

Représentation phonologique des signes à deux mains en LSF : faut-il reconsidérer l'orientation absolue dans les modèles phonologiques des langues des signes ?

Justine Mertz^{1, 2}

(1) Laboratoire de Linguistique Formelle, UMR 7110, CNRS, Université de Paris, France

(2) Département d'études cognitives, ENS, EHESS, CNRS, PSL, UMR 8129, France

justine.mertz93@gmail.com

RÉSUMÉ

Cet article a pour objectif i) de mettre en évidence le besoin d'une orientation *absolue* en plus d'une orientation *relative* afin de décrire la phonologie segmentale des langues des signes, et ii) d'améliorer les modèles actuels et leur permettre de rendre compte de la phonologie de signes autrement problématiques. Dans cette étude sur la langue des signes française, nous nous concentrons sur une catégorie de signes en particulier : les signes à deux mains produits sur le corps du signeur (contact avec une partie du corps autre que la main non-dominante). Nous montrons que l'orientation *relative* ne permet pas une description adéquate de ces signes lorsque l'orientation des deux mains doit être spécifiée, puisqu'elle peut capturer soit l'orientation entre les deux mains, soit l'orientation vis à vis du corps, mais pas les deux. Afin de modéliser l'orientation de ces signes dans un cadre formel, nous proposons l'implémentation de plans secondaires. Tandis que cette implémentation requiert des ajustements minimes dans les modèles formels actuels, son impact quant à la théorie générale de la phonologie segmentale des signes est, elle, importante. Les plans secondaires imposent des restrictions géométriques et forcent l'orientation absolue ; le concept d'orientation comme simple classe phonémique relationnelle n'est donc plus suffisant (du moins pour ces signes).

ABSTRACT

Phonological representation of 2-handed signs in LSF : reconsidering absolute orientation in the phonological models of sign language ?

The goals of this paper are i) to provide evidence for the need of *absolute* orientation in addition to *relative* orientation in order to fully capture sign language segmental phonology, and ii) to enrich current models which are only based on *relative* orientation so that the phonology of otherwise problematic signs is also accounted for. We focus on one particular category of signs in French sign language : two-handed signs produced on the signer's body (contact with a body part other than the non-dominant hand). We show that *relative* orientation does not meet descriptive adequacy when the orientation between the two hands has to be specified, since it either captures the orientation between the hands or the orientation towards the body, but not both. We propose secondary planes as a formal step to model orientation for these signs. While the implementation of this solution requires minimal changes in current formal models, the impact on the whole theory of segmental phonology for sign is quite big. The core conceptualization of orientation as a purely relational phonemic class does not hold anymore (at least not for these signs), as secondary planes impose geometrical restrictions that force absolute orientation.

MOTS-CLÉS : phonologie des langues des signes, orientation absolue, signes à deux mains,

KEYWORDS: sign language phonology, absolute orientation, two-handed signs, feature geometry, Prosodic Model.

1 Introduction

À l'heure actuelle, la phonologie segmentale des langues des signes est façonnée par la géométrie des traits et les relations de dépendance (Clements, 1985; Anderson & Ewen, 1987). Depuis les premiers travaux de Stokoe (1961), les modèles phonologiques des langues des signes présupposent trois classes phonémiques comme primitives : la configuration manuelle (forme de la main dominante (H1), et celle de la main non-dominante (H2) dans les signes à deux mains), l'emplacement (lieu où le signe est produit), et le mouvement (taille et forme du mouvement des articulateurs). Une quatrième classe phonémique, l'orientation, a ensuite été intégrée aux modèles (Battison, 1978). On retrouve également l'orientation en relation avec le mouvement tel que dans les changements d'orientation (voir p.ex. Blondel & Miller, 2001; Brentari, 1998); bien que cela soit très intéressant, ce phénomène est traité dans la représentation phonologique du mouvement des signes et n'est donc pas pertinent pour cette étude puisque nous nous concentrons uniquement sur l'orientation comme classe phonémique.

