'un raccourci et sa fréquence d'usage est significatif (Tableau 4, $F(4,91) = 3,38$; $p < 0,05$), c'est-à-dire que plus un participant utilise un raccourci, plus certaines stratégies seront utilisées (ou inversement, un type de stratégie invite à un usage plus fréquent). L'analyse des comparaisons post-hoc montre que seule la stratégie de mémorisation par analogie gestuelle diffère de toutes les autres. Ceci nous invite à faire plusieurs hypothèses interprétatives concurrentes :

- Le fait d'avoir une stratégie de d'analogie gestuelle s'avère très efficace, et incite donc les participants à utiliser massivement ces raccourcis.
- Les participants peuvent mettre en place préférentiellement des stratégies d'analogie gestuelle pour faciliter la mémorisation des raccourcis qu'ils savent devoir utiliser régulièrement.
- La stratégie d'analogie gestuelle est associée préférentiellement avec des fonctions qui doivent être utilisées souvent. Si l'on regarde quels types de raccourcis sont associés à ce type de stratégie, on constate en effet, qu'elle est utilisée pour les fonctions de déplacement et redimensionnement des fenêtres (P1, P5) de réglage du volume (P1, P6) et pour naviguer dans les fenêtres d'une même application (P1). Or, ces deux dernières fonctions s'effectuent généralement en plusieurs actions : appeler plusieurs fois le raccourci « Augmenter le volume » pour arriver au niveau sonore désiré.

Le lien entre les stratégies mises en place et l'utilisation du mode expert n'est pas significatif ($F(4,91) = 0,48$; n.s.), c'est-à-dire que les participants ne font pas plus ou moins appel au mode novice (affichage des raccourcis) en fonction des types de mémorisation.

En revanche, le lien « type de stratégie » et « groupe » est significatif (khi-deux = 26,93, ddl = 4, $p < 0,01$) et l'association entre les deux variables est très forte ($V2 = 0,28 > 0,16$). Le tableau 5 détaille les occurrences des différentes stratégies dans les deux groupes, avec un calcul des attractions et des répulsions (via les taux de liaison, au seuil de 0,5).

Sans surprise, le groupe « image » mobilise fortement la stratégie visuo-sémantique, qui semble remplacer la catégorie « pas de stratégie particulière », très réduite pour ce groupe. Dans le groupe

contrôle, l'absence d'aide visuo-sémantique, et donc de stratégie de mémorisation sémantique, ne semble pas compensée par l'usage d'une autre stratégies.

6.2.1 Analyse quantitative des stratégies de mémorisation. Plusieurs constatations peuvent être faites relativement aux stratégies de mémorisation, qui permettent d'interpréter les comportements observés des sujets. Les données issues des entretiens confirment que les sujets formalisent deux processus de mémorisation parallèles :

- Une mémorisation visuelle. Il s'agit de mobiliser les éléments visuels, de former une image mentale du système de raccourcis, et de remémorer les raccourcis par une projection dans l'image. Ce type de mémorisation est évidemment soutenu par l'aide visuo-sémantique, mais pas exclusivement : les stratégies de mémorisation topographique sont aussi de cet ordre.
- Une mémorisation gestuelle, plus incarnée : on se souvient du geste directement. Un participant relate même se souvenir plus facilement des gestes que des raccourcis qui leur sont associés "Donc c'est pas tant l'emplacement par cœur dont je me souviens mais c'est le plus le geste en soi. Et parfois même quand je ne sais pas quel raccourci il y a, j'essaie de faire des gestes voir si ça me rappelle quelque chose [...] en faisant ce geste je sais que je connais ce geste"

En outre, le rappel des raccourcis ne se fait pas isolément, mais au travers d'une appréhension globale du système de raccourcis "Vu que les raccourcis sont un peu tous interconnectés entre eux j'essaie de me caler sur ceux que j'ai déjà et je réfléchis, ou alors j'essaie de me voir faire les gestes que je peux faire d'habitude quand j'utilise mon ordi et que je lance les raccourcis". Ainsi la mémorisation visuo-sémantique proposée par l'image ajouterait un canal supplémentaire, mais ne se substituerait pas aux autres. Les données quantitatives montrent que les stratégies visuo-sémantiques sont associées à des raccourcis avec une fréquence d'utilisation assez faible, ce qui plaide aussi pour l'hypothèse de l'ajout d'un canal supplémentaire de mémorisation réservé à des raccourcis moins nécessaires au quotidien.

