



**HAL**  
open science

# $\mu$ Glyphe: une Notation Graphique pour Décrire les Microgestes

Adrien Chaffangeon Caillet, Alix Goguey, Laurence Nigay

► **To cite this version:**

Adrien Chaffangeon Caillet, Alix Goguey, Laurence Nigay.  $\mu$ Glyphe: une Notation Graphique pour Décrire les Microgestes. 33ème conférence internationale francophone sur l'Interaction Humain-Machine (IHM'22), Apr 2022, Namur, Belgique. pp.1-13, 10.1145/3500866.3516371 . hal-03655062

**HAL Id: hal-03655062**

**<https://hal.science/hal-03655062>**

Submitted on 9 May 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# $\mu$ Glyphe : une Notation Graphique pour Décrire les Microgestes

$\mu$ Glyph: a Graphical Notation to Describe Microgestures

Adrien Chaffangeon, Alix Goguy, Laurence Nigay  
{adrien.chaffangeon,alix.goguy,laurence.nigay}@univ-grenoble-alpes.fr  
Laboratoire Informatique de Grenoble, Université Grenoble Alpes, France

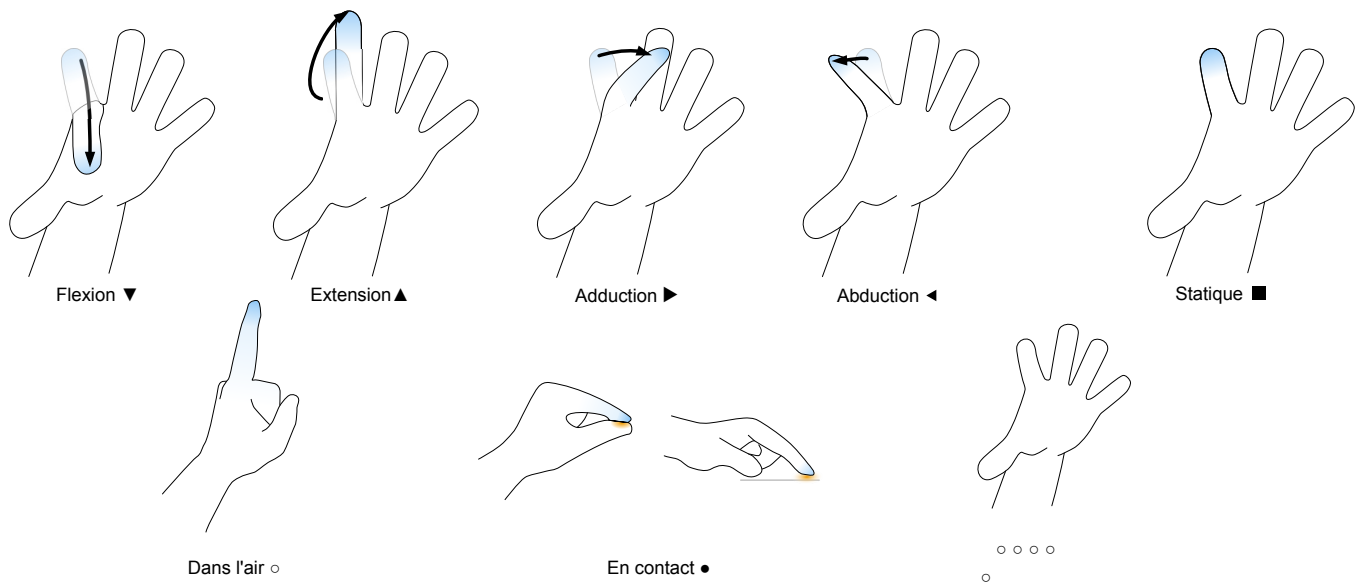


Figure 1: Représentation des différents mouvements d'un doigt et des contextes d'exécution possibles avec la notation  $\mu$ Glyphe.

## ABSTRACT

Hand microgestures define a promising modality for rapid and eye-free interaction while holding or not holding an object. While studied in many contexts, e.g. in virtual/augmented reality, there is no consensual definition of a microgesture, or a notation to accurately describe a microgesture. The absence of a reference framework leads to ambiguities in the naming or description of microgestures. We propose  $\mu$ Glyph, a graphical notation to precisely describe hand microgestures at different levels of abstraction. This notation is based on a vocabulary of elementary events from the biomechanics of the hand. Each event is associated with a context of execution as well as with optional characteristics such as the finger that performs the micromovement. We investigate the descriptive power of the  $\mu$ Glyph notation when positioned along the existing design axes. Concomitant with this we also describe the most common microgestures in the literature.

## CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing**  $\rightarrow$  HCI theory, concepts and models.

## KEYWORDS

Microgesture, Notation

## RÉSUMÉ

Les microgestes de la main définissent une modalité prometteuse pour l'interaction rapide, sans regarder et tout en tenant ou non un objet. Étudiés dans de nombreux contextes, p. ex. en réalité virtuelle/augmentée, il n'existe pas de définition consensuelle des microgestes, ni de notation permettant de les décrire de manière précise. L'absence d'un référentiel commun conduit donc à des ambiguïtés dans le nommage ou la description d'un microgeste. Nous proposons  $\mu$ Glyphe, une notation graphique décrivant précisément les microgestes de la main à différents niveaux d'abstraction. Cette notation repose sur un vocabulaire d'événements élémentaires issus de la biomécanique de la main. Chaque événement est associé à un contexte d'exécution ainsi qu'à un ensemble de caractéristiques optionnelles comme le doigt effectuant le mouvement. Nous étudions le pouvoir descriptif de la notation  $\mu$ Glyphe en la positionnant au regard des axes de conception existants et en décrivant les microgestes les plus utilisés de la littérature.

## MOTS-CLÉS

Microgeste, Notation

## 1 INTRODUCTION

Au cours de la dernière décennie, les mouvements des doigts ont été explorés pour interagir dans différents contextes (p. ex., en réalité

augmentée, dans les cockpits et les voitures) pour tirer parti de leur rapidité d'exécution, de leur potentiel à être exécutés sans regarder la main et à être faisables avec un objet dans la main ou main libre. Cette modalité d'interaction initialement appelée mouvements des doigts (*finger movement* [24]) est maintenant désignée par microgeste ou microinteraction de la main [18, 23, 26]. En cohérence avec la grande majorité des travaux de la littérature, nous limitons les microgestes de la main aux seuls mouvements des doigts, ne nécessitant pas l'utilisation de l'avant-bras ou du poignet. Malgré l'absence d'une définition précise, un consensus semble se dégager pour caractériser un microgeste de la main comme étant rapide et subtil [5, 22]. De façon similaire, les types de microgestes sont eux aussi mal définis : les noms et descriptions utilisés dans les articles de la littérature sont parfois contradictoires (p. ex., [6] et [21] désignant des gestes différents par le même nom). Certains articles ne définissent pas précisément les microgestes dont la description est réduite à des images [21, 29]. De plus, le niveau de précision de la description de microgestes peut varier. D'un article à l'autre, un même microgeste peut être décliné en plusieurs microgestes, en fonction par exemple du doigt à l'initiative du mouvement ou de la surface de contact. Il n'est donc pas rare que deux articles étudiant un même type de microgestes (comme un tap) se distinguent suivant le degré de précision de la description du microgeste utilisé (p. ex., tap [22] v.s. tap de l'index sur une phalange précise [23]).

Afin d'éviter les ambiguïtés et de faciliter la description précise des microgestes, nous proposons  $\mu$ Glyphe (Figure 1), une notation graphique représentant les événements de mouvements des doigts de la main, et permettant de précisément décrire les microgestes à différents niveaux d'abstraction. Cette notation a non seulement pour but de faciliter la définition, la lecture et la compréhension des microgestes, mais aussi de faciliter la comparaison entre différentes études. De plus, comme toutes notations de gestes, elle pourra servir de base pour la création de boîtes à outils [16], pour la conception de gestes [14] et l'étude de l'interaction basée sur des microgestes grâce à un modèle prédictif de performance [4].

Le vocabulaire de la notation est basé sur la biomécanique de la main afin d'en assurer sa complétude. Chaque événement est composé : 1/ d'un mouvement (ou absence de mouvement), 2/ d'un contexte d'exécution (c.-à-d., mouvement effectué en l'air ou sur une surface) ou d'une transition entre deux contextes (p. ex., mouvement démarrant en l'air et finissant par un contact sur une surface), et enfin, 3/ de caractéristiques optionnelles précisant le mouvement (p. ex., quel doigt effectue l'action).

Après avoir présenté la notation  $\mu$ Glyphe, nous étudions son pouvoir descriptif, en soulignant comment la notation englobe les traits caractéristiques des taxonomies existantes des microgestes, et en montrant comment la notation résout les problèmes identifiés dans la littérature et liés à des descriptions imprécises ou ambiguës. Nous présentons enfin des éléments sur le pouvoir génératif de la notation  $\mu$ Glyphe.

## 2 TRAVAUX PRÉCÉDENTS

Tout en englobant les définitions d'un microgeste [1, 5, 22, 29], nous explorons les différentes taxonomies des gestes des doigts rapides, c.-à-d. moins de 4s [1, 29], et nous soulignons les problèmes

terminologiques existants. Nous considérons ensuite les notations de gestes existantes.

