

Modélisation du référencement en langue des signes : Analyse des variantes gestuelles

Monia Ben Mlouka¹

(1) IRIT - Université de Toulouse

mlouka@irit.fr

Résumé L'étude de la langue des signes nécessite la prise en considération des variantes de production et de perception d'un discours. La langue des signes conjuguant plusieurs sources gestuelles à la fois, le résultat d'intégration de gestes manuels et non-manuels produit des structures linguistiques dont la modélisation est complexe. Dans cette étude, nous nous sommes focalisés sur la structure linguistique de référencement. Le référencement est le marquage d'une zone de l'espace rattachée au discours en mettant en jeu des gestes manuels et/ou non manuels. Nous avons analysé les formes de marquage spatial en vue de construire un modèle qui tienne compte de ses variantes gestuelles. Notre méthode se compose d'analyses temporelles et spatiales des formes de pointage interagissant avec le contenu de l'espace de signation.

Abstract The analysis of sign language needs a careful consideration of its variations at enunciation and interpretation levels. Sign language merges many linguistic information sources. The fusion of non-manual and hand gestures results in complex linguistic structures. In this study, we focused on the linguistic structure of the act of reference. Reference in sign language means pointing to discourse's elements by involving manual and / or non-manual gestures. We analyzed reference gesture combinations and represented the concept by means of geometric shapes that takes into account the content of the signing space.

Mots-clés : Langue des signes, référencement, geste de pointage, variabilité, apprentissage, modélisation.

Keywords: Sign languages, Reference, pointing gesture, variability, learning, modelling.

1 Enjeux de l'analyse de la langue des signes

L'analyse automatique de discours en langue des signes a pour objectifs de valider, apporter des précisions et enrichir les modèles établis par les linguistes. Elle se compose de représentations informatiques de composants corporels et des techniques qui permettent de combiner ces représentations du fait de l'aspect multi-linéaire de la langue des signes pour pouvoir traiter automatiquement les événements linguistiques tel que le référencement. Outre les variations gestuelles dans la réalisation de signes manuels, l'aspect multi-linéaire vient rajouter de la complexité dans les tâches que doit gérer un programme informatique pour mener à bien l'analyse d'un énoncé en langue des signes. D'un autre côté, les outils informatiques ne sont pas à un niveau de précision qui permet de détecter, dans une vidéo, d'une manière précise certains gestes comme la direction du regard ou les clignements des yeux (Leroy, 2010). Dans ce travail, nous nous proposons de mettre en place un modèle qui permet la détection du concept de référencement, qui gère ses variantes gestuelles, son aspect multi-linéaire ainsi que l'absence d'information du regard dans certains cas.

2 La variation en langue des signes

La langue des signes est une langue gestuelle. Le signeur réalise des signes par les mains, des mouvements corporels comme la rotation de la tête et le balancement du buste. Nous considérons les signes réalisés par un seul composant des signes "mono-sources" et ceux effectués par plusieurs composants corporels des signes "multi-sources".

Dans un premier temps, nous exposerons les modèles proposés pour décrire les propriétés d'un signe "mono-source". Dans un deuxième temps, nous décrirons des exemples de modèles de signes "multi-sources" et mettrons en avant la contribution des gestes non-manuels dans la construction de ce type de signes.

2.1 Le signe "mono-source"

En langue des signes américaines, (Stokoe, 1960) identifie quatre unités caractéristiques du signe : la configuration, l'emplacement, l'orientation et le mouvement. L'exemple (1 b)) illustre les caractéristiques manuelles du signe [AVION] : 1)une configuration en [Y], 2)une orientation vers le bas, 3)un emplacement de départ devant le buste du signeur et un mouvement curviligne. En langue des signes française, (Cuxac, 2000, ch.4) définit un signe comme étant un ensemble de morphèmes c'est-à-dire des unités porteuses de sens. Dans l'exemple (1 a), on voit que la configuration du signe [AVION] se compose de deux unités qui sont le pouce et l'auriculaire qui représentent les ailes.

