HAL
open science

Variation prosodique et traduction poétique (LSF/français) : Que devient la prosodie lorsqu'elle change de canal ?

Fanny Catteau, Marion Blondel, Coralie Vincent, Patrice Guyot, Dominique Boutet

To cite this version:

Fanny Catteau, Marion Blondel, Coralie Vincent, Patrice Guyot, Dominique Boutet. Variation prosodique et traduction poétique (LSF/français) : Que devient la prosodie lorsqu'elle change de canal ?. Journées d'Étude sur la Parole, Jul 2016, Paris, France. pp.750-758. halshs-01354719

HAL Id: halshs-01354719

https://shs.hal.science/halshs-01354719v1

Submitted on 19 Aug 2016

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.

Variation prosodique et traduction poétique (LSF/français) : Que devient la prosodie lorsqu'elle change de canal ?

Fanny Catteau[1, 2], Marion Blondel[1, 2], Coralie Vincent[1, 2],
Patrice Guyot[2, 3], Dominique Boutet[2, 4]

(1) SFL, CNRS-Paris8 59 rue Pouchet, 75017 Paris, France
(2) Labex ARTS-H2H, Paris8, 2 rue de la Liberté, 93000 Saint Denis, France
(3) IRIT, Toulouse III, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse, France
(4) LIAS/IMM (EHESS & CNRS), Université Evry-Val-d'Essonne
fannycatteau90@gmail.com, marion.blondel@cnrs.fr

RESUME

L'étude de la prosodie des langues vocales repose en partie sur la mesure des paramètres de durée, d'intensité et de fréquence sonores. Les langues des signes, quant à elles, empruntent le canal visuo-gestuel et mobilisent des articulateurs manuels et non manuels (buste, tête, éléments du visage). Notre étude a pour objectif d'établir des outils permettant de comparer, au niveau prosodique, la traduction en français de séquences poétiques et la version originale en langue des signes française (LSF). Nous avons recueilli des données vidéo augmentées de capture de mouvement – qui offrent plusieurs pistes d'exploration des paramètres prosodiques pour la LSF – ainsi que des données audio des traductions en français – qui révèlent les stratégies des interprètes pour interpréter la variation prosodique.

ABSTRACT

Prosodic variation and poetic translation (LSF/French): What happens to prosody with a channel change?

The study of spoken language prosody is partially based on the measurement of three parameters: sound duration, intensity and frequency. Sign languages use the visual-gestural channel and mobilize manual and non manual articulators (chest, head, facial features). Our study aims to establish tools that allow to compare, on the prosodic level, the translation of poetic sequences into French and their original versions in French Sign Language (LSF). We collected video and motion capture data – which offers wide avenues for exploration of LSF prosodic features – as well as audio data of French translations – that reveal the strategies of interpreters to convey prosodic variation.

MOTS-CLES : prosodie, langues des signes, modalité, traduction, capture de mouvement
KEYWORDS : prosody, sign languages, modality, translation, motion capture

1 Comment appréhender la prosodie gestuelle

L'étude du segmental ou du suprasegmental peut être menée tant dans la modalité visuo-gestuelle que dans la modalité audio-vocale. Ainsi, des paramètres tels que la durée, la fréquence ou l'intensité devraient être opératoires tant pour l'étude du flux sonore que pour celle du flux gestuel. Pour autant, la recherche en prosodie des langues des signes hésite encore sur ce qui constitue le niveau suprasegmental. La question du statut du non-manuel (buste, tête, mimique) est rarement évoquée, tout comme les comparaisons strictes entre les paramètres intonatifs des langues vocales (intensité, durée, fréquence) et leurs équivalents dans le canal gestuel.

Le registre poétique nous semble un espace privilégié pour étudier les phénomènes prosodiques, et la traduction du registre poétique, d'une modalité à l'autre, paraît être une piste expérimentale fructueuse. Il s'agit également d'une approche innovante : le patrimoine poétique en LSF étant de taille très modeste, et surtout peu diffusé, les occurrences de traduction vers le français sont plus rares que celles vers la LSF, et n'ont pas été étudiées, à notre connaissance, jusqu'aux travaux récents de Catteau (2015) et Corominas (2015).