D'un point de vue phonétique, l'orientation peut être définie à partir de termes de géométrie de l'espace : une fois qu'un objet, quel qu'il soit, est placé dans l'espace (physique), il est automatiquement positionné dans un plan de cet espace, et *orienté* par rapport à ce plan. Ainsi, une fois placées dans l'espace, les mains sont automatiquement orientées vis à vis d'un plan dans ce même espace. D'un point de vue phonologique, en linguistique des langues des signes, l'orientation est dérivée à partir de l'interaction entre la configuration manuelle et l'emplacement; elle est définie par une relation binaire entre une partie de la main (déterminée par un trait de la configuration manuelle) et la partie de l'emplacement où le signe est produit (déterminée par un trait de l'emplacement). L'orientation est donc traitée comme une classe phonémique dérivée (Brentari, 1998, 2002; Crasborn & van der Kooij, 1997; Liddell & Johnson, 1989; Uyechi, 1994, 1995). De plus, on trouve des paires minimales comme illustré dans la Figure 1 avec les signes FAX et METRO en LSF. Dans le signe FAX, l'orientation est dérivée de la relation entre le trait de la configuration manuelle [paume de la main] ([*palm*]) de la main dominante et le trait de l'emplacement [paume de la main] de la main non-dominante. Pour le signe METRO, seul le trait de la configuration manuelle est différent puisque le [dos de la paume] ([*back of palm*]) de la main dominante fait face au même emplacement, tout le reste est identique. L'orientation est donc l'unique paramètre qui permet de différencier ces deux signes.

Parmi ces quatre classes phonémiques des langues des signes, la configuration manuelle est celle qui a suscité le plus d'intérêt auprès des linguistes et est donc plus finement décrite et représentée dans la littérature (Sandler, 1986; van der Hulst, 1993; Uyechi, 1994, 1995). Cela peut être expliqué par le fait que les traits de la configuration manuelle possèdent le plus de contraste phonémique dans la phonologie des langues signées (Brentari, 1998). L'intérêt des chercheurs pour la description des traits et le degré de contraste des autres classes phonémiques n'a pas été aussi important que pour la configuration manuelle. Par exemple, très peu de généralisations et de contraintes sur l'emplacement ou le mouvement ont été proposées dans la littérature, et le nombre de comparaisons interlinguistiques est d'autant plus faible. Prenons par exemple l'emplacement. Les signes peuvent être produits soit dans l'espace neutre, qui correspond à l'espace devant le signeur, soit sur le corps du signeur. L'espace neutre est divisé en trois plans principaux, le plan horizontal *y*, le plan vertical *x* et le plan sagittal

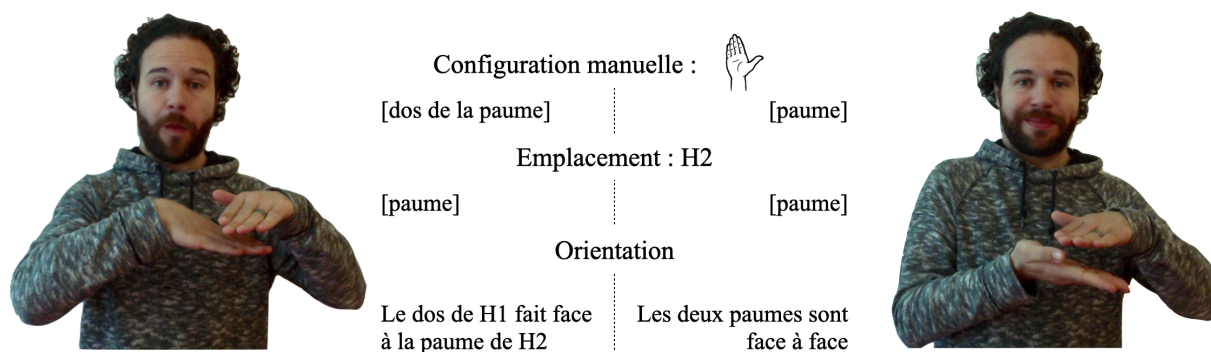


FIGURE 1 – Paire minimale MÉTRO (à gauche) ~ FAX (à droite) en LSF. Les traits pertinents de la configuration manuelle et de l’emplacement sont indiqués pour chacun des signes, ainsi que l’orientation obtenue à partir de ces traits.