2.2 Le signe "multi-source"

(Liddell, 1980) souligne qu'un geste non manuel peut contribuer à la construction du sens, parallèlement ou en décalage avec les mains. L'exemple (2) illustre un [AVION] qui tourne auquel s'ajoute, simultanément, une expression faciale particulière et un mouvement de rotation de la

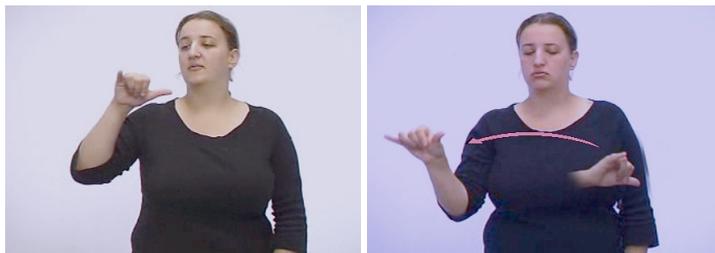


FIGURE 1 – a) Signe [AVION], b) Signe [AVION] en mouvement

tête. D'après le contexte, on comprend que le déploiement simultané d'une mimique faciale particulière et d'une rotation de la tête signifient un détournement d'avion.

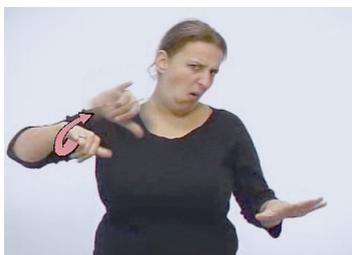


FIGURE 2 – Signe [AVION] en mouvement accompagné d'expression faciale particulière et d'une rotation de la tête

Un signe non-manuel est réalisé par un mouvement de la tête, un changement de la direction du regard, une mimique faciale particulière, des mouvements des épaules ou un balancement du buste. Une fixation par le regard peut être courte ou durer quelques secondes. Un geste de la tête peut être brusque ou lent. Un balancement du buste peut avoir une amplitude faible ou importante. Ainsi, un signe non-manuel peut varier dans la durée, la dynamique et l'amplitude du geste. De plus, dans le cas d'un référencement, la direction d'un mouvement non-manuel dépend du contenu l'espace de signation.

2.3 L'espace de signation

Le signeur utilise l'espace pour réaliser des signes par les mains, des mouvements corporels comme la rotation de la tête et le balancement du buste. Certains linguistes se sont penchés sur l'importance de l'espace car il supporte les éléments (*locus*¹) qui interviennent dans le discours ainsi que leurs relations spatiales (Emmorey & Reilly, 1995). De plus, l'espace de signation représente les relations sémantiques et topologiques qui lient les entités rattachées au discours de manière structurée et pertinente (Emmorey & Reilly, 1995). (Rinfret, 2009) souligne que le déploiement de mouvements non-manuels sont, dans certains cas, motivés par la position de *locus* dans des l'espace de signation. Un mouvement non-manuel permet de réaliser le lien entre les entités du discours telles qu'une zone de l'espace et son référent (le signe qui lui est associé) ou encore mettre le *Focus* sur une zone particulière de l'espace dans le cas de référencement.

1. Zone de l'espace de signation rattachée à l'énoncé

2.4 Synthèse

Ainsi, nous pouvons extraire des paramètres mesurables pour caractériser un signe "multi-sources" tels que la position de début et de fin d'un composant réalisant un mouvement non-manuel, le délai entre les mouvements réalisés par des composants différents ainsi que la zone de l'espace vers laquelle se dirige du mouvement. Ceci permettra, dans une première étape de l'analyse, de quantifier un événement de référencement selon que les gestes correspondants soient réalisés par la main, par la tête et/ou par le regard. Une représentation de ces composants corporels est, ainsi, nécessaire pour concrétiser cette première étape. Nous illustrerons par des exemples la manière dont nous avons représenté la tête, les mains et le regard et comment on les a combinés pour représenter un événement de référencement vers une zone de l'espace de signation. L'un des objectifs de l'analyse du concept de référencement est d'apporter des éléments de réponse aux interrogations suivantes : 1) Quelles sont les combinaisons gestuelles associées au concept de référencement ?, 2) comment varient les combinaisons gestuelles dans le temps et dans l'espace ?