A travers l'expérience du projet CIGALE[1], et en particulier de son extension sous la forme d'une expérimentation de traduction poétique, nous avons plusieurs objectifs : rechercher les points communs ou les spécificités de chacune des modalités quant à leur prosodie et établir des mesures basées sur les données biomécaniques. Au final, nous confirmons que l'intonation gestuelle s'appuie bien sur des modulations de l'intensité, de la durée et de la fréquence (restant à préciser en lien avec l'étude de la vitesse et de ses dérivées) et que nous pouvons distinguer des *motifs* ou contours prosodiques systématiques en nous appuyant sur les régularités et contrastes rythmiques et 'spatio-mélodiques', autrement dit une utilisation régulière et contrastée de l'espace (trajectoire répétées, zones mobilisées selon un axe de symétrie, emplacements opposés sur des axes précis).

Dans un premier temps, nous ferons un état de la recherche en prosodie dans les langues à modalité visuo-gestuelle. Ensuite, nous présenterons le cadre de l'expérimentation que nous avons mise en place, ainsi que le projet dans lequel elle s'inscrit. Enfin, dans un dernier temps, nous présenterons les résultats obtenus grâce à notre étude et les perspectives envisagées.

1.1 Prosodie audio-vocale et prosodie visuo-gestuelle

Les recherches sur la prosodie dans les langues des signes sont récentes et peu diffusées (relativement à la prosodie des langues vocales). Elles ne s'attellent que rarement à l'étude de ces trois paramètres (durée, fréquence, intensité). Il a été proposé à plusieurs reprises (par exemple Sandler, 1999) que l'équivalent de l'intonation des langues vocales était essentiellement non manuel (inclinaison de la tête, du buste) et en particulier lié aux articulateurs faciaux (mouvements des sourcils, mouvements des joues, de la bouche, entre autres). Pour d'autres auteurs, l'équivalent de l'intonation vocale ne peut se limiter au non-manuel et les articulateurs non manuels ne sont pas non plus spécifiques aux signeurs. Ainsi, Blondel & Le Gac (2007) ont souligné, pour la LSF, que les expressions faciales, et plus généralement le non-manuel, peuvent jouer un rôle essentiel dans la signification d'un énoncé en langue des signes, tout en étant également présents chez les entendants dans une communication en face à face.

[1] http://www.labex-arts-h2h.fr/cigale-104

1.1.1 *La place du non-manuel*

Parce que la dimension incarnée des langues vocales est étudiée de plus en plus finement (cf. Ferré, 2014, entre autres), certaines attributions des langues des signes peuvent être reversées dans le pot commun de la gestualité humaine et de la dimension multimodale du langage en interaction. Ainsi, la caractérisation 'linguistique' des mouvements faciaux en langue des signes reposait dans un premier temps sur l'ajustement précis de leur portée temporelle à la séquence manuelle concernée (Baker-Schenk, 1983). Mais dès lors que l'on observe des phénomènes d'alignement entre mouvements non manuels et la structure prosodique du discours dans les langues vocales (Graf et al., 2002, par exemple), les distinctions [intonation vocale = non-manuel en langue des signes] et [segmental = manuel] / [suprasegmental = non-manuel] nous paraissent inopérantes.

1.1.2 *Le repérage de motifs prosodiques*

Dans les analyses prosodiques de la langue des signes américaine notamment, nous retrouvons la notion de durée (des mouvements, des tenues) qui concerne plus directement le manuel (Grosjean, 1979, par exemple). Mais est également présente la notion d'accentuation ou d'emphase qui associe articulateurs manuels et non manuels (cf. Wilbur, 1999 pour une synthèse). Boyes-Braem (1999) s'est intéressée aux mouvements de translation latérale du torse dans des énoncés de signeurs natifs en langue des signes de Suisse allemande. L'auteur conclut que ces balancements coïncident en partie avec des frontières de propositions, et, à une plus grande échelle, à des unités de discours. En création, les paramètres prosodiques constituent des ressources poétiques dans la structuration contrôlée du discours. Ainsi les auteurs peuvent choisir de respecter un tempo isochrone (avec des battements à intervalle de temps régulier), une construction spatiale privilégiant la symétrie ou l'équilibre des zones de l'espace grâce à la répartition des articulateurs main droite, main gauche, par exemple (cf. Blondel & Miller, 2009).

