

Un système analogique visuo-gestuel pour la graphie de la LS

Claire Danet, Raphaël de Courville, Roman Miletitch, Morgane Rébulard,
Dominique Boutet, Patrick Doan

► **To cite this version:**

Claire Danet, Raphaël de Courville, Roman Miletitch, Morgane Rébulard, Dominique Boutet, et al..
Un système analogique visuo-gestuel pour la graphie de la LS. Atelier Traitement Automatique des
Langues des Signes, TALN 2010, Jul 2010, Montréal, Canada. pp.1-10. hal-00612504

HAL Id: hal-00612504

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00612504>

Submitted on 29 Jul 2011

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.

Un système analogique visuo-gestuel pour la graphie de la LS

Claire Danet¹ Raphaël de Courville¹ Roman Miletitch² Morgane Rébulard¹
Dominique Boutet³ Patrick Doan¹

(1) ESAD, Amiens

(2) UPMC, Paris

(3) UMR 7023 SFL, Paris et Université EVE
gestuelscript@googlegroups.com

Résumé Ce travail constitue une contribution à l'émergence d'une écriture courante pour la Langue des Signes Française. Complémentaire des recherches déjà menées (le projet LSscript a fait la recension des travaux sur la recherche d'un formalisme graphique pour la LSF), notre projet s'inscrit dans un espace de réflexion pluridisciplinaire. Nous suivons un postulat selon lequel l'écriture et les LS partagent une même modalité visuo-gestuelle. Notre hypothèse : le signe gestuel contiendrait, dans sa réalisation, une trace graphique lisible. Nous proposons de capter des traces graphiques par une technique de photographie multi-angles, afin de constituer un corpus de signes rendant visible ce tracé dans les trois dimensions de l'espace. Cet article décrit nos principes et hypothèses, les techniques de constitution du corpus et notre protocole de validation des hypothèses.

Abstract This work constitutes a contribution to the emergence of a common writing for French Sign Language. Our approach, while in line with previously conducted research (the LSscript project made a review of past works in the field of research of a graphical formalism for LSF), brings the reflexion into a multidisciplinary context. Our assumption is that writing and sign language share a same visual-gestural modality. Our hypothesis is as follows : in its execution, the gestural sign contains a readable graphic trace. In order to question our assumption, we use multi-angle photography to constitute a corpus of signs in which all three dimensions of these traces are visible. This article describes the principles and hypothesis, the techniques for building the corpus, and the validation protocol of our hypothesis.

Mots-clés : Système graphique, visualisation du geste, iconicisation (transcription), Langue des Signes Française.

Keywords : Graphical system, gesture visualisation, iconicization (transcription), French Sign Language.

1 Introduction

La langue des signes (LS), propre à la communauté sourde, est une langue analogique visuo-gestuelle et multilinéaire. En raison de cette complexité, aucun système d'écriture satisfaisant n'a jusqu'ici pu être élaboré alors même qu'une écriture offrirait les conditions d'un enrichissement culturel sans précédent à la population concernée. Un nombre assez limité d'études ont abordé cette question (pour une recension, voir le rapport final de LSscript, Sagawa & al 1998) qui reste pourtant d'actualité (création d'un CAPES de LSF)

La plupart des systèmes graphiques existants ont été conçus et formalisés en tant qu'outils scientifiques. Parmi eux, Signwriting¹ est le seul à être devenu un système autonome d'écriture employé et enseigné au sein de la communauté sourde de différents pays. Cependant, il souffre de nombreuses lacunes (LSscript p.55 et suivantes) : problèmes de segmentation, problèmes de latéralisation, lourdeur quant au traitement cognitif, indifférenciation entre structures standards et structures de grande iconicité (productiv signs) et spécifiquement, capacité à représenter ces structures de grande iconicité (LSscript p.38) (Cuxac 2000 p.27 et suivantes), absence de règles d'écriture et de lecture. Nous pensons qu'une critique graphique constructive doit venir questionner ses usages et ouvrir de nouvelles pistes de formalisation.