Les variations dans les modalités de réalisation de signes (manuels et non-manuels) d'une part et le fait qu'un énoncé est compris d'une manière non ambiguë d'autre part nous amènent à s'interroger sur le processus de compréhension élaboré par l'interlocuteur pour construire le sens du discours.

3 Le référencement

Un référencement est la manière dont le signeur met le "focus" sur un élément du discours localisé dans l'espace. (Cuxac, 2000) précise que le référencement se réalise grâce à des directions particulières du regard, de la tête ou de la main. Le geste de pointage manuel avec index tendu représente la variante la plus fréquente en langue des signes. En effet, Dans ses travaux sur les langues des signes émergentes, (Fusellier-Souza, 2004) a mené une étude sur le geste de pointage manuel qui s'est concrétisée par un taux de fréquence moyen de 24.85% et par neuf catégories fonctionnelles dont les pointages désignant une référence spatiale.

D'autre part, (Cuxac, 2000) attribue au regard la fonction de marqueur de zones occupées dans l'espace de signation. De leur part, (Parisot & Rinfret, 2006) associent à la direction du regard le rôle de pointeur spatial et émettent l'hypothèse que l'orientation du buste (tronc) ainsi que celle de la tête sont impliquées dans le marquage de locus. Il existe des signes "multi-sources" incluant la main dominante, le regard, la tête, les épaules et le buste. L'exemple (3 a) illustre un référencement "multi-sources" où le regard et la tête sont orientés vers une zone localisée par la main droite dans sa position d'arrivée. L'exemple (3 b) illustre une posture particulière du corps orientée vers la zone pointée par la main, le regard et la tête.

Bien qu'on puisse donner une définition unique et représentative au concept de référencement, les corpus en langue des signes prouvent qu'on peut associer à ce concept plusieurs combinaisons gestuelles qui varient sur les plans temporel et spatial. À titre d'exemple, pour une même configuration manuelle, "un pointage" varie en directions² et en profils de vitesses (Ben Mlouka & Dalle, 2011).

Nous nous sommes intéressés au référencement réalisé par la tête, la main, le buste et/ou le regard. Nous l'avons étiqueté pointage manuel (Man) et pointage non manuel (NM). Dans la

2. les directions d'un pointage sont liées à l'emplacement de locus



FIGURE 3 – Un pointage manuel avec : a) main plate, b) index tendu

section suivante, nous décrirons les corpus sur lesquels nous avons effectué notre analyse.

4 Corpus et annotations

Le corpus faisant l'objet de représentations informatiques a été enregistré dans le cadre du partenariat franco-québécois (Marqspat)³. Les sessions de capture ont été réalisées avec un système de capture de mouvement (VICON)⁴, une caméra vidéo pour filmer le cadre complet de la scène et un système de capture du regard (FaceLab)⁵. Le déroulement des sessions d'enregistrement a été détaillé dans (Ben Mlouka, 2012). Les données de capture de mouvement et celles de suivi du regard ont fait l'objet d'une analyse des mouvements de référencement manuels dans (Ben Mlouka, 2012). Nous décrivons dans le paragraphe suivant la représentation informatique des mains, de l'orientation de la tête et celle du regard.

4.1 Représentations informatiques

Nous avons exploité les données de capture de mouvement pour estimer : une enveloppe de la main sous la forme d'une sphère (4 a), la droite qui porte l'orientation de la tête (4 b). Nous avons récupéré les coordonnées spatiales de la cible du regard, à chaque instant, fournies par "FaceLab" (4 c). Le résultat de la combinaison Regard-Main et Tête-Main sont les intersections des modèles géométriques respectifs.

Ainsi, nous avons appliqué les modèles géométriques résultants sur les séquences de sessions d'enregistrement correspondants à des références spatiales manuelles et non-manuelles en gardant en mémoire les coordonnées spatiales de locus dans le but de caractériser l'événement de référencement en mesurant les distances des positions composants corporels par rapport aux positions spatiales du locus. Dans cet article, nous exposerons les résultats relatifs aux composants corporels non-manuels.