z; s’il est produit dans l’espace neutre, le signe va être réalisé par rapport à l’un de ces plans. Le corps peut également être le plan lorsqu’il est nécessaire à la représentation phonologique du signe. Dans ce cas, le corps devient un plan, divisé en quatre grandes parties (la tête, le torse, le bras, et la main non-dominante), elles-mêmes divisées en huit sous-parties, toutes justifiées phonologiquement (cf. [Brentari, 1998](#)). En ce qui concerne l’emplacement, seules deux contraintes générales ont été proposées ([Brentari, 1998](#); [Sandler & Lillo-Martin, 2006](#)) :

1. Lorsqu’un signe est produit à un emplacement particulier sur le corps du signeur, le corps *doit être* l’emplacement ;
2. Pour les signes lexicaux, un seul plan peut être sélectionné.

Comme nous le verrons plus bas, ces contraintes génèrent un conflit systématique quant à l’analyse du contenu phonémique des signes, et ont des conséquences directes sur l’analyse d’une autre classe phonémique, l’orientation. Certains modèles définissent l’orientation en termes relatifs ([Brentari, 1998](#); [Crasborn & van der Kooij, 1997](#); [Liddell & Johnson, 1989](#); [Uyechi, 1994, 1995](#)), c’est-à-dire à partir de traits des classes phonémiques primitives. Cette façon *relative* de dériver l’orientation remplace le concept d’orientation défini en des termes *absolus* présent dans d’autres modèles ([Battison, 1978](#); [van der Hulst, 1993](#); [van der Hulst & Mills, 1996](#)). Techniquement, l’orientation absolue était déterminée à partir du corps du signeur utilisé comme plan de référence, et la paume ou le poignet de la main dominante comme repère fixe de la main. Ainsi, en remplaçant l’orientation absolue par l’orientation relative, les modèles phonologiques des langues des signes sont devenus plus économes (moins de structure), et plus explicatifs (la nature d’une classe phonémique est saisie à partir de la définition des autres).

D’après Crasborn et van der Kooij (1997), l’orientation absolue reste nécessaire pour un nombre restreint de signes : les classificateurs et les “signes à deux mains asymétriques”, soit les signes à deux mains avec des configurations manuelles différentes et dont la main non-dominante est statique (également connus sous le nom de “signes à deux mains de Type 3”, [Battison, 1978](#)).

Dans cette étude, nous soulignons le caractère empirique et théorique trop stricte de cette conceptualisation de l’orientation et nous montrons que l’orientation absolue peut être étendue à d’autres catégories de signes. La suite de l’article est organisée de la façon suivante : dans la partie 2, nous utilisons des données de la Langue des Signes Française (LSF) pour montrer que i) l’implémentation de l’orientation absolue est nécessaire et n’est pas limitée aux deux catégories de signes évoquées précédemment ([Battison, 1978](#)), et que ii) l’orientation absolue n’est pas uniquement motivée par

l'iconicité dans les signes à deux mains mais également par des traits phonologiques. Dans la partie 3 nous proposons une analyse formelle capable de capturer l'orientation *absolue* sans apporter de changement radical à l'intuition initiale que l'orientation est principalement *relative* pour les signes. Afin de concrétiser cette analyse, nous l'implémentons dans le cadre du *Prosodic Model* (Brentari, 1998, 2002) bien qu'une stratégie similaire peut également être implémentée dans les autres modèles mentionnés précédemment. Enfin, dans la partie 4 nous présentons des extensions empiriques et théoriques possibles pour cet axe de recherche.

2 Le besoin d'orientation absolue

Le premier objectif de la modélisation du langage est de fournir les outils nécessaires à la description des propriétés interlinguistiques. En d'autres termes, si un modèle théorique particulier est construit à partir des propriétés et mécanismes d'une langue spécifique, il doit être assez robuste pour rendre compte de phénomènes identiques dans d'autres langues. La linguistique des langues signées, par opposition à celle des langues parlées, est une discipline relativement récente puisque les premiers travaux datent des années 1960 (Stokoe, 1960; Stokoe *et al.*, 1965). La construction de modèles théoriques représente donc un challenge pour la communauté scientifique. Généralement construits à partir des informations d'une seule langue signée (très souvent la langue des signes américaine), ils sont ensuite étendus aux autres langues des signes avec très peu d'adaptation. Cela concerne la plupart des modèles phonétiques et phonologiques, et touche toutes les classes phonémiques, dont l'orientation.