Les études portant sur Signwriting (Bianchini, 2010) révèlent entre autres qu'il fonctionne mieux pour la lecture que pour l'écriture. Ceci est en partie dû aux choix graphiques de Valérie Sutton : des formes issues d'un registre géométrique et diagrammatique strict ne renvoyant à aucune notion de tracé, propre à une réflexion axée sur l'écriture. Le principe graphique de SW repose sur un décalque du corps qui devient ainsi un cadre de description purement visuel du signe. Nous pensons que cette gestuelle contient également une forme graphique porteuse de sens et qu'elle est, dans une certaine mesure, un acte scriptural en soi.

Les structures de grande iconicité décrites par C. Cuxac nous amènent également à considérer l'espace de signation comme un espace d'inscription. Nous essayons de prendre en compte dans nos réflexions graphiques les transferts de forme et de taille (permettant le modelé de formes), les proformes, l'itinéraire, la distance, les locii, les placements et déplacements qui animent les mouvements des mains et les distinguent des signes standards. Il nous semble ainsi important de pouvoir distinguer graphiquement ces composantes.

2 Objectifs

Dans la perspective de mettre en place un système d'écriture de la LSF, ce projet a pour objectif de jeter des bases méthodologiques et formelles pour la représentation graphique du paramètre le moins décrit (Stokoe, 1960) des LS : le mouvement. Nous avons choisi ce dernier car il nous permet d'aborder la question de l'écriture des LS selon un principe analogique visuo-gestuel original. On reconnaît, d'une part, qu'à côté de la modalité visuelle, les signes en tant que gestes dans la LSF participent, au minimum, à la production du sens et peut-être à sa structuration et, d'autre part, que l'écriture est aussi un comportement gestuel. Les deux laissent des traces visuelles, fugaces d'un côté et pérennes de l'autre. Déposés dans l'écrit, ces tracés remplissent un objectif que tous les systèmes de notation ont adopté. Nous voulons, quant

¹ <http://www.signwriting.com>

à nous, observer les traces graphiques déployées par les signes dans la langue afin de les reproduire par des gestes d'écriture.

Cette ou ces analogies gestuelles devraient jouer un rôle de révélateur pour le signeur/scripteur, dans la mesure où celui-ci pourrait retrouver à chaque fois les rapports existants et formateurs entre sa langue et son écriture selon une boucle de type éactive (Varela 1996).

Nous voulons ainsi expérimenter l'hypothèse d'une écriture analogique pour une langue iconique. Jusqu'alors, une rupture de modalité (voco-acoustique -orale- contre visuo-gestuelle -écrite-) dans les langues vocales annihile/arbitrarise les rapports formels et les analogies possibles entre oral et écrit. Par ailleurs, le rapport analogique entre référent et signe devrait pouvoir être exploité également de manière analogique dans l'écriture et selon une perspectiva artificialis (Alberti [1475]1992) ; compte tenu de la réduction de dimensions qui s'opère lors de la projection de l'espace oral gestuel (trois dimensions plus le temps) vers l'espace du support écrit (deux dimensions).

Adoptant une approche recherche/action, nous mettons en place une collaboration étroite avec la communauté sourde et un partage des ressources avec la communauté scientifique. Au-delà du modèle à construire, des situations d'échanges devront voir le jour permettant d'aborder progressivement la question de l'écriture au sein de ces deux communautés par le biais, notamment, d'ateliers sur la graphie.

3 Dispositif photocaligraphique

Comment mettre en évidence de façon analogique les structures graphiques sous-jacentes dans la LS ?

Afin d'aborder l'enregistrement de traces du geste se prêtant à des traitements graphiques, voire graphématiques, nous procédons à la création d'une série de dispositifs permettant la visualisation des composantes gestuelles de la LSF selon une méthode graphique et photographique. Ainsi, nous constituons un corpus spécifique pour tenter de démontrer l'existence d'une structure graphique sous-jacente dans la LSF.