### 2.1 Taxonomies existantes de microgestes et problème

Plusieurs études ont proposé des taxonomies pour décrire des microgestes. Way et al. proposent une taxonomie reposant sur des catégories de microgestes, incluant les taps du pouce sur les doigts, les courbures de doigts, les extensions de doigts, et les ouvertures/fermetures de deux doigts. Ces catégories ont été définies pour les microgestes qui sont reconnaissables par une caméra portée au poignet [6]. Soliman et al. présentent une taxonomie de microgestes effectués par le pouce sur un autre doigt. Cette taxonomie considère : le doigt qui initie l'action, la zone du doigt sur laquelle l'action est faite (p. ex. une phalange ou le côté du doigt), le type d'actions (p. ex. tap, swipe), et l'état d'extension des autres doigts [23]. Par exemple, en utilisant les caractéristiques de Soliman et al., nous pouvons différencier un tap du pouce sur la phalange en bas de l'index (phalange proximale) d'un tap du pouce sur le bout de l'index (phalange distale). De plus ces deux taps peuvent être distingués selon l'état des autres doigts de la main, par exemple si l'annulaire et/ou l'auriculaire sont ouverts et/ou fermés durant le mouvement. Ces deux taxonomies de microgestes adoptent des approches complémentaires : la première taxonomie catégorise les microgestes et l'autre identifie des caractéristiques du microgeste. Cependant, aucune des deux n'est complète et aucune n'englobe l'autre. De plus, il existe des microgestes qui ne peuvent pas être décrits par ces taxonomies, par exemple toutes les variations de microgestes utilisant la force exercée durant un contact comme dans DigITouch [27].

Alors que ces études sont basées sur des ensembles de microgestes définis par les concepteurs, des études d'élicitation des microgestes par des utilisateurs ont été menées et mettent en évidence de nouveaux types de microgestes. Une des premières études d'élicitation, réalisée par Wolf et al., définit des catégories de microgestes, avec l'aide de biomécaniciens et physiothérapeutes, pour trois contextes d'utilisation : la main tenant un volant, une carte de crédit ou un stylo [29]. Parmi les 21 microgestes identifiés, certains sont spécifiques à un seul objet. Chan et al. présentent un ensemble de microgestes définis par 16 participants, en utilisant de nouvelles zones des doigts pour interagir, p. ex. une combinaison de phalanges ou la paume [5]. Enfin, dans le contexte de microgestes en tenant un objet, Sharma et al. ont classé les microgestes définis par les utilisateurs en cinq types de microgestes : un tap, une pression, un swipe, une extension, un dessin [22]. L'étude a montré que les utilisateurs ne distinguaient pas les microgestes suivant des caractéristiques du microgeste, comme le doigt effectuant l'action, de façon à obtenir un vocabulaire cohérent peu importe l'objet tenu dans la main.

Nous retenons de ces études d'élicitation de microgestes par les utilisateurs que la notation  $\mu$ Glyphe doit :

- permettre de décrire une grande variété de microgestes qui ne sont pas décrits dans les taxonomies existantes ;
- comporter un vocabulaire d'événements stables qui doit pouvoir être étendu par des nouvelles caractéristiques (p. ex. une nouvelle zone du doigt utilisée) ;

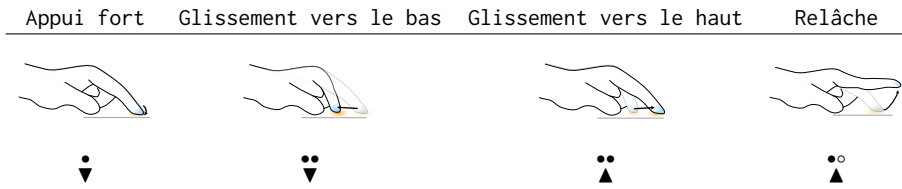


TABLE 1: Exemples de microgestes décrits à haut niveau d'abstraction en utilisant les glyphes de mouvement et de contexte de la notation  $\mu$ Glyphe.

- pouvoir décrire les microgestes à plusieurs niveaux d'abstraction, par exemple à haut niveau d'abstraction en ignorant quel doigt est touché par un autre doigt et à bas niveau en décrivant le doigt qui fait l'action, le doigt qui est touché ou encore la pression qui est exercée.

L'absence d'une telle notation des microgestes engendre plusieurs problèmes de terminologie comme la duplication d'un microgeste (même microgeste mais noms différents, p. ex. *snip* [29], *open/close gap* [6], *tap of index and middle* [5]), et des définitions ambiguës (même nom mais différents microgestes, p. ex. *extend* [6] et *extension* [21]). De plus, certains articles ne décrivent les microgestes qu'avec l'aide d'images. Par exemple dans *SoloFinger* [21], certains microgestes d'extension et de flexion ne sont définis que par des images. L'image de l'extension fait comprendre que le microgeste est effectué en dépliant le doigt tout en glissant sur l'objet tenu. Or en biomécanique [25] ou dans EMGRIE [6], l'extension repose sur l'ouverture d'un doigt ou d'une articulation. Ainsi l'extension d'un doigt avec un objet tenu, comme dans *SoloFinger* [21], devrait donc engendrer que le doigt quitte la surface de l'objet. De ce fait, l'extension décrite par une image dans *SoloFinger* [21], peut correspondre soit à un *swipe* [22] (si le doigt relâche le contact avec la surface en fin de mouvement), soit à un glissement [29] (si le doigt reste en contact avec la surface en fin de mouvement).

## 2.2 Notations de gestes

En Interaction Humain-Machine, la formalisation de description de gestes a été utilisée pour faciliter la reconnaissance des gestes multi-touch [16] et leur intégration dans des boîtes à outils, souvent sous formes d'expressions régulières [16] ou de machines à états [12, 13].

À des fins terminologiques, la notation  $\mu$ Glyphe doit permettre une description compréhensible à la lecture des microgestes décrits. Nous avons donc étudié les représentations souvent plus visuelles de gestes qui sont destinées à être lues, en particulier les notations de chorégraphies.

Le premier système de notation permettant de décrire toutes formes de mouvements est le système de Laban [11]. La notation de ce système permet trois types de description : une description de la motivation du mouvement, p. ex. l'intention du mouvement, une description de l'effort et la forme du mouvement, p. ex. la fluidité du mouvement, et une description structurée du mouvement, c.-à-d. la partie du corps qui bouge, les directions et amplitudes du mouvement, la durée et la dynamique. Avec le but d'établir une notation pour décrire précisément les microgestes, les événements

correspondront à un mouvement des doigts dans un plan donné, avec la possibilité de préciser le doigt ou l'articulation du doigt qui bouge, ou d'autres caractéristiques du mouvement.

Dans le système de notation de Benesh [3], l'action est représentée à la façon d'une chronophotographie en abstrayant le dessin d'un corps humain à ses points clés, p. ex. les membres extrêmes du corps et le mouvement qu'ils effectuent, le but étant de ne représenter que les points clés du mouvement. De façon similaire, les seuls événements clés du microgeste seront représentés, p. ex. les doigts en mouvement.

Ces deux notations ont comme but commun de représenter la danse de façon similaire à la musique avec une portée et un tempo. Pour notre notation  $\mu$ Glyphe, nous pouvons représenter les mouvements des doigts sur une portée, chaque ligne de la portée représentant un des doigts, ou une des articulations du doigt suivant le degré de description voulu. Afin de faciliter l'utilisation de la notation  $\mu$ Glyphe dans les documents écrits, nous avons opté pour une notation plus condensée et textuelle.

## 3 NOTATION $\mu$ Glyphe

Les microgestes de la main sont décrits par une séquence de mouvements des doigts dans un contexte d'exécution. Le contexte d'exécution spécifie si le mouvement est effectué en l'air ou en contact avec une surface. Des caractéristiques optionnelles du mouvement peuvent aussi être précisées, comme la pression exercée sur une surface. Ces deux niveaux d'abstraction de la notation sont décrits respectivement par la table 1 et les tables 2 & 3.

### 3.1 Mouvements et Contextes

En se basant sur la biomécanique d'un doigt, nous utilisons les mouvements de doigt décrits dans la Figure 1. Ces mouvements, issus d'observations anatomiques [25] auxquels nous associons des glyphes, nous permettent de définir un vocabulaire de base pour décrire les microgestes :

**Extension (▲)** : mouvement du doigt s'éloignant de la paume.

**Flexion (▼)** : mouvement du doigt se rapprochant de la paume.

**Abduction (◀)** : mouvement du doigt s'éloignant du plan transversal.

**Adduction (▶)** : mouvement du doigt se rapprochant du plan transversal.

**Statique (■)** : absence de mouvement.

Flexion de l'index   Flexion MCP de l'index   Flexion PIP de l'index   Appui de la base de l'index

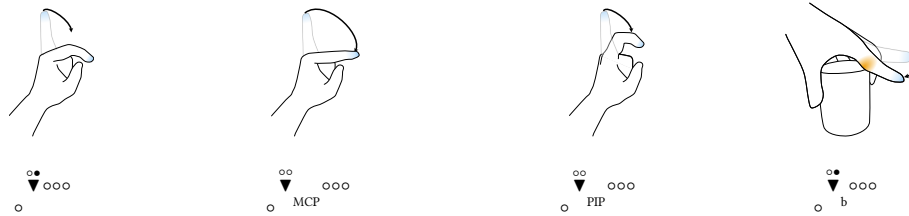


TABLE 2: Exemples de microgestes décrits à bas niveau d'abstraction en spécifiant des caractéristiques de l'actionneur de la notation  $\mu$ Glyphe.