Comme mentionné dans la partie 1, certains modèles actuels définissent l'orientation en des termes relatifs (Brentari, 1998; Crasborn & van der Kooij, 1997; Liddell & Johnson, 1989; Uyechi, 1994, 1995) : elle est le résultat de l'interaction entre un trait de la configuration manuelle et un trait de l'emplacement. Un exemple est donné dans la Figure 2 avec le signe COLÈRE en LSF. L'orientation est définie en spécifiant le trait [bout des doigts sélectionnés] ([*tip of the selected fingers*] ou [*tip*]) orienté vers le trait [clavicule] ([*clavicle*]), un trait actif dès que le *corps* est sélectionné comme emplacement.



FIGURE 2 – Signe COLÈRE en LSF.



FIGURE 3 – Signe CEINTURE en LSF.

On remarque que le signe COLÈRE répond correctement aux deux contraintes de l'emplacement indiquées dans la partie 1 (Brentari, 1998; Sandler & Lillo-Martin, 2006). En effet, les mains sont en contact avec le corps, le *corps* est donc l'emplacement (cf. contrainte 1), et aucun autre plan n'est

sélectionné (cf. contrainte 2).

Cependant, ces deux contraintes restreignent fortement la forme des signes. Elles prédisent notamment que lorsque les mains des signes à deux mains sont articulées sur une région du corps (autre que la main non-dominante), celles-ci ne devraient jamais se toucher. Le cas contraire engendrerait un conflit dans la détermination et la spécification de l'emplacement du signe. Or, ce type de signes existe en LSF comme nous pouvons le voir avec le signe CEINTURE illustré dans la Figure 3.

D'une part, les deux mains touchent la taille et génèrent ainsi la sélection du corps comme plan pour établir l'emplacement. D'autre part, les deux mains se touchent et provoquent ainsi la production du signe sur le plan sagittal (qui est un plan de l'espace neutre). Un cas similaire impliquant le torse et le plan horizontal est représenté par le signe CODA en LSF (Figure 4). Ce phénomène est également observé dans d'autres langues signées comme nous pouvons le voir avec le signe CANDIDAT en Langue des Signes Italienne (LIS) présenté en Figure 5.



FIGURE 4 – Signe CODA en LSF.



FIGURE 5 – Signe CANDIDAT en LIS.

Pour rendre compte de ces signes, on pourrait stipuler que l'emplacement est non-spécifié (ou sous-spécifié) dans les formes sous-jacentes, et que la phonétique et la phonotactique complètent le matériel articulatoire (Crasborn & van der Kooij, 1997). Il est important de souligner que si la composante iconique du signe CEINTURE est présente, elle ne l'est pas pour les signes CODA (LSF) et CANDIDAT (LIS)¹.

Cette analyse ne permet cependant pas de résoudre le problème lié à l'orientation. En effet, les modèles actuels ne peuvent décrire que partiellement l'orientation de ces signes. Dans le cas de CEINTURE, si le trait [bout des doigts sélectionnés] (ici l'index et le pouce) et le trait [taille] ([*waist*]) sont spécifiés, l'orientation par rapport au corps est bien définie, tandis que le contact entre les deux mains ne l'est pas. Dans ce cas, rien n'empêche les mains de se croiser puisque le plan sagittal n'est pas spécifié. Dans la situation où le trait [partie radiale des doigts sélectionnés] ([*radial*]) et le plan sagittal sont spécifiés, le contact entre les deux mains est représenté tandis que l'orientation par rapport au corps ne l'est pas. Le signe devrait donc obligatoirement être produit dans l'espace neutre puisque le corps n'est pas sélectionné (cf. contrainte 1), ce qui n'est pas le cas.

1. Le signe CEINTURE a été présenté à vingt entendants non-signeurs : aucun n'en a deviné le sens. Le lien entre signifiant et signifié est activé uniquement en connaissance du signifié, sa valeur iconique n'est donc pas maximale puisqu'il ne s'agit pas d'un signe transparent.