La traduction d'un registre poétique constitue alors un véritable défi, notamment pour la transmission la plus fidèle possible de l'intention du poète, incluant son architecture prosodique et les effets ainsi provoqués sur le public.

1.2 Le recours à la capture de mouvements pour l'étude des langues des signes

Les études 'phonétiques' (au sens de description articulatoire) mentionnées ont été enrichies depuis quelques années par le recours à la capture de mouvements (mocap) et à des dispositifs de moins en moins invasifs. Ce qui était auparavant mesuré sur un support vidéo peut désormais être validé, complété et précisé par des mesures biomécaniques. Ainsi, Tyrone et al. (2010) étudient l'élongation relative du mouvement d'un signe (en langue des signes américaine) selon sa position (initiale, médiane ou finale) dans la proposition et constatent que, en contexte final, la phase de repos (*release*) du mouvement du signe est allongée proportionnellement. De nouvelles pistes sont également ouvertes, notamment en s'appuyant sur l'élicitation et le jugement de perception, en attendant qu'une détection automatique efficace soit mise au point. Ainsi, Tanaka & van der Hulst (2004) observent, lors d'une tâche d'élicitation d'emphase en langue des signes japonaise, que des signeurs font varier non seulement les paramètres du mouvement de chaque signe, mais également ceux du mouvement de transition entre les signes. Jantunen (2003) a également recours à la mocap et utilise la vitesse et l'accélération pour comparer les mouvements des signes et les mouvements des transitions entre les signes, en langue des signes finlandaise. Il observe principalement que la vitesse des signes est inférieure à celle des transitions mais que les signes présentent davantage de phénomènes d'accélération (et de variation) que les transitions.

2 Contexte de l'étude, expérimentations, données

En lien avec cette complémentarité d'informations entre la vitesse et ses dérivées, Wilbur & Martinez (2002) ont effectué une analyse comparée de la perception respective des variations des paramètres de vitesse, d'accélération et de saccade (ou *jerk*). Les auteurs cherchaient à comprendre si l'un de ces paramètres cinématiques pouvait, dans l'encodage prosodique de la langue des signes américaine, servir plus efficacement de marqueur que les deux autres. Ils s'appuient sur la capture des mouvements des bras et mains, postulant que les mouvements ont des répercussions sur les bras, même s'ils ont été initiés par une autre partie du corps. Ce set de capture est proche de celui mis en place dans le programme de recherche CIGALE, projet pluridisciplinaire, scientifique et artistique, d'étude du mouvement gestuel (Batras et al., 2015). L'expérimentation présentée ici est née de la confrontation entre la pratique de l'interprétation en langue des signes (Catteau, 2015) et ce programme de recherche.

2.1 CIGALE et les données poétiques

Depuis 2013, l'équipe du projet CIGALE a enregistré un corpus regroupant quatre types de données gestuelles (gestualité coverbale, mime, direction de chœur, langue des signes poétique). Chaque sous-corpus a été enregistré grâce à un système de capture de mouvement 3D composé de vingt-quatre caméras numériques infrarouges (VICON, 120 fps), qui enregistrent les positions successives de plus de quatre-vingt-dix marqueurs réfléchissants placés sur le sujet selon des positions anatomiques précises. Ce *marker set* suit une méthode standardisée pour que chaque segment du corps apparaisse comme étant un solide indéformable. Il permet un changement de repère à même d'isoler le mouvement de chaque segment (Dumas et al., 2012).

Les séquences de langue des signes poétique ont été préparées et réalisées par Jules Turlet, poète et chansigneur[2] sourd. Six séquences poétiques y sont déclinées avec des variations prosodiques (des modifications de la vitesse ou de l'amplitude du mouvement principalement). Le corpus que nous avons constitué pour la présente étude est composé de trois versions de trois séquences poétiques dénommées « Arbre », « Rivière » et « Sourire ». Chacune de ces trois versions est une proposition du même contenu segmental, avec une modification du débit entraînant donc une variation suprasegmentale. Pour modifier le débit de sa performance, le signeur a utilisé divers procédés linguistiques tel un ajustement de l'amplitude des signes ou la réduction des temps de pause[3].