Les glyphes de mouvements choisis sont inspirés des symboles communément utilisés pour représenter les concepts *lecture* (► métaphore pour le mouvement) et *arrêt* (■ métaphore pour l'absence de mouvement). L'orientation des triangles permet de représenter la direction des mouvements.

Ces mouvements s'effectuent dans un contexte d'exécution caractérisant si le mouvement est fait en l'air ou en contact avec une surface. Pour représenter le contact sur une surface nous avons choisi le glyphe • (un cercle plein), comme dans de nombreuses représentations de gestes multipoints (p. ex., guide iOS, wikipedia "Pointing device gesture"). Par opposition, le doigt en l'air est représenté par le glyphe ◦ (un cercle creux). Seuls les contextes au début et à la fin du mouvement sont spécifiés définissant six cas possibles :

- : le doigt est en l'air et reste en l'air, à la même position. Il n'y a pas de mouvement possible.
- : le doigt se déplace d'une position à une autre en l'air.
- : le doigt se déplace d'une position en l'air à une position en contact avec une surface.
- : le doigt se déplace d'une position en contact avec une surface à une position en l'air.
- : le doigt se déplace en contact avec une surface, d'une position à une autre.
- : le doigt reste à la même position sur une surface. Des mouvements du doigt sont possibles, tous subtils. Par exemple, exercer une pression sur une surface nécessite un petit mouvement du doigt sur la surface sans pour autant changer de position de contact.

Extension (▲), Flexion (▼), Abduction (◄) et Adduction (►) peuvent être combinés avec tous les contextes d'exécution où un mouvement est possible (◦◦, ◦•, •◦, •• ou •). Statique (■) ne peut quant à lui être combiné qu'avec les deux contextes sans changement de position (◦ ou •).

En utilisant les événements définis pour un mouvement et un contexte, nous pouvons décrire à un haut niveau d'abstraction les microgestes. La Table 1 donne des exemples de microgestes décrits à haut niveau d'abstraction avec la notation  $\mu$ Glyphe.

Cependant, cette description à haut niveau d'abstraction ne permet pas de distinguer les microgestes qui diffèrent selon des caractéristiques du mouvement, comme la pression appliquée ou la phalange touchée. Dès lors, pour plus de finesse dans la description, des caractéristiques liées au mouvement, comme l'actionneur (la partie de la main à l'origine d'un microgeste), et au contexte, comme le récepteur (la partie de la main sur laquelle s'effectue le microgeste), peuvent être spécifiées.

### 3.2 Caractéristiques du mouvement : l'actionneur

L'actionneur désigne la partie de la main qui produit le mouvement, c.-à-d. le doigt qui effectue le mouvement [5, 6, 15, 20, 23, 27, 29]. Pour spécifier le doigt qui est l'actionneur, nous représentons la main visuellement par 5 emplacements circulaires représentant l'agencement des doigts de la main ◦◦◦◦◦ (de gauche à droite : pouce, index, majeur, annulaire, auriculaire). La Figure 1 montre, en bas à droite, une main et sa représentation avec la notation  $\mu$ Glyphe. L'emplacement correspondant au doigt qui effectue l'action est remplacé par l'événement associé. Par exemple, une flexion de

l'index entrant en contact avec une surface est décrite par ◦▼◦◦◦.

Pour une description plus fine, d'autres caractéristiques que le doigt qui fait l'action sont identifiées. Nous décrivons ces caractéristiques comme indices du glyphe de mouvement. Par exemple, pour distinguer plusieurs taps d'un même doigt sur un objet, il est possible de préciser la phalange de l'actionneur qui est en contact avec l'objet. Pour ce faire, nous utilisons les symboles b (*base*), m (*middle*), t (*tip*) et n (*nail*) en indice du glyphe du mouvement. Par exemple,

un tap de la base de l'index s'écrit ◦▼<sup>b</sup>◦◦◦. Il est aussi possible de spécifier l'articulation du doigt qui effectue le mouvement. Par exemple les gestes lift et curl, présentés dans EMGRIE [6], se distinguent par l'articulation du doigt qui fait le mouvement. Pour décrire l'articulation du doigt, nous introduisons les deux indices MCP (*Metacarpophalangeal*) et PIP (*Proximal interphalangeal*). MCP désigne l'articulation entre le doigt et la paume et PIP l'articulation entre les phalanges du doigt. Les gestes lift et curl [6] sont alors décrits par ◦▼<sup>MCP</sup> et ◦▼<sup>PIP</sup>.





Appui du pouce sur l'index	Appui du pouce sur l'ongle du majeur	Appui du pouce sur la base du majeur	Appui de l'index sur la paume
			
$\blacktriangledown \circ \bullet \circ \circ \circ$	$\blacktriangledown \circ \bullet n \circ \circ$	$\blacktriangledown \circ \bullet b \circ \circ$	$\blacktriangledown \circ \bullet \circ \circ \circ$ $\circ \bullet$

TABLE 3: Exemples de microgestes décrits à bas niveau d'abstraction en spécifiant des caractéristiques du récepteur de la notation  $\mu$ Glyphe.

Au-delà de caractéristiques qui décrivent le doigt, la partie du doigt ou l'articulation qui fait l'action, nous identifions des caractéristiques du mouvement lui-même. Tout d'abord, lors d'un contact avec une surface, l'actionneur peut exercer une pression sur cette surface [6, 22, 26, 27, 30]. Bien qu'en théorie une infinité de niveaux de pression soient détectables, en pratique, et sans retour visuel, un utilisateur sera capable de distinguer un nombre restreint d'entre eux [28]. Sur l'ensemble de la littérature des microgestes, il existe au plus trois niveaux de pression [27]. Nous désignons ces trois niveaux de pression par Lo, Md, Hi, respectivement pour un niveau faible (*low*), moyen (*medium*) ou élevé (*high*) de pression. Dans la notation  $\mu$ Glyphe, le niveau de pression est spécifié sous le symbole du mouvement. Par exemple, un glissé très appuyé sur une surface s'écrit  $\blacktriangledown_{Hi}$ . Si le niveau de pression varie entre le début et la fin du mouvement, la variation de pression est représentée à l'aide d'une flèche entre deux niveaux de pression. Par exemple, une augmentation de la pression d'un doigt déjà en contact s'écrit

$\blacktriangledown_{Lo \rightarrow Hi}$

Les microgestes sont décrits comme des gestes rapides et subtils [5, 22, 23], correspondant à deux caractéristiques additionnelles du mouvement : la durée et l'amplitude du mouvement. Ces deux caractéristiques sont actuellement rarement exploitées pour l'interaction dans la littérature. Comme la caractéristique de pression, ces deux caractéristiques sont spécifiées sous le glyphe du mouvement dans la notation  $\mu$ Glyphe. Par exemple, en écrivant

$\blacksquare_{t < 40ms}$  nous décrivons un temps d'attente de 40 ms au maximum sans aucun mouvement. De manière similaire, l'amplitude peut être utilisée pour spécifier plusieurs niveaux de mouvement, par exemple un mouvement d'extension de 50%,  $\blacktriangle_{50\%}$ , un mouvement de flexion de complètement ouvert à moitié ouvert,  $\blacktriangledown_{0\% \rightarrow 50\%}$ , et un mouvement de flexion terminant à 25%,  $\blacktriangledown_{\rightarrow 25\%}$ .

La Table 2 contient des exemples présentés ci-dessus avec une représentation graphique du microgeste et sa représentation dans la notation  $\mu$ Glyphe.

### 3.3 Caractéristiques du contexte : le récepteur

Le récepteur désigne la surface de contact. De ce fait, cette caractéristique ne peut être utilisée qu'avec les contextes où un contact avec une surface est décrit. Selon la littérature, nous distinguons deux types de surface : une partie de la main ou un objet.

Pour le cas de la main, nous utilisons la représentation graphique de la main introduite ci-dessus pour l'actionneur. Nous distinguons deux états : en l'air ( $\circ$ ) ou en contact ( $\bullet$ ). L'emplacement de ces glyphes précise alors l'état des doigts. Tandis que la représentation des doigts est nécessaire pour éviter toute ambiguïté de position, la paume n'est représentée que dans le cas où un contact s'effectue dessus. Ce contact de la paume est alors représenté par le glyphe de contact ( $\bullet$ ) au centre de la représentation de la main  $\circ \bullet \circ \circ \circ$ .

Pour une description plus fine, des caractéristiques utilisées pour l'actionneur s'appliquent pour le récepteur. Nous pouvons ainsi représenter les différentes parties de la main utilisées dans la littérature comme : les doigts [5, 20] (p. ex. un appui du pouce sur l'index  $\blacktriangledown \circ \bullet \circ \circ \circ$ ), les ongles [17, 26] (p. ex. un appui du pouce sur l'ongle du majeur  $\blacktriangledown \circ \bullet n \circ \circ$ ), les phalanges [6, 23, 26] (p. ex. un appui du pouce sur la base du majeur  $\blacktriangledown \circ \bullet b \circ \circ$ ) ou la paume [5] (p.

ex. un appui de l'index sur la paume  $\blacktriangledown \circ \bullet \circ \circ \circ$ ).