Le corpus en langue des signes française est un extrait d'une série de d'enregistrements réalisés

3. Lien vers le site web du projet : <http://www.irit.fr/marqspat/index.html>

4. Il s'agit d'un système de capture composé de 8 caméras infrarouges qui enregistrent les positions 3D de marqueurs réfléchissants posés sur les membres du signeur

5. Un système non invasif composé de deux caméras et d'un émetteur infrarouge. Il fournit sous forme de données 3D, l'orientation du regard. Une caméra de scène qui permet de synchroniser les données vidéos et données 3D

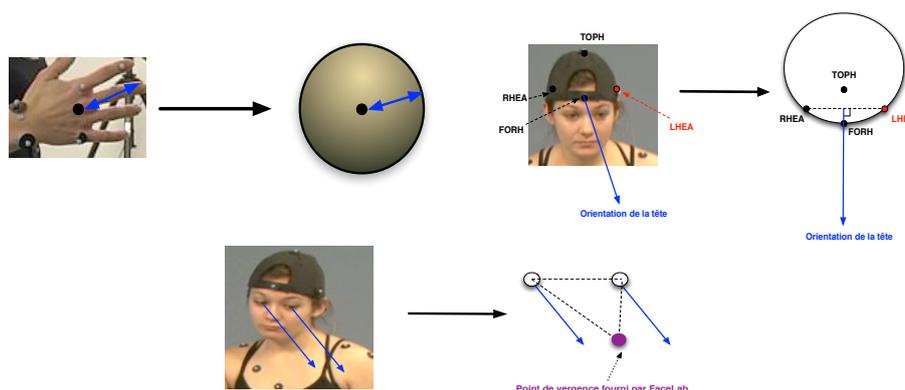


FIGURE 4 – Représentations informatiques : a) de la main, b) de l’orientation de la tête, c) de la cible du regard

à Websourd⁶ dans l’objectif de diffuser des brèves d’actualités (La santé, la politique, l’économie, etc.). Les figures (1 a), 1 b) et 1 c)) sont des exemples visuels d’enregistrement. Nous avons choisi ce corpus car les conditions de son enregistrement se rapprochent le mieux de celles de discours naturels qui se compose de deux séries de vidéos. La première, qui contient sept vidéos, a été analysée en vue d’exploiter les résultats et de les appliquer sur la deuxième série qui se compose de deux vidéos. La durée totale des vidéos est de 337,68 secondes.

4.2 Annotations manuelles

Le logiciel Elan⁷ a été utilisé à la fois pour annoter les vidéos LSF et LSQ en format texte et pour effectuer des recherches de valeurs d’annotation satisfaisant certaines contraintes.

Une annotation manuelle a pour objectif de transcrire les événements de référencement observés. L’annotateur prend connaissance du contenu de l’énoncé, puis repère les moments où le signeur associe un signe à une zone de l’espace. Par la suite, il marque les instants où le signeur fait référence à ces zones. Les indices visuels de marquage spatial sont les configurations manuelles de pointage, une brève fixation du regard et/ ou une rotation des épaules.

Les marqueurs de début et de fin de référencement se manifestent par le changement qui se produit dans l’un des indices listés précédemment :

- Le début d’un pointage manuel est marqué par la stabilisation de la configuration en question. La fin correspond au premier changement de configuration perçu.
- Le début et la fin d’une fixation correspondent au déplacement de l’iris qui précède et suit la fixation.
- Le début de rotation du buste correspond à la rupture avec une posture fixe. La fin du balancement se traduit par une posture fixe.

6. WebSourd est une entreprise qui a pour vocation la mise en œuvre de services d’accessibilité pour les personnes sourdes et le développement d’outils et métiers qui favorisent leur indépendance et leur citoyenneté.

7. (EUDICO Linguistic Annotator) est un outil de création, d’édition, de visualisation et d’annotation de données vidéos et paroles. Il a été développé à l’institut Max Planck en Irlande.