2.2 Les traductions LSF / français vocal

Outre la capture de mouvement, les séquences de langue des signes poétique ont été filmées à l'aide d'une caméra ordinaire. En vue de leur traduction vocale, nous avons organisé une rencontre avec six interprètes en langue des signes (experts en traduction de registre poétique). Chaque interprète a reçu les séquences « Arbre », « Rivière » et « Sourire » incluant leurs trois variantes rythmiques, soit neuf courtes séquences poétiques à traduire. Nous avons effectué un enregistrement audio et audio-vidéo des traductions, notamment avec le support vidéo de l'extrait poétique, contraignant ainsi l'interprète à traduire en respectant la prosodie du signeur.

---

[2] Le chansigne est la traduction et adaptation d'une chanson en langue des signes ou une création directe en langues des signes qui se caractérise par un tempo régulier.

[3] Voir Catteau (2015 : 32-33), pour une description et une analyse complètes de la gestion de la variation rythmique des séquences.

2.3 Méthodologie

Afin d'identifier les stratégies interprétatives face à la variation rythmique des différents stimuli, nous avons effectué un premier repérage qualitatif sur vidéo (comme la durée des pauses ou les mouvements d'impulsion) et exploité ensuite des mesures quantitatives extraites de la capture de mouvement (pour le signeur, cf. Catteau, 2015 : 27-34) et de l'enregistrement audio (pour les traductions en français vocal, cf. Catteau, 2015 : 34-51).

2.3.1 *Annotation manuelle et mesures des fichiers audio*

Dans un premier temps, nous avons annoté manuellement les cinquante-deux traductions recueillies en simultané à la vidéo, en ciblant les éléments prosodiques saillants. Nous avons pour cela effectué une segmentation syllabique des traductions vocales, en codant les syllabes courtes et longues, selon la durée relative entre l'attaque d'une syllabe et l'attaque de la syllabe suivante suivante (avec [.] pour les courtes et [_] pour les longues). Nous avons noté les respirations (avec le symbole [V] emprunté à la notation musicale), les pauses (avec une croix cerclée [⊗]) et chaque impulsion vocale ([↑]), comme l'illustre la figure 1.

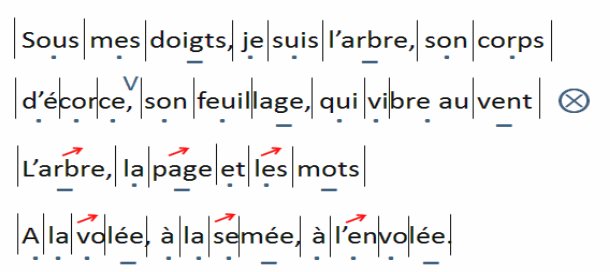

FIGURE 1 : Exemple d'annotation d'une séquence de traduction vocale

Dans un second temps, grâce au logiciel PRAAT[4], nous avons analysé les formes d'onde des traductions vocales. Nous avons calculé la durée des séquences de traduction vocale, ainsi que la durée des pauses dans le flux vocal des interprètes.

2.3.2 *Mesures biomécaniques*

Des mesures biomécaniques ont été ajoutées à l'analyse afin de mesurer de manière objective les variations prosodiques du signeur. Parmi les différentes mesures, nous avons utilisé la quantité de mouvement, précédemment employée pour caractériser la dynamique des gestes réalisés pour diriger un orchestre et provoquer différents types de nuances (Sarasua & Guaus, 2014). Elle correspond à la moyenne des vitesses de toutes les jointures du corps. Elle permet de caractériser l'intensité globale des mouvements effectués et d'appréhender les variations de prosodie.

Nous exploitons également les matrices de similarité (Foote, 1999), une approche issue de l'analyse musicale, utilisée pour structurer automatiquement des pièces sonores. Elles sont employées pour visualiser de manière compacte les formes répétitives d'un ensemble de descripteurs temporels. Appliquées aux positions des marqueurs, elles permettent d'appréhender la prosodie en termes de

[4] http://www.fon.hum.uva.nl/praat/

répétition et de transition. Les positions spatiales des marqueurs ont dans ce cas été normalisées par la position relative et les rotations du corps du signeur. Enfin, pour modéliser certains mouvements de transition du signeur, nous avons utilisé les rotations d'un axe horizontal passant par les hanches.