Si la surface de contact est un objet, ce dernier est représenté avec le glyphe  $\bullet$ . Toute information supplémentaire sur cet objet est représentée en indice du glyphe. Par exemple, le microgeste Appui de la base de l'index, présenté dans la Table 2, peut être

complété en spécifiant qu'il s'effectue sur une tasse :  $\blacktriangledown \circ \bullet \circ \circ \circ$   $\bullet_{Tasse}$ .

Table 3 reprend les exemples de microgestes présentés ci-dessus, en fournissant pour chaque microgeste une représentation graphique et sa description selon la notation  $\mu$ Glyphe.

### 3.4 Combinatoire et factorisation des événements

Nous avons présenté la notation pour décrire un seul événement. Cependant la majorité des microgestes se composent de deux ou



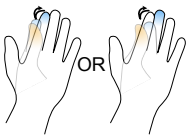

Tap	Swipe vers l'intérieur du pouce sur l'index	Tap sur le pouce par l'index ou le majeur	Tap sur le pouce par l'index et le majeur
			
$\overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\blacktriangle}$	$\overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ ; \overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ ; \overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ$	$(\overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ ; \overset{\circ}{\blacktriangle} \circ \circ \circ)  $ $(\overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ ; \overset{\circ}{\blacktriangle} \circ \circ \circ)$	$(\overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ    \overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ);$ $(\overset{\circ}{\blacktriangle} \circ \circ \circ    \overset{\circ}{\blacktriangle} \circ \circ \circ)$

TABLE 4: Exemples de microgestes décrits par une suite d'événements. A gauche, description à haut niveau d'abstraction. Au milieu et à droite, description à bas niveau d'abstraction.

trois événements successifs. Pour les décrire, nous utilisons une succession de glyphe, séparés par un « ; ». Par exemple, un tap est représenté par  $\overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\blacktriangle}$  et un swipe vers l'intérieur, du pouce sur l'index par  $\overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ ; \overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ ; \overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ$ .

Un microgeste peut être défini en laissant le choix entre plusieurs valeurs d'une caractéristique. Chaque choix potentiel de mouvement sera séparé par un symbole « | ». Par exemple, un tap de l'index ou du majeur sur le pouce s'écrit  $(\overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ ; \overset{\circ}{\blacktriangle} \circ \circ \circ) | (\overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ ; \overset{\circ}{\blacktriangle} \circ \circ \circ)$ .

Un microgeste peut avoir plusieurs actionneurs en parallèle, nous séparons chaque événement par le symbole « || ». Par exemple, un tap de l'index et du majeur sur le pouce s'écrit  $(\overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ || \overset{\circ}{\nabla} \circ \circ \circ); (\overset{\circ}{\blacktriangle} \circ \circ \circ || \overset{\circ}{\blacktriangle} \circ \circ \circ)$ .

Les symboles « ; » (séquence), « | » (choix) et « || » (parallélisme) sont issus de notations formelles d'interaction présentées par Dix et al. [8]. Table 4 résume chaque exemple présenté ci-dessus avec une représentation graphique du microgeste et sa représentation selon la notation  $\mu$ Glyphe.

Pour certains microgestes, l'utilisation de la représentation sous forme de main est fastidieuse. C'est le cas par exemple pour les microgestes où un ensemble de valeurs sont possibles pour l'actionneur, comme un tap de l'index ou du majeur. Pour cela nous proposons de factoriser. Pour chaque caractéristique, les différentes possibilités sont séparées par le symbole « | ». Pour l'actionneur, nous spécifions les différents doigts possibles dans le coin inférieur gauche du glyphe. Par exemple, un appui de l'index ou du majeur s'écrit  $\overset{\circ}{\nabla}$ .

Pour spécifier un choix sur plusieurs événements, il convient d'introduire une variable. Par exemple, un tap de l'index ou du majeur  $x \in \{ind.|maj.\}$ ,  $\overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\blacktriangle}$ .

Pour factoriser les actionneurs parallèles, nous réutilisons le symbole « || », par exemple un tap de l'index et du majeur s'écrit  $\overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\blacktriangle}$ .

De façon similaire aux actionneurs, les caractéristiques du récepteur peuvent être factorisées. Le récepteur est représenté entre parenthèses. Par exemple un tap de l'index et du majeur sur le pouce s'écrit  $\overset{\circ}{\nabla}(\overset{\circ}{\bullet}); \overset{\circ}{\blacktriangle}$ .

En réutilisant les mêmes symboles que précédemment, nous pouvons spécifier un choix, p. ex. un tap du pouce sur l'index **ou** le majeur  $x \in \{ind.|maj.\}$ ,  $\overset{\circ}{\nabla}(\overset{\circ}{\bullet}); \overset{\circ}{\blacktriangle}$ , ou combiner des zones, un tap du pouce sur l'index **et** le majeur  $\overset{\circ}{\nabla}(\overset{\circ}{\bullet}); \overset{\circ}{\blacktriangle}$ .

Il convient néanmoins de souligner que la factorisation peut introduire des ambiguïtés. Pour définir tous les taps entre deux doigts, la forme factorisée  $(x, y) \in \{ind.|maj.|ann.|aur.\}^2, \left( \overset{\circ}{\blacktriangle} || \overset{\circ}{\blacktriangle} \right); \left( \overset{\circ}{\blacktriangle} || \overset{\circ}{\blacktriangle} \right)$  présente une ambiguïté. En effet, le microgeste  $\left( \overset{\circ}{\blacktriangle} || \overset{\circ}{\blacktriangle} \right); \left( \overset{\circ}{\blacktriangle} || \overset{\circ}{\blacktriangle} \right)$  est décrit par cette forme factorisée, or, ce n'est pas un tap entre deux doigts (Figure 2). La forme factorisée évitant cette ambiguïté est  $(x, y) \in \{ind.|maj.|ann.|aur.\}^2, x < y, \left( \overset{\circ}{\blacktriangle} || \overset{\circ}{\blacktriangle} \right); \left( \overset{\circ}{\blacktriangle} || \overset{\circ}{\blacktriangle} \right)$ , en définissant une relation d'ordre entre les doigts (ordre croissant du pouce à l'auriculaire).

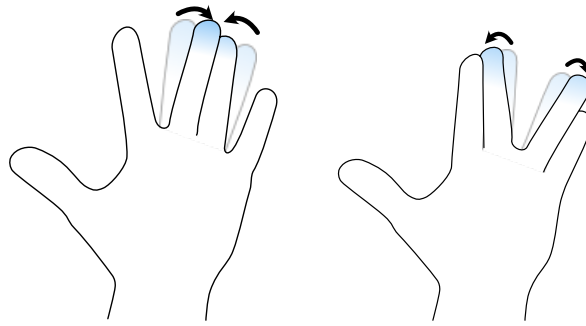
Dans la suite de l'article, nous privilégions la notation factorisée.

### 3.5 Validation

Pour une première validation de la notation  $\mu$ Glyphe, nous étudions par la suite son pouvoir descriptif (c.-à-d. la capacité à décrire les travaux existants [2]) et génératif (c.-à-d. la capacité à faciliter la génération de nouveaux microgestes [2]), comme cela est fait dans [7, 10].

## 4 POUVOIR DESCRIPTIF

Pour étudier le pouvoir descriptif de la notation  $\mu$ Glyphe, nous montrons qu'elle permet de décrire les classes de microgestes et les axes de classification des taxonomies de microgestes existantes, qu'elle permet de décrire les microgestes de la littérature et qu'elle



**FIGURE 2: Exemple de microgestes différents mais décrits par une même forme factorisée**  
 $(x, y) \in \{ind.|maj.|ann.|aur.\}^2, \left( \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleright \end{array} \middle| \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleleft \end{array} \right); \left( \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleleft \end{array} \middle| \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleright \end{array} \right)$ . À gauche  $\left( \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleright \end{array} \middle| \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleleft \end{array} \right); \left( \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleleft \end{array} \middle| \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleright \end{array} \right)$ . À droite  $\left( \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleright \end{array} \middle| \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleleft \end{array} \right); \left( \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleleft \end{array} \middle| \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleright \end{array} \right)$ .