En parallèle, une annotation qualitative : 1) des rotations de la tête : selon les axes ; vertical, horizontal et combinés (les inclinaisons), 2) des rotations des épaules : selon les trois axes, 3) des fixations du regard vers : l'interlocuteur, l'espace ou une partie du corps du signeur et des signes effectués par les mains sous forme de gloses. La figure (5) illustre un exemple de transcription de la rotation des épaules et de la tête de 20 selon l'axe vertical vers la gauche [(+)rot(20/y)], le regard qui cible une zone en haut à gauche du signeur [l-up] et le signe manuel [ENSEMBLE].



FIGURE 5 – Annotations de pointages

Les annotations manuelles d'événements de référencement ainsi que des gloses, dans les vidéos de test, ont été réalisées par un entendant qui a un niveau B2 en LSF et vérifiées par un expert en LSF sourd de naissance. Les annotations qualitatives de mouvements corporels et du regard ont été réalisées séparément par le même annotateur sans vérification.

L'opération de vérification se résume en ces étapes. L'expert : prend connaissance de la méthode d'annotation ainsi que du contenu du discours, élimine les segments qui ne correspondent pas à un référencement, réajuste les limites des segments de référencement et rectifie les motifs de gestes correspondant au référencement.

5 Analyses et résultats

Nous avons pris le parti de quantifier les variations de la position de la tête, de la cible du regard et de la main par rapport à celles du locus dans la réalisation de pointages "mono-sources". Pour cela nous avons appliqué les modèles géométriques (4.1) sur le corpus 3D et sélectionné les valeurs qui correspondent à des segments de référencement. Nous avons mesuré les distances tri-dimensionnelles qui séparent : 1) le centre de la main dominante (locus) de la droite qui porte l'orientation de la tête, 2) le centre de la main dominante (locus) de la cible du regard. Les distances mesurées représentent l'évolution du comportement du regard et de la tête au cours d'une séquence de référencement. Nous avons effectué ces mesures dans le but de caractériser

	Tête	Cible du regard
Main droite	100,4 ± 97,4 (mm)	545,3 ± 9,1 (mm)

TABLE 1 – Valeurs moyennes et écart-types des distances séparant la main droite en phase de création d'un signe spatialisé de 1) la droite qui porte l'orientation de la tête, 2) la cible du regard

Pointage	Zone		Motif	Occurrence	Mesures	(ETR)	(ET)
	(E1)	(E2)					
(Man)	6	3	(RMTE)	2	Precision	0.94	0.66
(NM)	17	13	(ETR)	12	Performance	0.52	0.8
(Man) & (NM)	9	3	(RMT)	3	F-measure	0.67	0.73

TABLE 2 – a) Zones clés de l'espace de signation et comparaison de nombre de pointages réalisés dans les vidéos de modélisation b) Occurrences de combinaisons gestuelles de référencement réalisé par la main droite (M), la tête (T), l'épaule (E) et/ou le regard (R). (vidéos de modélisation) c) Indice d'exactitude de détection de gestes de pointage dans les vidéos tests.

ce comportement en déterminant une loi de distribution de valeurs des distances. Nous avons constaté les mesures du tableau(1).

Le tableau (1) montre que les distances (Tête-Main droite) varient considérablement (20cm environ) et que le locus est référencé d'une manière très précise dans certains cas (distance nulle). Par contre, le regard n'est pas autant précis d'après la mesure de la distance qui sépare la cible du regard de la main droite (de 54cm environ) mais varie faiblement (de 1cm environ).

D'autre part, nous avons mesuré les délais temporels entre les mouvements de pointages "multi-sources". Pour cela, nous avons utilisé les annotations manuelles effectuées sur le corpus de Websourd, extrait les débuts et fins des segments appartenant aux pistes : Main droite, Tête, Les épaules et Cible du regard (figure 5) qui correspondent à des séquences de référencement. Nous en avons construit des motifs de gestes (exemples : MTE, RET, etc.). Par la suite, nous avons choisi le motif le plus fréquent pour en construire un filtre de détection. Ensuite, nous avons appliqué le filtre sur les annotations de gestes de la seconde série d'enregistrement, puis, recensé le nombre de vrais et de faux positifs.