Ce projet a pour objectif de développer une démarche de recherche graphique rigoureuse et empirique. Prenant pour référence initiale la méthode chronophotographique d'E.J. Marey (Marey, 1883), nous cherchons à capturer la genèse du signe graphique en commençant par rendre possible l'observation quasi directe de structures graphiques dans chaque signe. De la chronophotographie, nous conservons la démarche scientifique. Cependant, en supprimant les intervalles, notre procédé se rapproche, dans son rendu graphique, du photodynamisme d'A.G. Bragaglia. Il donne du mouvement une représentation instantanée non pas analytique, mais synthétique, fusion de la vitesse et de la trajectoire du corps (Lioret, 2004). En basculant ensuite dans un registre abstrait propre à l'écrit, les structures, d'abord figuratives, deviennent des inscriptions de type calligraphique dans un espace de composition détaché de l'oralité.

Nous souhaitons ainsi évaluer la lisibilité des formes générées et les capacités des locuteurs à interroger une représentation graphique de leur langue. L'enjeu est de pouvoir énoncer des critères qui serviront à développer un principe de représentation graphique pertinent du mouvement en fonction de ses paramètres.

3.1 Méthode

La photographie traditionnelle rend compte de la position du corps arrêté. La vidéo, quant à elle, anime une suite chronologique d'images permettant de voir le mouvement se réaliser progressivement. La visualisation que nous recherchons se trouve à mi-chemin entre ces deux manières de regarder. Elle est un instantané de la trace laissée par le geste, de sa marque dans le continuum du signe.

Cette manière de voir le signe a pour finalité une représentation de celui-ci en une seule image fixe. Le signe est alors lu en deux dimensions plutôt que quatre, le temps et la profondeur étant inclus dans les nuances de la trace laissée. Ces formes captées serviront de base de réflexion à une mise en œuvre graphique spécifique (production de signes). Cette démarche impose une neutralité dans le traitement de l'image : la photographie procure cette objectivité.

Nous pensons que cette traduction graphique est un exercice mental et visuel qui permet de retrouver le sens à partir, d'une part, de la perception et d'une reconstruction des projections graphiques propres à un signe gestuel et, d'autre part, d'une optimisation de la perception de cette projection graphique qui s'émancipe du cadre gestuel strict.

Ainsi, notre corpus pose la question de la lisibilité du signe graphique à travers deux paramètres distincts : la reconnaissance du signe et la clarté du tracé. La reconnaissance ("reconnaissabilité" serait plus exact) est définie ici par le potentiel de l'image à communiquer un sens (matching avec une image mentale du signe) tandis que la clarté du tracé représente la qualité graphique et la précision de la représentation du mouvement (discrimination graphique).

Afin d'évaluer méthodiquement la lisibilité, nous avons opté pour une prise de vue multi-angles offrant la possibilité de percevoir la trace du signe, soit en rotation (donnant l'illusion de la profondeur), soit sous plusieurs angles isolés. Cette approche permet par la voie de tests de lecture comparée de dégager des constats sur la lisibilité de notre corpus graphique et de pouvoir concrètement étudier des critères de lisibilité pour un système graphique à venir.



Figure 1 : Premiers essais de prises de vue frontale, de gauche à droite : [arrestation], [voilà], [automne], [calendrier]

3.2 Préparation du corpus

Le choix des signes du corpus doit permettre de tester notre hypothèse d'analogie visuo-gestuelle. Nous avons donc établi une classification par éléments significatifs du paramètre du mouvement, de sorte à couvrir l'ensemble des possibilités offertes par l'espace de signation.