S'agissant des stratégies visuo-sémantiques, elles sont pour la plupart très personnelles : (« Tu vois ça c'est comme Netflix et plein écran, pour moi ils vont ensemble donc ils sont à la même place juste dans des menus différents »), bien que certaines soient partagées par plusieurs utilisateurs (la fenêtre de l'image renvoie au raccourci vers la météo pour plusieurs participants). Cette observation est cohérente avec des résultats obtenus dans des études précédentes [14, 29] mettant en évidence la facilité des participants à établir des relations ou inventer des histoires et l'impact important de ces stratégies sur les performances de mémorisation.

A noter aussi que le mode novice, permettant d'afficher les raccourcis (et l'image, pour le groupe concerné) est évidemment un moyen de rappel des raccourcis, mais aussi un outil participant d'une stratégie de mémorisation active des raccourcis. « Bah des fois je me fais des petits tests, j'essaie de voir avec le mode novice j'essaie de voir où ils sont et après j'ai une mémoire visuelle donc je m'en souviens ».

6.3 Analyse des préférences d'usage

Lors du dernier entretien, pour chacun de leurs raccourcis, nous avons demandé si les participants utilisaient préférentiellement

MarkPad ou d'autres moyens (raccourcis clavier, icône, recherche) et de justifier leurs préférences.

Les raisons principales qui poussent à ne pas utiliser les raccourcis sont d'abord liées à leur faible utilité quand la fonction n'est pas ou peu utilisée (nombre de raccourcis concernés $n=24$). Néanmoins, certains participants estiment souhaiter conserver des raccourcis qu'ils n'utilisent pas fréquemment, y compris pour une utilisation uniquement en mode novice.

La deuxième raison la plus saillante est l'existence d'habitudes bien ancrées chez les utilisateurs ($n=8$), notamment de raccourcis clavier efficaces. Ce point est intéressant car il suggère que les méthodes de raccourcis gestuels n'ont pas vocation à remplacer les méthodes existantes mais à fournir des moyens complémentaires pour personnaliser son environnement. On peut d'ailleurs noter à ce propos qu'il est assez difficile de personnaliser les raccourcis claviers existants (manipulations compliquées, conflits entre raccourcis, difficulté de les homogénéiser pour plusieurs applications). Ainsi les raccourcis gestuels, qui n'entrent pas en conflit avec l'existant, seraient plus appropriés pour personnaliser l'espace de travail individuel, les raccourcis clavier étant plutôt dédiés à des opérations standardisées n'ayant pas a priori vocation à être modifiés.

L'existence de bugs et de déclenchement de faux positifs peut pousser à l'abandon de certains raccourcis ($n=6$). Certains utilisateurs mentionnent que la présence d'icônes particulièrement claires et discriminables dans le Dock de MacOS invite à privilégier ce mode de commande plutôt que des raccourcis de MarkPad ($n=4$), c'est à dire la reconnaissance plutôt que la mémorisation de commandes. Enfin, le type de tâche dans lequel on est engagé peut limiter l'utilité perçue de raccourcis ($n=2$) pour des tâches sans pression temporelles ou discontinues. De manière surprenante, l'oubli de l'existence des raccourcis n'est mentionnée que pour trois d'entre eux, comme raison de leur non-utilisation.

Par ailleurs, un certain nombre de raccourcis ont été supprimés par les utilisateurs au fil de l'étude. Les raisons évoquées de cette suppression sont proches de celles sous-tendant la non-préférence. Sans surprise, la raison majoritaire sous-tendant les suppressions est liée à l'usage peu fréquent voire inexistant des commandes installées par défaut ($n=65$), suivi par l'usage d'un autre accès préférentiel (dock, raccourcis clavier). Trois raccourcis sont supprimés parce que l'utilisateur n'en a plus l'usage après un certain temps dans l'étude (fichier relatif à une tâche terminée par exemple) et deux autres le sont car le geste est considéré comme non pertinent.