3 Analyse

Dans la partie 2 nous avons vu que la sous-spécification ne permet pas de résoudre le problème lié à l'identification de l'emplacement et de l'orientation dans certains signes à deux mains produits sur le corps. Dans cette partie, nous proposons une analyse alternative à partir de l'insertion de plans *secondaires* générée par une relation supplémentaire entre les deux mains. Dans le cas des signes à deux mains, ce dernier correspond à une orientation spécifique entre les deux mains pouvant se traduire par un trait [contact] supplémentaire.

La sélection secondaire dans les langues des signes a déjà été proposée dans la littérature pour résoudre des cas problématiques liés à la sélection des doigts (Eccarius, 2008). Ici nous proposons simplement de l'étendre au domaine de l'emplacement. Une fois que les plans secondaires sont introduits dans la représentation structurelle de ces signes, les traits de configuration manuelle peuvent y faire référence, résolvant ainsi à la fois les problèmes d'identification de l'emplacement approprié et de l'orientation. Nous illustrons cette solution avec le signe CEINTURE en LSF.

Supposons que le corps du signeur soit l'emplacement primaire d'après la contrainte générale 1 introduite dans la partie 1. Dans ce cas, le trait [bout des doigts sélectionnés] ([*tip*]) peut être spécifié en tant que partie de la main face à l'emplacement primaire. Le plan secondaire, ici le plan sagittal, empêche ensuite les deux mains de se croiser, et sert ainsi de point de référence pour l'"orientation secondaire", elle-même activée par un second trait de configuration manuelle. Dans ce cas, celui-ci correspond au trait [partie radiale des doigts sélectionnés] ([*radial*]) face au plan sagittal ; le point de contact spécifique entre les deux mains est ainsi garanti.

Une formalisation de ce développement dans le cadre du *Prosodic Model* est proposée dans la Figure 6. Le noeud de l'emplacement (POA pour *Place Of Articulation*) domine deux branches, une pour chaque plan : le plan du corps x avec le trait pertinent [taille] ([*waist*]), et le plan sagittal z . Dans la branche de configuration manuelle (A pour *Articulator*), le noeud H1 (main dominante) domine directement les traits pertinents nécessaires à l'orientation du signe, soit les traits [bout des doigts sélectionnés] et [partie radiale des doigts sélectionnés], chacun faisant référence à un plan spécifique (respectivement le plan du corps x et le plan sagittal z).

L'implémentation de plans secondaires pour éviter le croisement des mains dans les signes tels que CEINTURE crée une prédiction intéressante quant aux signes à deux mains dans lesquels les mains sont déjà croisées (c.-à-d. les signes où les mains sont dans la position contralatérale au début du signe). Si ces signes ne sélectionnent pas d'emplacement secondaire, les mains sont libres de "se décroiser" lors d'un mouvement de trajectoire. Ce phénomène est illustré dans la Figure 7 avec le signe CHÔMAGE en LSF, où le corps est le seul plan sélectionné.

Or, lorsqu'un plan secondaire est sélectionné, il est prédit que les mains restent du même côté contralatéral malgré un mouvement de trajectoire ; un exemple est donné avec le signe OS en LSF (Figure 8) où le corps est sélectionné pour représenter l'orientation entre [clavicule] et [avant des doigts] ([*finger front*]), et le plan sagittal est inséré comme plan secondaire pour représenter l'orientation de la [partie radiale] des deux mains, et représente une ligne imaginaire à ne pas croiser au niveau du contact entre les deux mains.