Ainsi, la typologie prend en compte :

- la/les main(s) utilisée(s)
- le type de symétrie (plan, axe, point)
- le type de rotation (poignet, coude, épaule)
- le type de forme
- l'amplitude du geste
- la répétition
- le changement de configuration de la main
- le contact avec le corps
- le déploiement dans la profondeur
- l'emplacement du signe

Ces critères nous ont permis d'établir une liste de 290 signes parmi les 4000 du dictionnaire. Pour des raisons de pénibilité pour les locuteurs sourds² qui produisent ces signes, une deuxième sélection a été effectuée, réduisant le corpus à 100 signes. L'illustration IVT du signe est proposée aux locuteurs comme stimulus. La traduction française est omise. Ainsi, les deux sujets sourds ne sont pas influencés par la traduction lors de leur exécution.

3.3 Dispositif et acquisition du corpus

Le dispositif photo est monté pour obtenir 12 angles de vue, entourant le locuteur sur 150°. Il comprend 4 appareils photo numériques, 12 miroirs (chaque appareil photo visant 3 miroirs), un fond noir et un vêtement noir pour isoler les mains. Des retours informatique et vidéo sont mis en place pour apprécier le rendu photo en temps réel et nous faciliter les réglages.

À la différence de la chronophotographie d'E.J. Marey, notre dispositif repose sur un déclenchement simultané des appareils. Le temps d'exposition des 4 appareils varie, selon les signes, de 1 à 4 secondes et permet de recueillir les traces laissées par le mouvement des mains, d'un bout à l'autre du signe. L'image obtenue permet la lecture du signe dans son ensemble (locuteur, configuration des mains, mouvements, emplacement, expression...).

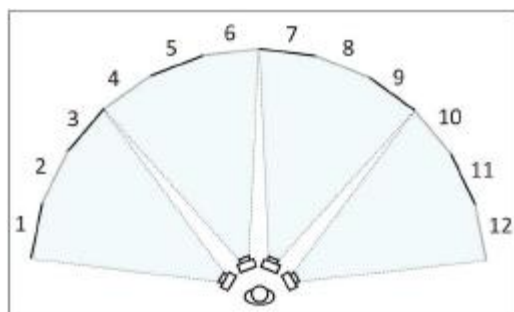


Figure 2 : Schéma du dispositif



Figure 3 : Photo de l'installation

² Les locuteurs (un homme et une femme de 30 et 35 ans) sont tous deux sourds profonds, de parents entendants. L'un travaille au CREDA d'Amiens en tant qu'enseignant de LSF en LSF et l'autre, comédienne pour l'association Signes de Sens (Lille).

Deux séances de prises de vues ont été organisées avec la participation de deux locuteurs sourds. Grâce à un retour vidéo, ces derniers prenaient immédiatement connaissance de la trace laissée par leurs gestes et pouvaient ainsi avoir un regard critique sur le résultat. Cette démarche (que nous n'avions pas anticipée) consistait pour les locuteurs à émettre un jugement formel sur les images produites, aboutissant, au cours de la séance, à l'apparition d'une attitude réflexive vis-à-vis de leur production gestuelle. Nous avons ainsi pu observer chez les signeurs témoins le souci de mieux marquer leurs tracés en modifiant leur gestuelle.

Pour nous, cela montre deux choses :

1. La trace graphique résultante donne une représentation intelligible du geste.
2. En influant sur cette trace graphique, le scripteur recherche l'évidence dans le rendu du mouvement (notion que nous désignons par le terme de "clarté"). Ici, son objectif n'est pas la reconnaissance du signe, mais simplement la bonne inscription du mouvement dans l'image.

On aurait à faire ici à une phase de reconnaissance du signe (lisibilité) suivie immédiatement d'une phase de discrimination graphique (clarté) propre à un système graphique et à son support.

Plus de 200 séries de 12 clichés ont ainsi été rassemblées, classées puis retouchées afin de constituer le corpus graphique de l'expérience.



Figure 4 : Série de 12 clichés du signe [disparaître]

3.4 Plateforme de test et plan d'expérience

3.4.1 Plateforme de test

Afin de récolter les données nécessaires à notre étude, une plate-forme de test a été réalisée. La volonté de toucher le public le plus large possible nous a conduits à développer le test sur internet. Ce site propose à la communauté sourde un test en ligne portant sur la reconnaissance de signes selon plusieurs angles de vue. Deux registres graphiques font l'objet du test : un registre photographique présentant la trace laissée par le geste et un registre graphique correspondant à un négatif en noir et blanc du premier.