Les raisons de l'utilisation préférentielle de MarkPad ne sont pas à proprement parler en miroir des raisons de s'en détourner. Si la fréquence régulière d'appel d'une fonction est effectivement le justificatif le plus mentionné de la préférence pour les raccourcis gestuels ($n=10$), la deuxième raison ($n=7$) porte sur les caractéristiques du geste : un geste court, clair et bien positionné est un marqueur de la préférence pour la commande gestuelle. La possibilité de configurer des raccourcis personnels, permettant par exemple d'appeler d'un seul geste un fichier ou un dossier accessible à travers une hiérarchie de dossiers, ou encore d'appeler une page web en particulier, sont un des ressorts majeurs de leur usage ($n=5$), MarkPad permettant de configurer des raccourcis "inédits".

Il est surtout intéressant de noter que la rapidité d'exécution n'est mentionnée comme aspect préférentiel que pour une seule

commande gestuelle parmi tous les utilisateurs. Ceci contraste fortement avec la tendance qui tend à privilégier l'étude des performances temporelles dans les expérimentations habituellement pratiquées en IHM.

Ainsi, contrairement à ce qui pourrait sembler a priori le plus pertinent, MarkPad ne trouve pas son utilité dans la réalisation d'actions courantes (par exemple couper/coller), mais pour paramétrer des raccourcis inexistant sur l'OS, ou difficilement configurables car spécifiques à un utilisateur donné (par exemple ouvrir un certain fichier, dossier, ou site web, cette dernière fonctionnalité étant particulièrement utilisée). Ces fonctions s'avèrent aussi mouvantes dans le temps : un raccourci vers un certain dossier pouvant devenir inutile une fois une tâche accomplie. Pour les utilisateurs, le raccourci n'est pas un outil visant nécessairement à gagner du temps, mais à organiser l'espace de travail pour des tâches plus ou moins fréquentes.

Tout l'enjeu de conception est donc de fournir une configuration de départ qui soit adaptée aux besoins des usagers, mais surtout de fournir des opportunités de reconfiguration qui sont autant d'occasion de construire activement une signification du dispositif, de ses potentialités et de son usage.

7 DISCUSSION

Cet article présente une des rares études d'usage en situation réelle d'un logiciel de raccourcis gestuels. Cette étude ouvre un certain nombre de perspectives, à la fois sur la conception de ce type d'aide, mais aussi sur les processus à l'œuvre dans l'appropriation technologique de ce type de dispositif ainsi que du rôle central de la configuration.

7.1 Caractéristiques de la méthode

Le premier point à mentionner a trait aux choix méthodologiques de l'étude qui repose sur trois piliers : un contexte réel - les participants utilisent le logiciel dans leurs situations habituelle de travail ou de vie quotidienne, sur leur propre ordinateur, à leur rythme ; un temps long - six semaines, ce qui laisse le temps aux participants de prendre des habitudes, d'explorer, de se construire une signification du logiciel et des habitudes ; un dispositif de recherche peu interventionniste - les données sont récoltées sur base d'une traçabilité automatique (log) n'ayant aucun impact sur les tâches des participants, et sur des données rétrospectives, sans qu'aucune tâche expérimentale ne soit donnée à faire aux participants. Ainsi, à l'exception d'entretiens et tâches de rappel réguliers, et du fait qu'il soit demandé aux participants de reconfigurer le logiciel durant ces entretiens, les sujets n'ont pas de consigne particulière.

Les données collectées ont ainsi la valeur du réel : le temps laissé aux sujets pour s'approprier le logiciel leur permet de construire à la fois des routines (ou schèmes [31]) mais aussi une signification du logiciel, et d'intégrer ce dispositif dans leurs pratiques quotidiennes. Notre méthode s'inscrit ainsi en rupture avec la majorité des études sur des sujets similaires, qui sont opérées en laboratoire dans des empan temporels très courts (généralement moins d'une heure), et sur des tâches le plus souvent artificielles. La seule étude similaire à notre connaissance est une étude sur les Marking menus incluant 2 utilisateurs, observés pendant 8 et 29 jours [22] publiée à CHI'94.

Bien évidemment cette méthodologie comporte aussi des défauts. Tout d'abord, sa lourdeur ne permet pas une grande multiplication des sujets. Nous en avons documenté six, ce qui est un nombre déjà conséquent pour ce type d'étude (ex : 2 sujets pour l'étude de [22]). Mais surtout, les données sont d'une grande variabilité, laquelle reflète la variabilité des situations réelles. Le logiciel n'est pas conçu pour faire une tâche que nous pourrions documenter et comparer, mais pour faciliter l'usage d'un ordinateur personnel. Or, utiliser un ordinateur personnel implique par nature une grande diversité d'activités selon le degré de familiarité avec l'informatique, le type de profession, la période de l'année, les habitudes, etc.