Tap	Article	$\mu$ Glyphe	Caractéristiques additionnelles	
Haut niveau d'abstraction	<i>Tap</i> [22] <i>Tap</i> [21]	$\begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangledown; \blacktriangle \end{array}$		
Bas niveau d'abstraction	<i>Tap</i> [26] <i>Pinch</i> [20] <i>Finger touches</i> [6] <i>Finger taps</i> [23]	$(x, y) \in A, \begin{array}{c} \circ \\ \bullet \\ \text{pou.} \end{array}; \begin{array}{c} \circ \\ \bullet \\ \text{pou.} \end{array}$	$A = \{ind. mid.\} \times \{base mil. tip\} \cup \{ind. tip lateral\} \cup \{ann. nail\}$ $A = \{ind. maj. ann. aur.\}$ $A = \{ind. maj. ann. aur.\} \times \{base mil. tip\}$ $A = \{ind. maj. ann.\} \times \{base mil. tip\}$	
Swipe				
Haut niveau d'abstraction	<i>Swipe</i> [22] <i>Swipe</i> [24]	$\left( \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangledown; \blacktriangledown \\ \blacktriangle; \blacktriangle \end{array} \middle  \begin{array}{c} \circ \\ \bullet \\ \bullet \\ \bullet \end{array} \right)$ $\left( \begin{array}{c} \circ \\ \bullet \\ \bullet \\ \bullet \end{array} \middle  \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleright; \blacktriangleright; \blacktriangleright \end{array} \right)$ $\left( \begin{array}{c} \circ \\ \bullet \\ \bullet \\ \bullet \end{array} \middle  \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangleleft; \blacktriangleleft; \blacktriangleleft \end{array} \right)$		
Bas niveau d'abstraction	<i>Swipe</i> [5] <i>Slide thumb on finger</i> [6] <i>linear thumb-to-finger slides</i> [23] <i>Drag&amp;Drop thumb on index-side</i> [29]	$x \in A, \left( \begin{array}{c} \circ \\ \bullet \\ \text{pou.} \end{array}; \begin{array}{c} \circ \\ \bullet \\ \text{pou.} \end{array}; \begin{array}{c} \circ \\ \bullet \\ \text{pou.} \end{array} \right)$ $\left( \begin{array}{c} \circ \\ \bullet \\ \text{pou.} \end{array}; \begin{array}{c} \bullet \\ \bullet \\ \text{pou.} \end{array}; \begin{array}{c} \bullet \\ \bullet \\ \text{pou.} \end{array} \right)$	$A = \{ind. (ind. maj.) (maj. ann.)\}$ $A = \{ind. maj. ann. aur.\}^n$ , avec $n \geq 1$ $A = \{ind. maj. ann. aur.\}$ $A = ind.-side$	
Pression				
	<i>Squeeze/Pull up</i> [20] <i>Press</i> [22] <i>Press</i> [30]	$x \in A, \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangledown \\ \text{pou.} \end{array}; \begin{array}{c} \bullet \\ \bullet \\ \text{pou.} \end{array}; \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangle \\ \text{pou.} \end{array}$	$A = \{ind. maj. ann. aur.\}$	
Flexion				
	<i>Up</i> [9] <i>Thumb up</i> [29]	$x \in A, \begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangle \\ \text{pou.} \end{array}$	$A = \{ind. maj. (ann. aur.)\}$ $A = pou.$	
	<i>Strech</i> [22]	$\begin{array}{c} \circ \\ \blacktriangle \\ \blacktriangle \end{array}$		

**TABLE 5: Pouvoir descriptif de  $\mu$ Glyphe : description de microgestes à plusieurs niveaux d'abstraction et mise en évidence (en gras) des problèmes terminologiques de la littérature.**

fournit une solution non ambiguë aux problèmes terminologiques exposés précédemment (paragraphe 2.1).

Dans l'état de l'art, nous avons présenté deux taxonomies de microgestes. Les classes de microgestes présentées par EMGRIE [6] sont partiellement décrites selon  $\mu$ Glyphe dans la Table 5 et entièrement décrites dans l'annexe de ce document (Table 6 Table 8, Table 7). La deuxième taxonomie, FingerInput de Soliman et al. [23], définit plusieurs axes orthogonaux, tous descriptibles en utilisant la notation  $\mu$ Glyphe. L'axe *Actuator* correspond à la caractéristique de mouvement : actionneur de  $\mu$ Glyphe. L'axe *Touch Location*, qui

représente la zone du doigt touchée par l'actionneur, se retrouve dans les caractéristiques du récepteur de  $\mu$ Glyphe, en précisant la zone de la main touchée. L'axe *Action* caractérise des types de microgestes. Ces types de microgestes sont décrits selon  $\mu$ Glyphe par une suite d'événements avec l'information de contact. Les types de microgestes proposés par Soliman et al. sont décrits avec la notation  $\mu$ Glyphe dans la Table 5. L'axe *Finger Flexion* est, comme dans l'article original, décrit de deux façons dans  $\mu$ Glyphe en considérant soit la position soit le mouvement du doigt. Pour décrire la position de flexion, nous utilisons l'événement



Gesture	Action
<b>Palm-grasp gestures</b>	
(1)	(a) Tab
	(b) Touch
	(c) Press
<b>Palm-grasp gestures</b>	
(2)	(a) Tab
	(b) Touch
	(c) Press
(11)	Tap the wheel

FIGURE 3: Reproduction des images de l'article de Wolf et al. [29] présentant quatre types de microgestes avec uniquement une image et un nom.

Statique (■), couplé à la caractéristique sur l'amplitude du doigt en flexion/extension. Dans l'exemple suivant, le doigt considéré est ouvert à  $x\%$  :  $\overset{\circ}{\blacksquare}$ . Pour décrire le mouvement de flexion, nous utilisons simplement les événements Extension (▲) et Flexion (▼) avec leurs contextes d'exécution. Dans l'exemple suivant, le doigt considéré se fléchit jusqu'à atteindre  $x\%$  :  $\overset{\circ}{\blacktriangledown}$ . Avec la notation  $\mu$ Glyphe, les deux façons de décrire un mouvement sont possibles : une suite de mouvements ou une suite de positions (en utilisant le symbole Statique (■))

La Table 5 présente des exemples de microgestes décrits à plusieurs niveaux d'abstraction avec la notation  $\mu$ Glyphe. Des tables plus exhaustive contenant la description selon  $\mu$ Glyphe des microgestes de onze des articles cités dans l'état de l'art, correspondant environ à 70 microgestes, sont disponibles en annexe de cet article (Table 6, Table 8 et Table 7).

Lors de notre revue de la littérature, nous avons relevé des ambiguïtés dans le nommage de certains microgestes (paragraphe 2.1). Par une description fine selon  $\mu$ Glyphe, nous pouvons identifier les microgestes dupliqués, mais aussi souligner les différences subtiles. Par exemple, un snip [29], un open/close gap [6] et un tap of index and middle [5] sont tous définis par la séquence d'événements suivante :  $\left( \overset{\circ}{\blacktriangleright} \parallel \overset{\circ}{\blacktriangleleft} \right); \left( \overset{\circ}{\blacktriangleleft} \parallel \overset{\circ}{\blacktriangleright} \right)$ . De plus, open/close gap est décrit pour n'importe quel couple de doigts d'une même main : nous les décrivons de façon non ambiguë par :  $(x, y) \in \{pou.|ind.|maj.|ann.|aur.\}^2, x < y, \left( \overset{\circ}{\blacktriangleright}_x \parallel \overset{\circ}{\blacktriangleleft}_y \right); \left( \overset{\circ}{\blacktriangleleft}_x \parallel \overset{\circ}{\blacktriangleright}_y \right)$ .

À l'inverse, une description  $\mu$ Glyphe permet de distinguer deux microgestes différents désignés par le même nom : extend [6] par  $\overset{\circ}{\blacktriangle}$  et extension [21] par  $\overset{\circ}{\blacktriangle}$ .

D'autres exemples d'ambiguïté sont présentés dans la Table 5.

Enfin, dans certains articles les microgestes sont décrits uniquement par un nom et une image. Par exemple Wolf et al. [29] définissent trois microgestes très proches, tab, touch et press. Ces microgestes diffèrent suivant la durée et l'accélération, mais aucune précision autre que les images n'est apportée. Un quatrième microgeste tout aussi proche (tap) existe aussi mais n'est quant à lui jamais défini textuellement. La compréhension et définition doivent être déduites des illustrations de l'article. La Figure 3 reproduit les images utilisées par Wolf et al. [29] et nous fournissons la description  $\mu$ Glyphe de ces microgestes sans spécifier les caractéristiques de l'actionneur ou du récepteur :

$$\begin{array}{l} \text{Tab: } \overset{\circ}{\blacktriangledown}; \overset{\circ}{\blacktriangle} \\ \text{Touch: } \overset{\circ}{\blacktriangledown}; \overset{\circ}{\blacktriangle} \\ \text{Tap: } \overset{\circ}{\blacktriangledown}; \overset{\circ}{\blacktriangle} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Press: } \overset{\circ}{\blacktriangledown}_{Lo \rightarrow Hi}; \overset{\circ}{\blacktriangle}_{Hi \rightarrow Lo} \end{array}$$

## 5 DISCUSSION

Après l'étude du pouvoir descriptif de la notation  $\mu$ Glyphe, nous abordons son pouvoir génératif et nous proposons de nouveaux symboles pour encapsuler de longues suites d'événements.

### 5.1 Pouvoir génératif

Il est possible de construire un arbre de toutes les combinaisons possibles des événements bas niveaux. En ne considérant que des suites de deux événements au plus, sans tenir compte des caractéristiques, nous obtenons plus de 250 microgestes différents. Beaucoup sont similaires à une direction près, par exemple  $\overset{\circ}{\blacktriangledown}$  et  $\overset{\circ}{\blacktriangle}$ . Cependant, de nouveaux types de microgestes, qui n'ont jusqu'à présent pas été étudiés, sont identifiés. Par exemple, les gestes avec prise d'élan (le microgeste  $\overset{\circ}{\blacktriangledown}; \overset{\circ}{\blacktriangle}$  est la version avec élan de  $\overset{\circ}{\blacktriangle}$ ), ou encore les gestes

avec un va-et-vient de positions en l'air  $\left( \overset{\circ}{\blacktriangledown}; \overset{\circ}{\blacktriangle} \right)$ . Il faut toutefois appréhender la génération de nouveaux microgestes avec précaution pour le moment. En effet, de nombreux microgestes ont déjà été proposés dans la littérature, mais nous manquons encore de travaux de compréhension sur le nombre de microgestes que peut retenir un utilisateur, ses capacités à réaliser deux microgestes proches de façon distinctive pour un système de reconnaissance, ou encore sur sa capacité à distinguer deux microgestes en faisant varier ses caractéristiques. La notation  $\mu$ Glyphe peut aider à systématiser ces études utilisateur.