3 Résultats

Les séquences poétiques se caractérisent par des motifs rythmiques et spatio-mélodiques qui jouent sur les variations de durée, d'amplitude et de vélocité. Les traductions proposées en français vocal exploitent ces variations, tout en présentant des variantes dans les stratégies employées. Nous présentons l'ensemble des observations concernant la durée des unités et celle des tenues ou pauses (3.1.1), les observations concernant les impulsions et leur rôle dans l'élaboration de motifs répétés (3.1.2), et enfin l'examen des mouvements de transition (3.1.3).

3.1.1 *Durées, pauses et tenues*

Le signeur a fait varier respectivement la durée de chaque séquence en allongeant ou rétrécissant la durée de ses mouvements, notamment en leur donnant plus ou moins d'amplitude. Nous nous attendons à ce que le débit vocal des interprètes soit modifié dans l'exercice de traduction des différentes versions.

Les interprètes ont utilisé trois types de stratégies interprétatives pour faire varier la durée totale des traductions (cf. Catteau, 2015:43-51) : premièrement, en jouant sur la durée des syllabes ; deuxièmement, en modifiant le texte d'une variation rythmique à l'autre (plus de mots en version lente qu'en version normale et inversement dans la version rapide *versus* normale) ; troisièmement, en faisant varier la durée des pauses et la place des respirations. La figure 2 illustre ainsi des longueurs différentes d'une même pause effectuée dans la traduction du poème « Arbre », en fonction des versions « normale », « lente » ou « rapide » de la performance en LSF. Les interprètes qui ont fait varier aussi le texte pour chaque variante rythmique ont effectué plus de pauses en version lente qu'en normale (et donc de temps de pauses sur l'ensemble du poème) et inversement en version rapide.

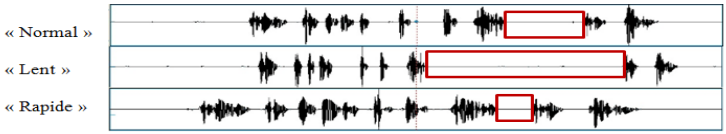

FIGURE 2 : Exemple de forme d'onde pour une séquence de traduction vocale[5]. La durée des pauses varie en fonction de la vitesse d'exécution de la performance en LSF.

3.1.2 *Impulsions et motifs répétés*

Outre l'annotation des traductions vocales (cf. 2.3.1), nous avons procédé à une annotation manuelle des séquences poétiques en langue des signes à l'aide du logiciel ELAN[6]. Nous avons notamment

[5] Traduction : « Crépusculaire rivière. De tes eaux naissent et meurent les bois, abattus, engloutis, submergés par tes flots. Crépusculaire, dévorante rivière. » .
[6] https://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/

découpé chaque séquence en phrases poétiques, commencé une description articulatoire du mouvement et nous avons ainsi repéré les impulsions gestuelles marquantes de ces phrases.

Les courbes cinématiques de la quantité de mouvement font apparaître des pics d'accélération suivis d'une brusque décélération. Ces pics correspondent aux impulsions annotées manuellement dans les séquences poétiques. Par ailleurs, nous avons remarqué que les motifs répétés, précédemment repérés lors de nos annotations manuelles, apparaissaient bien sur ces courbes (voir la figure 3).

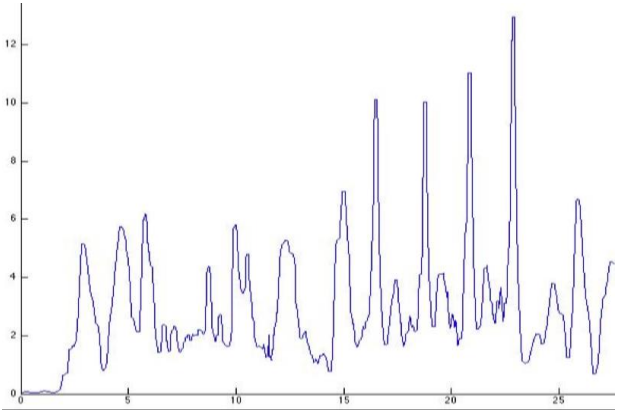

FIGURE 3 : Courbe d'intensité de quantité de mouvement en fonction du temps, calculé à partir du poème "Arbre". Les motifs répétés apparaissent des secondes 15 à 23.