Cette extrême variabilité, ainsi que le nombre restreint de participants, rendent délicate toute tentative de construire une intelligibilité uniquement basée sur des inférences statistiques. Les participants à notre étude ont des profils variés, notamment en ce qui concerne leur activité professionnelle (étudiants et chercheurs), impactant leur usage de l'informatique en général, et donc a fortiori des raccourcis. En outre, ils sont tous utilisateurs de Mac, ce qui peut avoir une influence, Apple ayant beaucoup misé sur les interactions gestuelles. Mais elle a le mérite de nous permettre de documenter le réel dans sa singularité, ou plutôt dans ses singularités. Ainsi nous pouvons compléter les données purement comportementales par l'interprétation qui en est faite par les participants, de leur propre point de vue.

7.2 Contributions

L'étude nous permet de mettre en avant un certain nombre de conclusions intéressantes portant sur l'usage de raccourcis gestuels, sur les aides à la mémorisation des raccourcis, ainsi que sur l'appropriation de ce type de dispositif. Le résultat le plus surprenant tient sans doute dans les justifications liées à l'usage de raccourcis gestuels par rapport à d'autres modes de commandes (jugement de préférence [34]). Alors qu'on aurait pu s'attendre naturellement à ce que les raccourcis soient préférés car plus rapides, cette justification apparaît loin derrière les autres, et de manière assez anecdotique.

Cette observation a un impact important car, d'une part, de nombreuses évaluations de logiciels de raccourcis portent exclusivement sur des performances en termes de rapidité d'exécution [22, 39] et, d'autre part, les outils de raccourcis ciblent généralement des fonctions faisant déjà l'objet de raccourcis parfois bien ancrés dans les habitudes (comme les fonctions d'édition). Or ce qui ressort de notre étude est le caractère pratique du raccourci, c'est-à-dire qu'il permette d'appeler simplement des fonctions qui nécessitent d'ordinaire une succession d'actions (par exemple pour ouvrir un dossier ou une page Web spécifique). On peut ainsi supposer qu'une fois mémorisés, les raccourcis réduisent la demande cognitive impliquée par ces interactions, ceci permettant à l'utilisateur de rester davantage concentré sur sa tâche principale. Selon cette hypothèse, le principal intérêt des raccourcis ne serait donc pas le gain de temps, contrairement à ce qui est le plus souvent évalué dans la littérature, mais une diminution de la charge cognitive requise par les micro-interactions (entendues comme des interactions très rapides qui devraient idéalement ne nécessiter qu'une faible charge cognitive pour ne pas perturber la tâche principale [1]).

Une deuxième observation importante a trait à l'aide visuo-sémantique. Initialement développée dans l'objectif d'aider à la

mémorisation des raccourcis pour permettre aux utilisateurs de s'affranchir du mode novice, il peut sembler à première vue que cette aide ne permette pas d'atteindre cet objectif étant donné l'effet limité sur le taux de rappel. Mais c'est sans compter sur le fait que les participants ayant bénéficié de cette aide ont utilisé un nombre sensiblement plus élevé de raccourcis. Le *nombre* de raccourcis rappelés est donc effectivement plus élevé dans ce cas, bien que la *proportion* par rapport au nombre total de raccourcis varie peu.

Ainsi, l'aide visuo-sémantique permettrait, outre de retenir mieux, d'exploiter de manière plus intense les possibilités offertes. L'effet de l'image est très important, presque 50% de raccourcis en plus après 6 semaines d'utilisation. Il semblerait donc que cette aide soit un support à l'appropriation des raccourcis : en permettant aux usagers de créer des raccourcis qui font sens pour eux (plutôt que ne répondant à aucune stratégie de mémorisation), elle supporterait la dimension subjective de l'appropriation.