A partir des résultats du tableau (3), nous avons mesuré la précision et la performance des résultats de détection par filtrage, puis combiné les deux indices à l'aide de la méthode *F-MEASURE*⁸ pour obtenir l'indice d'exactitude qui figure dans le tableau 2 c) qui montre que les deux filtrages aboutissent à des résultats complémentaires. En effet, les lignes *Precision* et *Performance* du tableau (2 c) montrent que le filtre (ETR) donne des résultats précis mais pas assez performant alors que le filtre (ET) donne des résultats performants mais pas assez précis.

Ensuite, nous avons pris en considération les zones de l'espace associées à un ou plusieurs éléments du discours pour chaque session d'enregistrement. Nous avons découpé l'espace en zones clés. L'exemple (6) illustre les zones clés associées à une partie de l'énoncé dont le résumé du

8.

$$F - Measure = \frac{2 \cdot Precision \cdot Performance}{Precision + Performance} \quad (1)$$

Motif	Video	δ (secondes)	VP	VN	FP	FN
(ETR)	884	0.36	15	105	0	10
(ET)	884	0.36	19	89	4	6
(ETR)	887	0.38	1	101	1	5
(ET)	887	0.38	6	108	9	0

TABLE 3 – Résultats de détections de gestes de pointage. **Motif** Référencement effectué par (ET) : les épaules et la tête (ETR) : les épaules, la tête et le regard. **Vidéo** : libellé de la vidéo. " δ " : Durée moyenne d'une séquence de référencement. **VP** : le nombre de séquences de référencement détectées. **VN** : le nombre de séquences qui ne correspondent pas à un référencement et qui n'ont pas été détectées. VN est calculé selon cette formule " $VN = \frac{D - \sum VP_{duration}}{\delta}$ " où D représente la durée de la vidéo. **FP** : le nombre de faux positifs. **FN** : le nombre de séquences de référencement non détectées.

contenu est : "un groupe de personnes attaque une ambassade en Syrie". Nous avons mesuré le nombre de pointages manuels et non manuels (NM) effectués vers chaque zone que nous étiquetons (E1) et (E2) qui représentent, respectivement, les zones associées à l'énoncé localisées à gauche et à droite du signeur. Nous remarquons que le signeur pointe plus fréquemment vers la zone (E1) et ceci selon les deux modalités de référencement (Man, NM) .

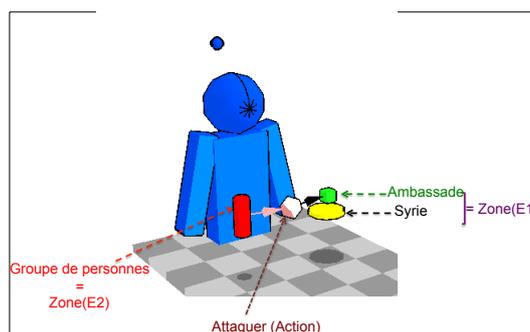


FIGURE 6 – Exemple de zones clés de l'espace associées à l'énoncé

Interprétations

Les valeurs de distances cible du regard – locus et tête – locus obtenues varient différemment. Ceci montre que nous ne pouvons les caractériser par une même loi de distribution. Ainsi, nous remettons en question le fait que les distances mesurées soient considérées comme des indices pour caractériser l'événement de référencement.

Les composants corporels de référencement qui ont fait l'objet de filtres (2 b) appliqués au corpus de brèves d'actualités sont : les épaules, la tête et le regard. Nous notons que nous avons établi, implicitement, un rapprochement entre les mouvements des épaules et ceux du buste car, d'une part, nous avons constaté que pour détecter une rotation du buste l'annotateur se sert des déplacements des épaules, et d'autre part, les outils d'analyse d'image dont nous disposons qui servent à la détection de mouvement prennent en compte le facteur de contraste dans l'image ce qui signifie les éléments de bord et donc les épaules. (Cuxac, 2000) et (Daigle & Parisot, 2006)

précisent que les gestes de référencement sont réalisés par : le regard, les mains, la tête et le buste. Ainsi, les résultats de détection en apportent une confirmation car les segments correspondants incluent des gestes de combinaisons diverses.