La répétition de mouvements apparaît également clairement sur les matrices de similarité calculées sur la performance signée. La figure 4 illustre les similarités entre les positions spatiales des marqueurs normalisées par rapport à la position des hanches. Les distances entre chaque couple de positions sont calculées et illustrées par des tons allant du bleu (distance importante, faible similarité) au rouge (faible distance, forte similarité). Elle permet d'observer que le geste poétique se découpe en trois phases différentes. Ces dernières se matérialisent par des zones homogènes, dont le découpage correspond aux respirations identifiées dans la traduction vocale. Des répétitions sont également visibles sur la dernière partie, où quatre mouvements similaires se succèdent.

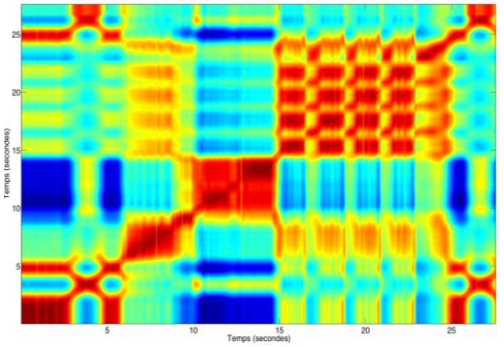

FIGURE 4 : Matrice de similarité calculée sur les distances entre jointures lors de la réalisation du poème "Arbre". Le geste poétique (réalisé de 5 à 25 secondes) se découpe en trois phases (6-10, 10-15, 15-23). Les mouvements répétés sont visibles sur la partie en damier (15-23).

3.1.3 *Focus sur les mouvements de transition*

La matrice de similarité permet aussi d'illustrer des mouvements de transition. Par exemple, le segment allant de 10 à 15 secondes de la figure 4 est assez éloigné du reste de la performance, car il est constitué par une position du corps différente. Par ailleurs, les mouvements de transition liés à la rotation des hanches (figure 5) permettent d'obtenir une autre lecture de la performance s'appuyant sur deux grands segments entrecoupés d'un mouvement de transition (secondes 14 à 15).

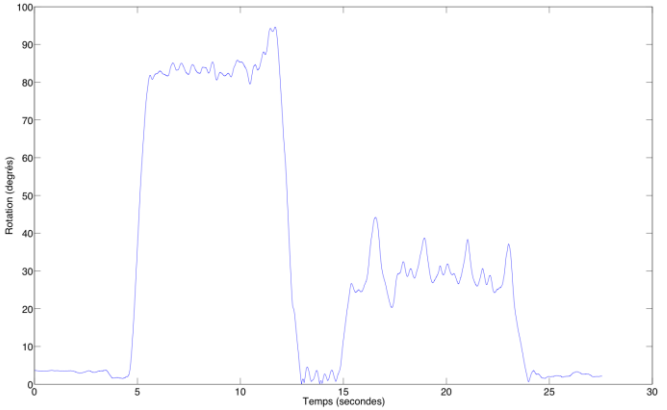

FIGURE 5 : Rotation de l'axe des hanches en fonction du temps, lors de la réalisation du poème "Arbre".

4 Pour ne pas conclure

Dans le cadre de notre recherche des points communs et des spécificités des prosodies vocale et gestuelle, nous avons étudié les variations de durée, fréquence et intensité. Il nous semble pertinent d'explorer la durée des séquences de flux gestuel comme celles de flux sonore, en intégrant la dimension des pauses. Ces mesures concernant la durée des gestes (vocaux ou corporels) ont un lien avec les paramètres d'intensité-amplitude d'une part et avec les paramètres de fréquence-vélocité (et dérivées) d'autre part. Les mesures de ces dernières nécessitent le recours à la mocap et gagnent ainsi en finesse de granularité.

Nous pouvons distinguer des *motifs* ou contours prosodiques systématiques en nous appuyant sur les régularités et contrastes dessinés par la variation de ces paramètres, comme par exemple les pics de quantité de mouvement correspondant à des impulsions. A l'avenir, cette technique pourrait permettre d'annoter automatiquement de nouveaux motifs. De la même façon, les matrices de similarité permettent de structurer objectivement une performance en LSF.