Nos résultats sont aussi cohérents avec la littérature portant sur l'appropriation de dispositifs, et montrent l'importance de ne pas considérer l'appropriation uniquement sous son volet comportemental (ici, en l'occurrence, l'usage des commandes). En particulier, notre étude montre le rôle central de l'activité de (re)configuration dans la prise en main et l'appropriation du dispositif (c'est-à-dire la dimension transformatrice de l'appropriation). Ces configurations permettent de développer des stratégies de mémorisation (en créant des liens sémantiques avec les images ou en cherchant activement des analogies gestuelles ou des organisations topographiques des commandes) et d'adapter la configuration initiale aux besoins spécifiques des utilisateurs. Le processus de création, suppression, et modification de raccourcis permet aussi aux utilisateurs de se construire une représentation du dispositif et de ses potentialités, qui soient articulés avec leurs systèmes d'instruments et leurs habitudes préexistantes. Mais même au-delà de cette construction subjective des usages, l'activité de configuration possède aussi un caractère réflexif fournissant aux utilisateurs une occasion de mieux comprendre leurs usages singuliers de leur ordinateur personnel.

7.3 Enjeux pour la conception de dispositifs de raccourcis (gestuels)

Traditionnellement posés en termes d'efficacité, de rapidité ou de performance, l'usage de ces dispositifs de raccourcis, à l'aune de la compréhension dans un usage réel et en situation, fait émerger d'autres enjeux qui nous paraissent plus cruciaux encore pour leur prise en main et ce faisant, pour l'amélioration du confort des utilisateurs manipulant leurs ordinateurs personnels. Notre étude permet de souligner deux de ces enjeux.

Le premier a trait à la configuration initiale. Une précédente étude empirique non publiée [25] nous avait déjà fait prendre conscience de l'importance de la configuration initiale du logiciel. Elle avait notamment montré qu'une configuration de départ mal pensée pouvait gêner de manière importante les utilisateurs, et contraindre en grande partie leurs activités (déclenchement inopiné de raccourcis, confusion dans un nombre de commandes trop important, etc.). A ce titre, nous avons décidé de configurer un nombre raisonnable de raccourcis (5 menus comprenant chacun 5 à 7 commandes) et de travailler au choix du positionnement des zones

de départ avec les participants, pour éviter les déclenchements inopinés. Cette stratégie s'est avérée efficace : aucun participant n'a fait de commentaires négatifs sur la configuration de départ et les déclenchements inopinés avec cette configuration ont été beaucoup moins fréquents que lors de la précédente étude. Cependant, les utilisateurs reconfigurent massivement leurs raccourcis, ce qui pourrait suggérer une mauvaise configuration de départ. Mais ils insistent aussi d'une part sur l'importance de la construction d'une configuration personnelle et individualisée, qui s'inscrit évidemment en porte-à-faux avec l'idée même de configuration de départ standard et, d'autre part sur l'importance du processus de cette configuration, qui fait partie intégrante de l'appropriation logicielle et de la mémorisation de commandes.

Ceci nous renvoie vers le second enjeu, sans doute encore plus important, ayant trait à l'activité de (re)configuration. En effet, le choix de configurer est le résultat d'un compromis important pour les utilisateurs entre le temps nécessaire à la reconfiguration, et l'utilité perçue du logiciel. Or notre étude ne nous permet pas de déterminer si les utilisateurs sont prêts à s'engager dans cette activité, car les rendez-vous réguliers avec l'expérimentateur étaient des moments formels de configuration, ce qui constitue assurément une limite. Mais elle nous a permis d'en comprendre les tenants et aboutissants, et surtout d'identifier très clairement les bénéfices d'une telle activité pour l'appropriation logicielle.

Il nous semble donc qu'au-delà de la recherche d'une configuration standard optimale, qui ne devrait néanmoins ni être vide ni trop chargée et qui devrait pouvoir s'adapter au positionnement naturel des mains, il s'agit surtout de concevoir des incitatifs pour proposer aux utilisateurs des moments de reconfiguration. Car il ne s'agit pas uniquement de configurer des raccourcis, mais bien un environnement de travail ou de vie quotidienne, et par là les conditions de réalisation de nos activités. Cela constitue le défi majeur que devront relever les prochaines versions de MarkPad et les dispositifs de raccourcis au sens large : une interface de configuration plus conviviale et efficace, et un processus d'invitation à la reconfiguration qui soit engageant pour les utilisateurs.