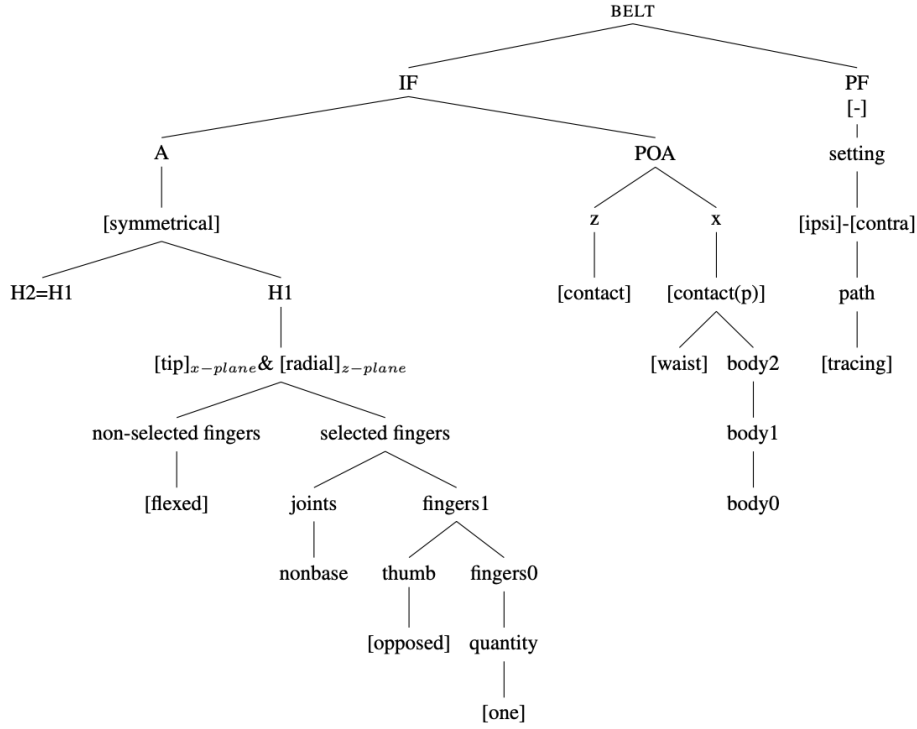


FIGURE 6 – Structure du signe CEINTURE dans le cadre du *Prosodic Model*.

4 Discussion

L'analyse présentée dans la partie précédente nous permet de représenter l'orientation des signes à deux mains grâce à l'introduction de plans secondaires dans la description formelle des signes. Notre implémentation de cette analyse dans le cadre du *Prosodic Model* (Brentari, 1998) n'est cependant pas sans conséquence. Ici, nous discutons deux points essentiels. Le premier concerne une surgénération tandis que le second traite du statut de l'orientation dans les signes qui nécessitent des plans secondaires.

Tout d'abord, l'analyse que nous offrons ne restreint pas l'utilisation de plans secondaires et prédit ainsi une surgénération importante, du moins pour les signes à deux mains dont ceux pour lesquels l'implémentation d'un plan secondaire n'est pas nécessaire. Limiter cette surgénération est possible en spécifiant le contexte dans lequel des plans secondaires sont introduits. Une solution pourrait être qu'un plan secondaire est généré dans tous les signes à deux mains puis supprimé dans les cas de redondance.

En ce qui concerne le statut de l'orientation, il est important de noter que l'impact de notre analyse est plus fort que ce que suggère la formalisation illustrée dans la Figure 6. En effet, tandis que l'implémentation de doigts sélectionnés secondaires (Eccarius, 2008) n'avait pas de conséquences majeures dans la conceptualisation de la phonologie segmentale des signes, l'extension d'une sélection secondaire à l'emplacement pourrait (ré)introduire un changement majeur et plus radical. Dans les anciens modèles de phonologie des langues des signes, l'orientation *absolue* était déterminée par le corps comme plan de référence et la paume comme point de référence (Sandler, 1986; Uyechi, 1994, 1995). Dans notre étude nous introduisons l'orientation *absolue* d'une façon plus indirecte puisque



FIGURE 7 – Signe CHÔMAGE en LSF.



FIGURE 8 – Signe OS en LSF.

l'orientation dépend de deux plans (soit le corps et le plan sagittal dans l'exemple discuté dans cet article); notre implémentation permet donc de rendre compte de l'orientation des signes à partir d'une seconde coordonnée spatiale, c'est l'interaction de l'orientation établie entre les plans primaire et secondaire qui génère l'orientation *absolue*.

5 Conclusions

Les modèles théoriques sont extrêmement importants pour définir et déterminer les généralisations linguistiques. Cependant, les étendre d'une langue à une autre sans adaptation peut mener à des inexactitudes empiriques. L'orientation *relative* étant, d'apparence, suffisante pour représenter la forme phonologique des signes, les chercheurs ont éliminé l'orientation *absolue* de la description des langues des signes. Les données de signes à deux mains en LSF et en LIS montrent cependant que l'orientation *relative* n'est pas suffisante, et que l'orientation *absolue* est également nécessaire à la description phonologique de certains signes.