Figure 5 : Image des signes, à gauche registre photographique, à droite registre graphique

L'objectif est de présenter à la lecture des degrés différents de traduction graphique du signe et d'étudier de manière quantifiée la capacité de ces représentations à transmettre le sens du signe. Les résultats de ces tests nous permettront incidemment d'identifier les manques, les faiblesses de notre approche et de jeter les bases d'une démarche critique.

3.4.2 Protocole de tests

Chaque sujet suit un parcours de test comprenant deux séances à une semaine d'intervalle. Une séance est composée de 25 items portant chacun sur un signe différent pris au hasard dans le corpus. Un seul registre est représenté au cours d'une même séance. Les sujets sont répartis aléatoirement en trois groupes égaux que nous appelons A, B et C. Ces groupes se distinguent par l'alternance des registres sur les deux séances. Groupe A : registre photographique pour les deux séances ; Groupe B : registre photographique puis registre graphique ; Groupe C : registre graphique pour les deux séances. En comparant l'évolution de chaque groupe d'une séance à l'autre, nous espérons trouver la preuve d'un apprentissage différencié. En tenant compte des deux registres, trois types de successions sont donc possibles : 1) deux phases photographiques 2) deux phases graphiques 3) une phase photographique suivie d'une phase graphique.

Chaque test se déroule en trois étapes :

- 1 **Reconnaissance** Le sujet peut faire tourner le signe sur lui même (150°) en manipulant un curseur de défilement sous l'image. Cette visualisation donne l'illusion d'un espace à 3 dimensions. Le sujet doit indiquer s'il reconnaît le signe en précisant son degré de certitude. Dans le cas où le sujet ne reconnaît pas le signe, les étapes 2. et 3. sont ignorées et le sujet accède à l'item suivant.
- 2 **Choix d'un angle privilégié** Le signe est présenté à nouveau sous la forme de 12 vignettes reprenant les 12 angles de vue en 2 dimensions répartis aléatoirement (pour neutraliser l'effet de centration dans le choix de la vignette). Le sujet choisit l'angle de vue qui lui semble le plus lisible.

- 3 **Validation de la reconnaissance** Afin de valider la bonne reconnaissance du signe, une liste de 4 définitions en LSF est proposée (complétée par une option "la définition ne figure pas dans la liste").



Figure 6 : les 3 étapes de test

Les étapes 1 et 3 forment un ensemble logique indiquant par croisement la reconnaissance ou non du signe. Cependant, la

3 comparaison entre le taux de certitude relevé sur un signe donné et le taux de validation de la reconnaissance nous donne une autre indication concernant cette fois l'ambiguïté de l'image.

Ces trois étapes du test sont appliquées dans deux registres formels. Le premier est un registre photographique brut dans lequel la trace s'inscrit dans l'espace de signation. Le second est un registre graphique mettant l'accent sur la dimension scripturale en isolant la trace (par retouche de l'image de départ) et en la basculant dans un cadre spatial détaché de la réalité et plus proche de celui de l'écriture (trace monochrome noire sur support blanc). La trace devient alors tracé et le signeur devient scripteur.

Nos hypothèses principales se déclinent de la manière suivante :

- Des informations de mouvement sous forme de trace ou de tracé rendu sur une image fixe suffisent à la reconnaissance d'un signe.
- Un signe doit avoir un angle optimal de discrimination (étape 2) lorsqu'on est dans une représentation 2D particulièrement pour un traitement graphique présentant un tracé.
- Le type de signes (type de symétrie, type de forme, amplitude du mouvement...) a un impact sur l'angle de meilleure discrimination.
- Le changement de traitement – vers un tracé – amène les sujets à affiner la discrimination d'angle. Il s'agit d'une véritable bascule dans un registre graphématique.