### 5.2 Encapsulation

Dans cette section nous présentons l'adaptabilité de la notation  $\mu$ Glyphe en illustrant la possibilité d'introduire diverses simplifications de la notation. Il est cependant important de noter que les nouveaux symboles introduits restent des exemples et ne font donc pas partie de la notation  $\mu$ Glyphe. Chaque auteur est libre d'introduire et de définir de façon cohérente ses propres symboles en fonction de ses besoins.

Des microgestes peuvent être décrits par une longue suite d'événements  $\mu$ Glyphe, ce qui peut rendre la description difficile à lire et à comprendre. C'est le cas notamment des microgestes s'appuyant

sur le dessin de formes [5, 9, 21, 22, 29] et/ou faisant appel à une combinaison de microgestes [23]. Les microgestes nécessitant de dessiner une forme (généralement un cercle), sont systématiquement effectués sur un plan 2D en l'air ou sur une surface. Même si chaque dessin pourrait théoriquement être représenté par une succession d'événements (par exemple  $\overset{\circ}{\nabla}$ ;  $\overset{\circ}{\blacktriangleright}$ ;  $\overset{\circ}{\blacktriangle}$ ;  $\overset{\circ}{\blacktriangleleft}$  pour un rectangle), il semble beaucoup plus simple et intelligible de définir un nouveau symbole représentant le dessin à effectuer, par exemple le symbole  $\square$  pour représenter un carré. En utilisant ce symbole, la notation est simplifiée mais reste cohérente.

Dans le cas de la combinaison de microgestes, nous pouvons de même introduire de nouveaux symboles de plus haut niveau d'abstraction pour encapsuler plusieurs microgestes. Par exemple la simplification de la description d'un tap ( $\overset{\circ}{\nabla}$ ;  $\overset{\circ}{\blacktriangle}$ ) pourrait reposer sur un

symbole issu de la notation de base ( $\overset{\circ}{\nabla}$ ) ou sur un nouveau symbole abstrait ( $\odot$ ). Ces nouveaux symboles pourraient être ensuite utilisés pour des séquences plus complexes. Par exemple, le double tap serait décrit par  $\overset{\circ}{\nabla}$ ;  $\overset{\circ}{\blacktriangle}$ ;  $\overset{\circ}{\nabla}$  en lieu et place de  $\overset{\circ}{\nabla}$ ;  $\overset{\circ}{\blacktriangle}$ ;  $\overset{\circ}{\blacktriangle}$ ;  $\overset{\circ}{\nabla}$ ;  $\overset{\circ}{\blacktriangle}$ .

Cependant, il convient de souligner que les microgestes composés n'apparaissent que rarement dans la littérature et sont généralement peu utilisés concrètement dans des applications. Les microgestes s'appuyant sur le dessin de formes sont quant à eux plus utilisés mais, d'après Chan et al. [5], ils ne semblent pas faire consensus chez les utilisateurs.

## 6 CONCLUSION

Dans cet article, nous avons présenté la notation  $\mu$ Glyphe qui permet de décrire les microgestes à différents niveaux d'abstraction, de façon précise et non ambiguë.  $\mu$ Glyphe est une notation graphique représentant les événements des mouvements des doigts de la main.  $\mu$ Glyphe a pour but de faciliter la standardisation des définitions de microgestes en fournissant une notation commune. Cette notation inclut et étend les caractéristiques déjà utilisées dans la littérature. Afin d'illustrer son pouvoir descriptif, nous avons décrit selon la notation  $\mu$ Glyphe un ensemble de microgestes issus de la littérature. Nous montrons de même son pouvoir génératif en proposant de nouveaux microgestes.

Au delà de la validation conceptuelle de la notation en étudiant ses pouvoirs descriptif et génératif, une validation complémentaire de l'utilisabilité de la notation doit être entreprise. Nous avons testé la lisibilité de la notation de façon informelle auprès de collègues chercheurs en IHM. Contrairement aux notations de gestes tactiles, comme GestureCards [14], nous ne pouvons pas nous comparer à une autre notation car  $\mu$ Glyphe est la première notation pour microgestes. Cependant, en nous inspirant du protocole de la première expérience de GestureCards [14], nous envisageons d'extraire de la littérature des images et des descriptions textuelles de microgestes, de les traduire avec  $\mu$ Glyphe, puis de tester la lisibilité et la facilité de compréhension en comparant les trois représentations des microgestes auprès de concepteurs d'IHM. Une autre piste de travaux futurs réside dans le développement d'un outil d'exploration de la littérature des microgestes en se basant sur la notation  $\mu$ Glyphe.

Comme dans tous les domaines, la création d'une notation commune des mouvements des doigts de la main est une étape indispensable pour faire progresser le domaine de l'interaction basée sur des microgestes.  $\mu$ Glyphe peut aussi servir de base (1) à la création de boîtes à outils, de façon similaire à celles existantes pour les gestes sur surfaces tactiles [16], et (2) à l'analyse de l'interaction basée sur des microgestes avec un modèle prédictif de performance similaire à Keystroke [4] ou à son extension aux écrans tactiles [19].

## RÉFÉRENCES

- [1] Daniel L. Ashbrook. 2010. *Enabling Mobile Microinteractions*. Ph.D. Dissertation. USA. Advisor(s) Starner, Thad E. AAI3414437.
- [2] Michel Beaudouin-Lafon. 2004. Designing Interaction, Not Interfaces. In *Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces* (Gallipoli, Italy) (AVI '04). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 15–22. <https://doi.org/10.1145/989863.989865>
- [3] Rudolf Benesh and Joan Benesh. 1977. *Reading dance : the birth of choreology / by Rudolf and Joan Benesh*. Souvenir Press London. xvi, 139 p. : pages.
- [4] Stuart K. Card, Thomas P. Moran, and Allen Newell. 1980. The Keystroke-Level Model for User Performance Time with Interactive Systems. *Commun. ACM* 23, 7 (July 1980), 396–410. <https://doi.org/10.1145/358886.358895>
- [5] Edwin Chan, Teddy Seyed, Wolfgang Stuerzlinger, Xing Dong Yang, and Frank Maurer. 2016. User elicitation on single-hand microgestures. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings* (2016), 3403–3414. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858589>
- [6] David Way. 2014. *EMGRIE : Ergonomic Microgesture Recognition and Interaction Evaluation, A Case Study*. Technical Report 2000. 1–195 pages.
- [7] William Delamare, Céline Coutrix, and Laurence Nigay. 2015. Designing Guiding Systems for Gesture-Based Interaction. In *Proceedings of the 7th ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems* (Duisburg, Germany) (EICS '15). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 44–53. <https://doi.org/10.1145/2774225.2774847>
- [8] Alan Dix, Janet Finlay, Gregory D Abowd, and Russell Beale. 2000. Human-computer interaction. *Harlow ua* (2000).
- [9] Christoph Endres, Tim Schwartz, and Christian Müller. 2011. "Geremin" : 2D microgestures for drivers based on electric field sensing. *International Conference on Intelligent User Interfaces, Proceedings IUI* (2011), 327–330. <https://doi.org/10.1145/1943403.1943457>
- [10] Alix Goguy, Cameron Steer, Andrés Lucero, Laurence Nigay, Deepak Ranjan Sahoo, Céline Coutrix, Anne Roudaut, Sriram Subramanian, Yutaka Tokuda, Timothy Neate, Jennifer Pearson, Simon Robinson, and Matt Jones. 2019. *PickCells : A Physically Reconfigurable Cell-Composed Touchscreen*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1–14. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300503>
- [11] Ann Hutchinson Guest. 2005. *Labanotation : The System of Analyzing and Recording Movement : Ann Hu*. Taylor & Francis. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203626122/labnotation-ann-hutchinson-guest>
- [12] Thomas E. Hansen, Juan Pablo Hourcade, Mathieu Virbel, Sharath Patali, and Tiago Serra. 2009. PyMT : A Post-WIMP Multi-Touch User Interface Toolkit. In *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces* (Banff, Alberta, Canada) (ITS '09). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 17–24. <https://doi.org/10.1145/1731903.1731907>
- [13] Tyson R. Henry, Scott E. Hudson, and Gary L. Newell. 1990. Integrating Gesture and Snapping into a User Interface Toolkit. In *Proceedings of the 3rd Annual ACM SIGGRAPH Symposium on User Interface Software and Technology* (Snowbird, Utah, USA) (UIST '90). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 112–122. <https://doi.org/10.1145/97924.97938>
- [14] Marc Heseniuss and Volker Gruhn. 2019. GestureCards-A hybrid gesture notation. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction* 3, EICS (2019).
- [15] Da Yuan Huang, Liwei Chan, Shuo Yang, Fan Wang, Rong Hao Liang, De Nian Yang, Yi Ping Hung, and Bing Yu Chen. 2016. Digitspace : Designing Thumb-to-fingers touch interfaces for one-handed and eyes-free interactions. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings May* (2016), 1526–1537. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858483>
- [16] Kenrick Kin, Björn Hartmann, Tony DeRose, and Maneesh Agrawala. 2012. Proton : Multitouch Gestures as Regular Expressions. 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, 2885–2894. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208694>
- [17] DoYoung Lee, SooHwan Lee, and Ian Oakley. 2020. Nailz : Sensing Hand Input with Touch Sensitive Nails. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (CHI '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376778>
- [18] Alex Olwal, Thad Starner, and Gowa Mainini. 2020. E-Textile Microinteractions : Augmenting Twist with Flick, Slide and Grasp Gestures for Soft Electronics. In

- Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. 1–13. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376236>
- [19] Andrew D. Rice and Jonathan W. Lartigue. 2014. Touch-Level Model (TLM) : Evolving KLM-GOMS for Touchscreen and Mobile Devices. In *Proceedings of the 2014 ACM Southeast Regional Conference (Kennesaw, Georgia) (ACM SE '14)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 53, 6 pages. <https://doi.org/10.1145/2638404.2638532>
- [20] T. Scott Saponas, Desney S. Tan, Dan Morris, Ravin Balakrishnan, Jim Turner, and James A. Landay. 2009. Enabling always-available input with muscle-computer interfaces. *UIST 2009 - Proceedings of the 22nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology* (2009), 167–176. <https://doi.org/10.1145/1622176.1622208>
- [21] Adwait Sharma, Michael A Hedderich, Bruno Fruchard, Jess Mcintosh, Dietrich Klakow, and Daniel Ashbrook. 2021. SoloFinger : Robust Microgestures while Grasping Everyday Objects. (2021).
- [22] Adwait Sharma, Joan Sol Roo, and Jürgen Steimle. 2019. Grasping microgestures : Eliciting Single-hand Microgestures for Handheld Objects. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings Chi* (2019). <https://doi.org/10.1145/3290605.3300632>
- [23] Mohamed Soliman, Franziska Mueller, Lena Hegemann, Joan Sol Roo, Christian Theobalt, and Jürgen Steimle. 2018. FingerInput : Capturing Expressive Single-Hand Thumb-to-Finger Microgestures. *ISS 2018 - Proceedings of the 2018 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces* (2018), 177–187. <https://doi.org/10.1145/3279778.3279799>
- [24] Hyunyoung Song, Hrvoje Benko, François Guimbretière, Shahram Izadi, Xiang Cao, and Ken Hinckley. 2011. Grips and gestures on a multi-touch pen. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings May* (2011), 1323–1332. <https://doi.org/10.1145/1978942.1979138>
- [25] Seval Tanrikulu, Şenol Bekmez, Akan Uzümcügil, and Gürsel Leblebicioğlu. 2015. *Anatomy and Biomechanics of the Wrist and Hand*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 441–447. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-36569-0\\_49](https://doi.org/10.1007/978-3-642-36569-0_49)
- [26] Jérémy Wambecke, Alix Goguy, Laurence Nigay, Lauren Dargent, Daniel Hauret, Stéphanie Lafon, and Jean-Samuel Louis de Visme. 2021. M[Eye]Cro : Eye-Gaze+Microgestures for Multitasking and Interruptions. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.* 5, EICS, Article 210 (May 2021), 22 pages. <https://doi.org/10.1145/3461732>
- [27] Eric Whitmire, Mohit Jain, Divye Jain, Greg Nelson, Ravi Karkar, Shwetak Patel, and Mayank Goel. 2017. DigiTouch. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies* 1, 3 (2017), 1–21. <https://doi.org/10.1145/3130978>
- [28] Graham Wilson, Craig Stewart, and Stephen Brewster. 2010. Pressure-based Menu Selection for Mobile Devices. *ACM International Conference Proceeding Series*, 181–190. <https://doi.org/10.1145/1851600.1851631>
- [29] Katrin Wolf, Anja Naumann, Michael Rohs, and Jörg Müller. 2011. A taxonomy of microinteractions : Defining microgestures based on ergonomic and scenario-Dependent requirements. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* 6946 LNCS, PART 1 (2011), 559–575. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-23774-4\\_45](https://doi.org/10.1007/978-3-642-23774-4_45)
- [30] Hyeonbeom Yi, Jiwoo Hong, Hwan Kim, and Woohun Lee. 2019. DexController : Designing a VR controller with grasp-recognition for enriching natural game experience. In *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, VRST*. <https://doi.org/10.1145/3359996.3364263>

## MICROGESTES DE LA LITTÉRATURE

Les tableaux ci-dessous présentent les microgestes issus de la de la littérature et décrit avec la notation  $\mu$ Glyphe.

**TABLE 6: Exemples de microgestes issus de la littérature suivant le modèle  $\overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\blacktriangle}$ , à une rotation de la direction près comme le Tap latéral.**

Type de microgeste	Article	$\mu$ Glyphe	Caractéristiques additionnelles
Tap	Tap [22] Tap [21]	$\overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\blacktriangle}$	
Tap du pouce	Finger touches [6] Pinch [20] Tap [26] Finger taps [23]	$(x, y) \in A, \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}$ <small>pou. x y pou.</small>	$A = \{\text{ind.} \text{maj.} \text{ann.} \text{aur.}\} \times \{\text{base} \text{mil.} \text{tip}\}$ $A = \{\text{ind.} \text{maj.} \text{ann.} \text{aur.}\}$ $A = \{\text{ind.} \text{mid.}\} \times \{\text{base} \text{mil.} \text{tip}\} \cup \{(\text{ind.}, \text{tip lateral}) (\text{ann.}, \text{nail})\}$ $A = \{\text{ind.} \text{maj.} \text{ann.}\} \times \{\text{base} \text{mil.} \text{tip}\}$
Tap sur le pouce	Tap [5]	$x \in A, \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}$ <small>x pou. x</small>	$A = \{\text{ind.} \text{maj.} \text{ann.} \text{aur.}\}$
Tap à deux doigts sur le pouce	Tap [5]	$(x, y) \in A, \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}$ <small>x    y pou. x    y</small>	$A = \{(\text{ind.}, \text{maj.}), (\text{ann.}, \text{aur.})\}$
Tap tous les doigts	Tap [5]	$(\overset{\circ}{\nabla}(\bullet) \parallel \overset{\circ}{\nabla}(\bullet));$ <small>ind.    maj.    ann.    aur. pou. ind.    maj.    ann.    aur. pou.</small>	
Tap paume	Tap [5] Fist [5]	$x \in A, \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}$ <small>x paume x</small>	$A = \{(\text{ind.} \text{maj.} \text{ann.})\}$ $A = \{(\text{pou.} \text{ind.} \text{maj.} \text{ann.} \text{aur.})\}$
Tap surface	External touches [6] Tap the wheel [29]	$x \in A, \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}$ <small>x Surface x</small>	$A = \{\text{ind.} \text{maj.} \text{ann.} \text{aur.}\}$ $A = \{\text{pou.} \text{ind.} \text{maj.} \text{ann.} \text{aur.}\}$ Surface = volant
Tap poing fermé	Fist tap [23]	$(\overset{\circ}{\nabla}(\bullet) \parallel \overset{\circ}{\nabla}(\bullet));$ <small>pou. ind. - lat. ind.    maj.    ann.    aur. 100% (▼); pou.</small>	
Tap latéral	Tap [5] Open/Close Gap [6] Snip [29]	$x \in A, y \in B, x < y, (\overset{\circ}{\blacktriangle} \parallel \overset{\circ}{\blacktriangle}); (\overset{\circ}{\blacktriangle} \parallel \overset{\circ}{\blacktriangle})$ <small>x y x y</small>	$A = \{\text{ind.}\}, B = \{\text{maj.}\}$ $A = B = \{\text{ind.} \text{maj.} \text{ann.} \text{aur.}\}$ $A = \{\text{ind.}\} B = \{\text{maj.}\}$
Double Tap	Double tap [24]	$\overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\blacktriangle}; \overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\blacktriangle}$	
Tap pouce-index et paume	Tap-and-flap [23]	$(\overset{\circ}{\nabla}(\bullet) \parallel \overset{\circ}{\nabla}(\bullet));$ <small>pou. ind. b mlt   maj.    ann.    aur. pou. paume</small>	
Tab du pouce	tab [29]	$x \in A, \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}$ <small>x t &lt; 0.5s x</small>	$A = \{\text{ind.} \text{maj.} \text{ann.} \text{aur.}\} \times \{\text{nail} \text{tip} \text{top}\}$
Tab sur objet	tab I or M on object [29]	$x \in A, \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}$ <small>x t &lt; 0.5s x</small>	$A = \{\text{ind.} \text{maj.}\}$
Touch du pouce	Touch[29]	$x \in A, \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}$ <small>x t &gt; 3.5s x</small>	$A = \{\text{ind.} \text{maj.} \text{ann.} \text{aur.}\} \times \{\text{nail} \text{tip} \text{top}\}$
Press	Squeeze/Pull up[20] Press [22] Press [30]	$x \in A, \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}$ <small>x Lo → Hi x Hi → Lo</small>	$A = \{\text{ind.} \text{maj.} \text{ann.} \text{aur.}\}$
Press du pouce	Press [29]	$x \in A, \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}$ <small>pou. Lo → Hi x pou. Hi → Lo</small>	$A = \{\text{ind.} \text{maj.} \text{ann.} \text{aur.}\} \times \{\text{tip} \text{top} \text{nail}\}$

TABLE 7: Exemples de microgestes issus de la littérature suivant le modèle  $\overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\nabla}$ , sauf pour les deux cas Pichenette et Glisser doigt sur objet qui sont deux formes proches du Swipe.