RÉFÉRENCES

- [1] Daniel Lee Ashbrook. 2010. *Enabling mobile microinteractions*. Ph.D. Dissertation. Georgia Institute of Technology.
- [2] Alan D Baddeley. 1999. *Essentials of human memory*. Psychology Press.
- [3] Gilles Bailly, Emmanouil Giannakis, Marion Morel, and Catherine Achard. 2018. Caractériser la transition des menus vers les raccourcis claviers. In *30ème conférence francophone sur l'interaction homme-machine*. 30–41.
- [4] Gilles Bailly, Eric Lecolinet, and Laurence Nigay. 2016. Visual Menu Techniques. *ACM Comput. Surv.* 49, 4, Article 60 (Dec. 2016), 41 pages. <https://doi.org/10.1145/3002171>
- [5] Olivier Bau and Wendy E. Mackay. 2008. OctoPocus : A Dynamic Guide for Learning Gesture-Based Command Sets. In *Proceedings of the 21st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology* (Monterey, CA, USA) (*UIST '08*). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 37–46. <https://doi.org/10.1145/1449715.1449724>
- [6] Gordon H Bower, Michal C Clark, Alan M Lesgold, and David Winenz. 1969. Hierarchical retrieval schemes in recall of categorized word lists. *Journal of verbal Learning and verbal Behavior* 8, 3 (1969), 323–343.
- [7] Gary G Briggs, Stephen Hawkins, and Herbert F Crovitz. 1970. Bizarre images in artificial memory. *Psychonomic Science* 19, 6 (1970), 353–354.
- [8] Mary Czerwinski, Maarten Van Dantzich, George G Robertson, and Hunter G Hoffman. 1999. The Contribution of Thumbnail Image, Mouse-over Text and Spatial Location Memory to Web Page Retrieval in 3D.. In *INTERACT*. 163–170.
- [9] Aurore Defays, Stéphane Safin, Françoise Darses, Anaïs Mayeur, Samia Ben Rajeb, Caroline Lecourtois, François Guéna, and Pierre Leclercq. 2012. Invisible computer for collaborative design : evaluation of a multimodal sketch-based environment. *Work* 41, Supplement 1 (2012), 3494–3503.
- [10] Paul Dourish. 2003. The appropriation of interactive technologies : Some lessons from placeless documents. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* 12, 4 (2003), 465–490.
- [11] Sebastian Draxler, Gunnar Stevens, Martin Stein, Alexander Boden, and David Randall. 2012. Supporting the Social Context of Technology Appropriation : On a Synthesis of Sharing Tools and Tool Knowledge. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Austin, Texas, USA) (*CHI '12*). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2835–2844. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208687>
- [12] V Folcher and E Sander. 2005. Usages, appropriation : analyse sémantique a priori et analyse de l'activité instrumentée. P. Rabardel and P. Pastré. *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement*. Toulouse, Octares Editions (2005), 129–155.
- [13] Bruno Fruchard, Eric Lecolinet, and Olivier Chapuis. 2017. *MarkPad : Augmenting Touchpads for Command Selection*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 5630–5642. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025486>
- [14] Bruno Fruchard, Eric Lecolinet, and Olivier Chapuis. 2018. Impact of Semantic Aids on Command Memorization for On-Body Interaction and Directional Gestures. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Advanced Visual Interfaces* (Castiglione della Pescaia, Grosseto, Italy) (*AVI '18*). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 14, 9 pages. <https://doi.org/10.1145/3206505.3206524>
- [15] Bruno Fruchard, Eric Lecolinet, and Olivier Chapuis. 2020. Side-Crossing Menus : Enabling Large Sets of Gestures for Small Surfaces. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.* 4, ISS, Article 189 (Nov. 2020), 19 pages. <https://doi.org/10.1145/3427317>
- [16] Emmanouil Giannakis, Gilles Bailly, Sylvain Malacria, and Fanny Chevalier. 2017. *IconHK : Using Toolbar Button Icons to Communicate Keyboard Shortcuts*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 4715–4726. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025595>
- [17] Carl Gutwin, Andy Cockburn, Joey Scarr, Sylvain Malacria, and Scott C. Olson. 2014. Faster Command Selection on Tablets with FastTap. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Toronto, Ontario, Canada) (*CHI '14*). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2617–2626. <https://doi.org/10.1145/2556288.2557136>
- [18] Mohit Jain and Ravin Balakrishnan. 2012. User Learning and Performance with Bezel Menus. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Austin, Texas, USA) (*CHI '12*). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2221–2230. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208376>
- [19] Keyboard Maestro. [n.d.]. The Premiere Mac Automation Software. Retrieved January 2021 from <https://www.keyboardmaestro.com/main/>
- [20] Yuki Kubo, Buntarou Shizuki, and Jiro Tanaka. 2016. *B2B-Swipe : Swipe Gesture for Rectangular Smartwatches from a Bezel to a Bezel*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 3852–3856. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858216>
- [21] Gordon Kurtenbach and William Buxton. 1993. The Limits of Expert Performance Using Hierarchic Marking Menus. In *Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems* (Amsterdam, The Netherlands) (*CHI '93*). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 482–487. <https://doi.org/10.1145/169059.169426>
- [22] Gordon Kurtenbach and William Buxton. 1994. User learning and performance with marking menus. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. 258–264.
- [23] Blaine Lewis, Greg d'Eon, Andy Cockburn, and Daniel Vogel. 2020. KeyMap : Improving Keyboard Shortcut Vocabulary Using Norman's Mapping. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Honolulu, HI, USA) (*CHI '20*). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376483>
- [24] Sylvain Malacria, Gilles Bailly, Joel Harrison, Andy Cockburn, and Carl Gutwin. 2013. *Promoting Hotkey Use through Rehearsal with ExposeHK*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 573–582. <https://doi.org/10.1145/2470654.2470735>
- [25] Yanis Mendi. 2018. Analyse du processus d'appropriation au travers de l'activité de configuration : le cas de MarkPad, logiciel de commandes gestuelles sur pavé tactile. *Mémoire de Master non publié* (2018).
- [26] Donald A Norman. 1998. *The invisible computer : why good products can fail, the personal computer is so complex, and information appliances are the solution*. MIT press.
- [27] Kent L Norman. 1991. The psychology of menu selection : Designing cognitive control at the human/computer interface. (1991).
- [28] Allan Paivio. 1990. *Mental representations : A dual coding approach*. Oxford University Press.
- [29] Simon T. Perrault, Eric Lecolinet, Yoann Pascal Bourse, Shengdong Zhao, and Yves Guiaud. 2015. *Physical Loci : Leveraging Spatial, Object and Semantic Memory for Command Selection*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 299–308. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702126>
- [30] Pablo-Alejandro Quinones. 2014. Cultivating Practice amp : Shepherding Technology Use : Supporting Appropriation among Unanticipated Users. In *Proceedings*