4 Paramètres graphiques

Notre approche méthodologique et critique de la problématique de l'écriture des LS est ancrée dans notre culture typographique. Dans le domaine du dessin de caractères, le signe graphique est intimement lié à la pratique calligraphique qui l'anime. Pour mieux comprendre le regard que nous posons sur le terme calligraphie, il faut mettre de côté sa définition occidentale qui renvoie à la belle lettre, rigoureusement exécutée et soumise à des formes arrêtées et nous tourner du côté de la calligraphie chinoise. Dans ce cas, le signe est le résultat du geste alors qu'en occident, le geste est le résultat du signe. Cette différence est fondamentale à nos yeux, car elle nous permet de questionner le geste à l'origine des formes graphiques et de s'affranchir de l'arbitraire d'une forme graphique préétablie, de raisonner dans l'espace gestuel autant que dans l'espace graphique. Comme pour les LS, le signe chinois, à travers l'acte calligraphique, est une expression du mouvement parcouru par un sens non arbitraire. Cet art du mouvement nous intéresse au plus haut point. En effet, la manière dont les questions du signe y sont abordées nous éclaire sur les principes en œuvres dans nos propres formes graphiques et les gestes qui les déposent.

Toute forme d'écriture a le besoin impératif d'être lisible, c'est-à-dire qu'elle doit posséder les qualités formelles permettant une lecture aisée (sens typographique de la lisibilité). L'organisation et la position des tracés dans le signe est la première de ses qualités. Il s'agit pour les composants graphiques de faire corps. Lors de la réalisation du signe graphique, la difficulté principale est donc la confusion dans les tracés et la discontinuité. Cela arrive par exemple lorsque les tracés sont mal hiérarchisés. Ce premier principe d'unicité dans le signe doit être associé à un second principe qui bien qu'opposé n'en est pas moins essentiel : le contraste. Les signes, mais également les tracés qui les composent, doivent impérativement se distinguer les uns des autres sans pour autant décomposer l'unité de l'écriture. Il est très important de pouvoir analyser la nature de ces contrastes formels et le rôle qu'ils jouent dans la construction du corps du signe. Nous étudions ces principes de lisibilité au travers de paramètres graphiques nous permettant de décrire précisément la nature formelle de notre corpus. Ces paramètres nous informent sur la manière dont le signe est construit : formes, orientation et changement d'orientation, plans et axes, configurations de la main traçante, amplitudes, tension des tracés, vitesse, nuances des pleins (les noirs), types de modulation du tracé (donnant l'illusion de la troisième dimension).

Les tests effectués nous permettent de recueillir des données sur la reconnaissance et la lisibilité des tracés présents dans le corpus. Celles-ci devraient mettre en évidence des critères de lisibilité portant sur les dimensions pertinentes du tracé. Ces paramètres graphiques nous permettent d'évaluer méthodiquement les principes formels en jeu dans la lecture du tracé. D'autre part, dès lors que nous pouvons décomposer le signe en paramètres graphiques, nous pouvons par là même envisager la question de sa reproduction par l'écrit. Quel outil, quelle manipulation, quel espace scriptural permettront au scripteur de retrouver ces formes ?

5 Perspectives

Les tracés stabilisés d'après le corpus photocalligraphique devraient assurer la cohérence formelle du répertoire graphématique. Le partage des modalités visuo-gestuelle entre oralité et écriture guidera l'acte scriptural et devrait maintenir la différenciation entre des graphèmes, même proches, par le biais d'une analogie modale entre le geste du tracé de l'écrit et celui du tracé du signe.

Il faudra définir des règles de structuration du signe avec pour objectif le respect de l'équilibre de la composition typographique (rythme, lisibilité, homogénéité). L'objectif de faciliter l'apprentissage doit nous guider vers une économie dans le nombre et la complexité formelle des signes de base ainsi que dans les règles de composition interne au signe.