D'un autre côté, l'analyse spatiale (2 a) montre que dans les séquences de référencement, le signeur privilégie une zone plutôt qu'une autre. Ceci peut s'expliquer par les contraintes physiques et/ou l'importance d'un élément discursif. Cet indice servira sans doute à nourrir les outils de traitement informatique injecté sous forme de connaissance *a priori* sur la fréquence de référencement vers une zone donnée.

6 Conclusion

Nous avons analysé le processus de référencement, établi des classes de combinaisons de gestes puis proposé deux méthodes : la première qui permet de représenter les variations spatiales d'un référencement mono-modal, la deuxième modélise les variantes temporelles d'un référencement multi-modal.

Nous avons, en partie, apporté des éléments de réponses au processus de compréhension du contenu de l'espace de signation malgré les variations de gestes de référencement. En effet, nous avons introduit une représentation informatique de l'emplacement d'un locus dans l'espace et établi l'association espace-référencement qui se traduit par une modélisation géométrique de la relation entre l'orientation de la tête et celle du locus d'une et entre la cible du regard et celle du locus. La mise en place d'un mécanisme de fusion de ces représentations géométriques mono-modales ainsi que la modélisation temporelle de combinaisons de gestes serait une piste intéressante pour concrétiser la modélisation d'un référencement multi-modal.

Remerciements

Je remercie M. Patrice Dalle, mon directeur de recherche qui a supervisé ce travail. Je remercie les linguistes pour leurs collaborations dans la mise en oeuvre des corpus. Le projet (Marqspat) est soutenu par le CRSH, dans le cadre d'un partenariat stratégique soutenu par le CFQCU. Le corpus d'illustration (3a et b) a été réalisé en interne par Juliette Dalle, assistante ingénieur de l'équipe Traitement et compréhension de d'Image de l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT). Je la remercie d'avoir revu et corrigé les annotations manuelles en tant qu'experte en LSF.

Références

BEN MLOUKA M. (2012). Analyse automatique de discours en langue des signes : Représentation informatique et traitement de l'espace de signation. In TALN-RECITAL, Ed., *Chercheurs en Informatique pour le Traitement Automatique des Langues*, p. 182, Grenoble.

BEN MLOUKA M. & DALLE P. (2011). Analyses d'annotations pour la reconnaissance. In TALN-DEGELS, Ed., *Traitement Automatique de la Langue des Signes*, Montpellier.

CUXAC C. (2000). *La langue des signes française (LSF) - Les voies de l'iconicité*. Paris : Faits de Langues : Ophrys.

DAIGLE D. & PARISOT A. M. (2006). *Surdité et société : Perspectives psychosociale, didactique et linguistique*. Collection Santé et société. Presses de l'Université du Québec.

EMMOREY K. & REILLY J. (1995). *Language, gesture and space*. Hillsdale, New Jersey Hove, UK : Lawrence Erlbaum Associates publishers.

FUSELLIER-SOUZA I. (2004). *S miog n se des langues des signes :  tude de langues des signes primaires (LSP) pratiqu es par des sourds brésiliens*. PhD thesis, Université Paris 8.

LEROY E. (2010). *Didactique de la Langue des Signes Française : Attitudes et stratégies pédagogiques de l'enseignant sourd*. PhD thesis, Université Paris 8.

LIDDELL S. (1980). *American sign language syntax*. Approaches to semiotics. Mouton.

PARISOT A.-M. & RINFRET J. (2006). La variation dans le marquage de la spécificité en langue des signes québécoise. In LILLE3, Ed., *Colloque International Syntaxe, interprétation, lexique des langues sign es*, Lille.

RINFRET J. (2009). *L'association du nom en langue des signes québécoises : Formes, fonctions et sens*. PhD thesis, UQAM.

STOKOE W. (1960). Sign language structure : An outline of the visual communication systems of the American deaf. *Journal of deaf studies and deaf education*, **10**(1), 3–37.