- of the 17th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing (Baltimore, Maryland, USA) (CSCW '14). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 305–318. <https://doi.org/10.1145/2531602.2531698>
- [31] Pierre Rabardel. 1995. *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.
- [32] Volker Roth and Thea Turner. 2009. Bezel Swipe : Conflict-Free Scrolling and Multiple Selection on Mobile Touch Screen Devices. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Boston, MA, USA) (CHI '09). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1523–1526. <https://doi.org/10.1145/1518701.1518933>
- [33] Joey Scarr, Andy Cockburn, Carl Gutwin, and Andrea Bunt. 2012. Improving Command Selection with CommandMaps. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Austin, Texas, USA) (CHI '12). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 257–266. <https://doi.org/10.1145/2207676.2207713>
- [34] Christina Tsoni. 2012. Proposition d'une échelle de mesure psychométrique de l'appropriation individuelle d'un outil informatique. *Systemes d'information management* 17, 4 (2012), 39–68.
- [35] Endel Tulving. 1972. 12. Episodic and Semantic Memory. *Organization of memory/Eds E. Tulving, W. Donaldson, NY : Academic Press* (1972), 381–403.
- [36] Md. Sami Uddin, Carl Gutwin, and Benjamin Lafreniere. 2016. *HandMark Menus : Rapid Command Selection and Large Command Sets on Multi-Touch Displays*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 5836–5848. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858211>
- [37] Frances Amelia Yates. 1992. *The art of memory*. Vol. 64. Random House.
- [38] Shumin Zhai, Per Ola Kristensson, Caroline Appert, Tue Haste Andersen, and Xiang Cao. 2012. Foundational Issues in Touch-Screen Stroke Gesture Design - An Integrative Review. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction* 5, 2 (Dec. 2012), 97–205. <https://doi.org/10.1561/1100000012>
- [39] Jingjie Zheng, Xiaojun Bi, Kun Li, Yang Li, and Shumin Zhai. 2018. M3 Gesture Menu : Design and Experimental Analyses of Marking Menus for Touchscreen Mobile Interaction. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Montreal QC, Canada) (CHI '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1–14. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173823>