Les signes graphiques que nous proposerons n'ont pas vocation à lever toutes les ambiguïtés des signes (LS). Nous croisons les données obtenues en 3.4 avec les paramètres du mouvement de chaque signe. Ceci doit permettre de concevoir un système graphématique rassemblant les autres paramètres impliqués dans la constitution d'un signe LS. D'autres dispositifs seront élaborés pour tester ces autres paramètres, notamment par le moyen de captation-visualisation de gestes en temps réel (motion capture).

L'implication des deux locuteurs sourds dans le processus d'acquisition du corpus (voir 3.3) nous amène à envisager un dispositif exploitant ce rapport à l'image. Utilisant un seul point de vue, le nouveau système de prise de vue sera contrôlé par le sujet (déclenchement de l'appareil, exploration des détails de l'image). L'élicitation sera identique à celle du premier dispositif, mais nous laisserons le sujet juger seul des modifications à effectuer pour obtenir la meilleure représentation du signe (orientation par rapport à l'axe de prise de vue, gestion du bruit dû aux répétitions, chronologie du mouvement...). Nous effectuerons un relevé des modifications opérées par les sujets sur leur gestuelle. Les données obtenues seront rapprochées des paramètres du mouvement sélectionnés (voir partie 4.) afin d'explorer notre hypothèse sur le lien entre mouvement et trace graphique. Le dialogue avec les sujets devrait également permettre de construire une grille des solutions de clarification inventées par eux et que nous n'aurions pas anticipées.

D'autre part, afin d'analyser le comportement du lecteur sourd face au tracé, le regard de ce dernier sera enregistré grâce à un dispositif de suivi du regard. Une collaboration avec l'université de Picardie Jules Verne nous permettra de développer un protocole d'expérimentation sur la question et devrait nous permettre de voir la manière dont l'œil du lecteur se déplace à l'intérieur du signe. Nous espérons ainsi pouvoir comprendre de manière plus fine les comportements liés à la lecture des signes graphiques.

Références

BLONDEL M. & AL (1998). *Étude exploratoire de marqueurs intonatifs en LSF et LSQ. Actes de TALN 2008*

BIANCHINI C. S., *Émergence d'un système d'écriture pour les Langues des Signes et réflexions métalinguistiques conséquentes : la LIS-Écrite (Langue des Signes Italienne Écrite) et le SignWriting.* Thèse de doctorat en Sciences du Langage (en cours, prévue 2011), Paris 8 - Università degli studi di Perugia

CUXAC C. (2000). *La langue des signes française (LSF) : les voies de l'iconicité.* Paris : Gap: Ophrys.

FAJARDO I., VIGO M., SALMERN L. (2009). Technology for supporting web information search and learning in Sign Language. *Interacting with Computers* 21, no. 4, 243-256.

GARCIA B., BOUTET D., BRAFFOT A., DALLE P. (2007). *Sign Language (SL) in Graphical Form : Methodology, modélisation and representations for gestural communication. Actes de Interacting bodies, IIe colloque ISGS*

GARCIA & AL : *Rapport LSScript (2007) : http://websourd.nnx.com/~mediav0/PDF/RapportFinal_V3.pdf*

LIORET A. (2004) *Émergence de nouvelles esthétiques du mouvement.* Paris : L'Harmattan.

MAREY E-J., DEMERY G. (1883). *Études photographiques sur la locomotion de l'homme et des animaux.* Paris : Gauthier-Villars.

MOODY B. & AL (1998). *La langue des signes, tome 2 & 3, Ed. ent. rev., corr. et augm.* Paris : IVT.

SAGAWA H., & AL(1998). *Methods to describe and recognize sign language based on gesture components represented by symbols and numerical values. Knowledge-Based Systems* 10, no. 5, 287-294.

STOKOE W. (1976). *A Dictionary of American Sign Language on Linguistic Principles, New ed.* Silver Spring, Md. : Linstok Press.

VARELA F. & AL (1996). *L'Inscription corporelle de l'esprit : sciences cognitives et expérience humaine, La couleur des idées.* Paris : Seuil.