Cette étude peut être exploitée pour l'explicitation des stratégies de traduction-interprétation, *a fortiori* dans le passage de la LSF vers le français vocal, qui semble un défi singulier pour les apprenants. La formation d'interprète français-LSF se focalise en effet sur la déverbalisation (technique de traduction se détachant des structures proprement linguistiques pour accéder au sens), le lexique, les prises de rôle (niveau énonciatif), les placements (niveau morphosyntaxique) et s'intéresse peu au rôle de la prosodie (tant vers la LSF que vers le français). La poursuite des recherches énoncées dans cet article pourrait, à l'avenir, aider à la prise de conscience de l'importance du contenu suprasegmental.

Remerciements

Nous remercions tous nos partenaires du projet CIGALE, Jules Turlet pour sa contribution poétique en LSF et les interprètes qui ont participé à l'expérimentation : Vincent Bexiga, Alexandra Bilisko, Carlos Carreras, Aurore Corominas, Marie Lamothe et Emile Tolian.

Références

BAKER-SCHENK C. L. (1983). *A Microanalysis of the Nonmanual Components of Questions in American Sign Language.* Unpublished dissertation, University of California, Berkeley, CA.

BATRAS D., BLONDEL M., BOUTET D., CHEN C.-Y., CATTEAU F., GUEZ J., GUYOT P., JÉGO J.-F., TRAMUS M.-H., VINCENT C. (2015). On the CIGALE project. In *The Digital Subject: Codes*, Paris.

BLONDEL M., LE GAC D. (2007). Entre parenthèses y a-t-il une intonation en LSF ? *Silexicales* 1-16.

BLONDEL M., MILLER C. (2009). Symmetry and children's poetry in sign languages. Dans J.-L. Aroui & A. Arleo (eds.), *Towards a typology of poetic forms, Language Faculty and Beyond*, 2. Amsterdam : John Benjamins PC, 143-163.

BOYES-BRAEM P. (1999). Rhythmic temporal patterns in the signing of deaf early and late learners of Swiss German Sign Language. *Language and Speech*, 42(2-3), 177-208.

CATTEAU F. (2015). *La prosodie de l'interprète en traduction de poèmes signés : quelles stratégies mises en place face à la variation rythmique ?* Mémoire de recherche, Master Interprétariat en langue des signes, Université Paris 8.

COROMINAS A. (2015). *La traduction française de poésie créée en LSF*, Mémoire de recherche, Master Interprétariat en langue des signes, Université Paris 8.

DUMAS R., ROBERT T., POMERO V., CHEZE L. (2012). Joint and segment coordinate systems revisited. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering* 15 (suppl. 1), 183-185.

FERRÉ G. (2014). Tension gestuelle en co-présence d'un accent d'intensité. Actes des *Journées d'Etude sur la Parole (JEP)*, Le Mans [CD-Rom].

FOOTE J. (1999). Visualizing music and audio using self-similarity. *Proceedings of the 7th ACM international conference on Multimedia (Part 1)*, 77-80.

GRAF H. P., COSATTO E., STROM V., HUANG F. J. (2002). Visual Prosody: Facial Movements Accompanying Speech. *Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*.

GROSJEAN F. (1979). A study of timing in a manual and a spoken language: American Sign Language and English. *Journal of Psycholinguistic Research* 8(4), 379-405.

JANTUNEN T. (2013). Signs and transitions: Do they differ phonetically and does it matter? *Sign Language Studies* 13(2), 211-237.

SARASÚA Á., GUAUS E. (2014). Dynamics in Music Conducting: A Computational Comparative Study Among Subjects. Actes de *NIME*, 195-200.

SANDLER W. (1999). Prosody in two natural language modalities. *Language and Speech* 42 (2-3), 127-142.

TANAKA S., VAN DER HULST H. (2004). Speed of hand movement: a quantitative study. Poster à *TISLR 8*, Barcelona.

TYRONE M. E., NAM H., SALTZMAN E., MATHUR G., GOLDSTEIN L. (2010). Prosody and Movement in American Sign Language: A Task-Dynamics Approach. Actes de *Speech Prosody 2010*, Chicago.

WILBUR R. B., MARTINEZ A. (2002). Physical correlates of prosodic structure in American Sign Language. In M. Andronis, E. Debenport, A. Pycha & K. Yoshimura (eds.), *CLS* 38, 693-704.