Type de microgeste	Article	$\mu$ Glyphe	Caractéristiques additionnelles
Swipe	Swipe [22] Swipe [24]	$\left( \begin{array}{c} \overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\nabla} \\ \overset{\circ}{\blacktriangle}; \overset{\circ}{\blacktriangle}; \overset{\circ}{\blacktriangle} \\ \overset{\circ}{\blacktriangleright}; \overset{\circ}{\blacktriangleright}; \overset{\circ}{\blacktriangleright} \\ \overset{\circ}{\blacktriangleleft}; \overset{\circ}{\blacktriangleleft}; \overset{\circ}{\blacktriangleleft} \end{array} \right)$	
Swipe haut	Flexion [21]	$\overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\nabla}$	
Swipe bas	Extension [21]	$\overset{\circ}{\blacktriangle}; \overset{\circ}{\blacktriangle}; \overset{\circ}{\blacktriangle}$	
Swipe left	Swipe Left [21]	$\overset{\circ}{\blacktriangleright}; \overset{\circ}{\blacktriangleright}; \overset{\circ}{\blacktriangleright}$	
Swipe right	Swipe Right [21]	$\overset{\circ}{\blacktriangleleft}; \overset{\circ}{\blacktriangleleft}; \overset{\circ}{\blacktriangleleft}$	
Swipe des doigts sur pouce	linear finger-to-thumb slides [23]	$x \in A, \left( \begin{array}{c} \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\nabla} \\ \overset{\circ}{\blacktriangle}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}; \overset{\circ}{\blacktriangle} \end{array} \right)$	$A = \{\text{ind.}, \text{maj.}, \text{ann.}\}$
Swipe du pouce sur doigt	Swipe [5] Slide thumb on finger [6] Linear thumb-to-finger slides [23] Drag&Drop thumb on index-side [29]	$x \in A, \left( \begin{array}{c} \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\nabla} \\ \overset{\circ}{\blacktriangle}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}; \overset{\circ}{\blacktriangle} \end{array} \right)$	$A = \{\text{ind.}, (\text{ind.} \text{maj.}), (\text{maj.} \text{ann.})\}$ $A = \{\text{ind.}, \text{maj.}, \text{ann.}, \text{aur.}\}^n$ , avec $n \in \mathbb{N}^*$ $A = \{\text{ind.}, \text{maj.}, \text{ann.}\}$ $A = \text{ind.-side}$
Swipe du pouce autour des doigts	Rotational thumb-to-finger slides [23]	$x \in A, \left( \begin{array}{c} \overset{\circ}{\blacktriangleleft}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleleft}; \overset{\circ}{\blacktriangleleft} \\ \overset{\circ}{\blacktriangleright}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleright}; \overset{\circ}{\blacktriangleright} \end{array} \right)$	$A = \{\text{ind.}, \text{maj.}, \text{ann.}\} \times \{\text{base} \text{mil.}\}$
Swipe du pouce sur un ongle	Fingertip slides [23]	$x \in A, \left( \begin{array}{c} \overset{\circ}{\blacktriangleleft}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleleft}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleleft}(\bullet) \\ \overset{\circ}{\blacktriangleright}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleright}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleright}(\bullet) \end{array} \right)$	$A = \{\text{ind.}, \text{maj.}, \text{ann.}\}$
Swipe du pouce passant sur tous les doigts	Swipe [5]	$\left( \begin{array}{c} \overset{\circ}{\blacktriangleright}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleright}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleright}(\bullet) \\ \overset{\circ}{\blacktriangleleft}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleleft}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleleft}(\bullet) \end{array} \right)$	
Swipe du pouce passant sur tous les ongles	Drag&Drop thumb on finger nail [29]	$\left( \begin{array}{c} \overset{\circ}{\blacktriangleright}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleright}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleright}(\bullet) \\ \overset{\circ}{\blacktriangleleft}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleleft}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleleft}(\bullet) \end{array} \right)$	
Swipe index sur pouce	Drag&Drop index on thumb [29]	$x \in A, \left( \begin{array}{c} \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\nabla} \\ \overset{\circ}{\blacktriangle}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}; \overset{\circ}{\blacktriangle} \end{array} \right)$	
Swipe majeur sur index	Drag&Drop middle on index [29]	$x \in A, \left( \begin{array}{c} \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\nabla} \\ \overset{\circ}{\blacktriangle}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}; \overset{\circ}{\blacktriangle} \end{array} \right)$	
Swipe du doigt sur bout du pouce	Ream [29]	$x \in A, \left( \begin{array}{c} \overset{\circ}{\nabla}(\bullet); \overset{\circ}{\nabla}; \overset{\circ}{\nabla} \\ \overset{\circ}{\blacktriangle}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangle}; \overset{\circ}{\blacktriangle} \end{array} \right)$	$A = \{\text{ind.}, \text{maj.}, \text{ann.}, \text{aur.}\}$
Swipe le long d'un objet	Drag&Drop thumb along object [29] Drag index or middle finger on stylus up / down [29]	$x \in A, \left( \begin{array}{c} \overset{\circ}{\blacktriangleright}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleright}; \overset{\circ}{\blacktriangleright} \\ \overset{\circ}{\blacktriangleleft}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleleft}; \overset{\circ}{\blacktriangleleft} \end{array} \right)$	$A = \{\text{pouce}\}$ $A = \{\text{ind.}, \text{maj.}\}$
Swipe pouce autour d'un objet	Drag&Drop thumb around object [29]	$\left( \begin{array}{c} \overset{\circ}{\blacktriangleright}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleright}; \overset{\circ}{\blacktriangleright} \\ \overset{\circ}{\blacktriangleleft}(\bullet); \overset{\circ}{\blacktriangleleft}; \overset{\circ}{\blacktriangleleft} \end{array} \right)$	
Pichenette	Flip [29]	$x \in A, \overset{\circ}{\blacktriangle}$	$A = \{\text{ind.}, \text{maj.}, \text{ann.}, \text{aur.}\}$
Glisser doigt sur objet	Drag fingers around the wheel [29] Drag middle finger above object [29]	$x \in A, \overset{\circ}{\blacktriangleright}(\bullet)$	$A = \{\text{ind.}, \text{maj.}, \text{ann.}, \text{aur.}\}$ Objet = volant $A = \{\text{majeur}\}$

**TABLE 8: Exemples de microgestes issus de la littérature suivant le modèle  $\overset{\circ\circ}{\nabla}$  et les microgestes de dessins 2D (principalement faits en l'air).**

Type de microgeste	Article	$\mu$ Glyphe	Caractéristiques additionnelles
<b>Flexion</b>	<i>Finger Curl</i> [6] <i>Down</i> [9]	$x \in A, \overset{\circ\circ}{\nabla}_x$	$A = \{\text{ind.} \text{maj.} (\text{ann.} \text{aur.})\}$
<b>Extension</b>	<i>Up</i> [9] <i>Thumb up</i> [29]	$x \in A, \overset{\circ\circ}{\blacktriangle}_x$	$A = \{\text{pou.}\}$
	<i>Strech</i> [22]	$x \in A, \overset{\circ\circ}{\blacktriangle}_x \mid \overset{\circ\circ}{\blacktriangle}_x$	
<b>Flexion/Extension de l'articulation MCP</b>	<i>Finger Lift/Extend</i> [6]	$x \in A, \overset{\circ\circ}{\nabla}_x \mid \overset{\circ\circ}{\blacktriangle}_x$ <small>MCP</small> <small>MCP</small>	$A = \{\text{ind.} \text{maj.} (\text{ann.} \text{aur.})\}$
<b>Abduction</b>	<i>right</i> [9]	$x \in A, \overset{\circ\circ}{\blacktriangleleft}_x$	
<b>Adduction</b>	<i>left</i> [9]	$x \in A, \overset{\circ\circ}{\blacktriangleright}_x$	
<b>Cercle</b>	<i>Circle cw/ccw</i> [9] <i>Circle</i> [22] <i>Circle'</i> [21] <i>Circle cw &amp; ccw</i> [29] <i>Drawing a circle</i> [23]	$x \in A, \overset{\circ\circ}{\circ}_x \mid \overset{\circ\circ}{\circ}_x$	$A = \{\text{ind.} \text{maj.} \text{ann.} \text{aur.}\}$ $A = \{\text{pou.}\}$
<b>Cercle sur surface</b>	<i>Circle</i> [5] <i>Circle sidewise</i> [29]	$x \in A, \overset{\circ\circ}{\circ}_{\text{pou. } x} \mid \overset{\circ\circ}{\circ}_{\text{pou. } x}$	$A = \{\text{index-radial}\}$ $A = \{\text{pouce}\}$
<b>Carré</b>	<i>Square cw/ccw</i> [9]	$\overset{\circ\circ}{\square} \mid \overset{\circ\circ}{\square}$	
<b>Triangle</b>	<i>Triangle cw/ccw</i> [9]	$\overset{\circ\circ}{\triangle} \mid \overset{\circ\circ}{\triangle}$	
<b>ZigZag sur surface</b>	<i>Zigzag</i> [21]	$\overset{\circ\circ}{\zeta}$	