D'un point de vue théorique plus général, en réintroduisant l'orientation *absolue*, notre solution représente une innovation majeure dans la description des signes. La modification et l'adaptation des modèles actuels reste cependant minime, puisque pour obtenir l'orientation absolue, l'unique condition est d'avoir un emplacement "secondaire". On notera que spécifier une simple paire de traits pour l'orientation absolue laisse une marge de manoeuvre importante pour tout ajustement phonétique, et garde ainsi la flexibilité nécessaire à l'étude des cas discutés par Battison (1978).

Il est également important de souligner que ces changements ne sont pas de simples ajustements phonétiques puisqu'ils sont motivés par la phonologie (p.ex. présence de paires minimales). L'iconicité n'est également pas une motivation suffisante puisque les exemples que nous avons vu en LSF avec le signe CODA ou encore en LIS avec le signe CANDIDAT (Figures 4 et 5) ne sont pas des cas isolés.

De nombreuses questions quant à la portée de ce besoin d'orientation absolue restent néanmoins en suspend. Une étude approfondie de la LSF sera menée afin d'identifier avec précision les catégories de signes affectés par ces modifications et ainsi déterminer les règles phonologiques sous-jacentes à l'orientation absolue. Nous nous pencherons également sur les études théoriques menées sur l'animation numérique des signes en LSF (Filhol, 2008). Cela nous permettra également d'en connaître les limites et ainsi éviter la surgénération actuellement présente dans notre analyse.

Références

- ANDERSON J. M. A. & EWEN C. J. (1987). *Principles of dependency phonology*. Volume 47. Cambridge University Press.
- BATTISON R. (1978). Lexical borrowing in American sign language.
- BLONDEL M. & MILLER C. (2001). Movement and rhythm in nursery rhymes in LSF. *Sign Language Studies*, p. 24–61. Publisher : JSTOR.
- BRENTARI D. (1998). *A Prosodic Model of Sign Language Phonology*. The MIT Press. DOI : [10.7551/mitpress/5644.001.0001](https://doi.org/10.7551/mitpress/5644.001.0001).
- BRENTARI D. (2002). Modality differences in sign language phonology and morphophonemics. In R. P. MEIER, K. CORMIER & D. QUINTO-POZOS, Éd., *Modality and structure in signed and spoken languages*, p. 35–64. Cambridge : Cambridge University Press. DOI : [10.1017/CBO9780511486777.003](https://doi.org/10.1017/CBO9780511486777.003).
- CLEMENTS G. N. (1985). The Geometry of Phonological Features. *Phonology Yearbook*, p. 225–252.
- CRASBORN O. & VAN DER KOOIJ E. (1997). Relative orientation in sign language phonology. *Linguistics in the Netherlands*, **1997**, 37–48.
- ECCARIUS P. N. (2008). *A constraint-based account of handshape contrast in sign languages*. Purdue University.
- FILHOL M. (2008). *Modèle descriptif des signes pour un traitement automatique des langues des signes*. PhD Thesis.
- LIDDELL S. K. & JOHNSON R. E. (1989). American sign language : The phonological base. *Sign language studies*, **64**(1), 195–277.
- SANDLER W. (1986). The spreading hand autosegment of American Sign Language. *Sign Language Studies*, p. 1–28.
- SANDLER W. (2006). From phonetics to discourse : the nondominant hand and the grammar of sign language. *Laboratory Phonology*, **8**.
- SANDLER W. & LILLO-MARTIN D. (2006). *Sign language and linguistic universals*. Cambridge University Press.
- STOKOE W., CASTERLINE D. & CRONEBERG C. (1965). *A dictionary of ASL on linguistic principles*. Gallaudet College Press Washington, DC.
- STOKOE W. C. (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. DOI : [10.1093/deafed/eni001](https://doi.org/10.1093/deafed/eni001).
- UYECHI L. (1994). Local and global signing space in American Sign Language. In *Proceedings of NELS.*, volume 2, p. 589 : GLSA, UMass/Amherst.
- UYECHI L. (1995). *The Geometry of Visual Phonology*. Thèse de doctorat, Stanford, California.
- VAN DER HULST H. (1993). Units in the analysis of signs. *Phonology*, **10**(2), 209–241.
- VAN DER HULST H. & MILLS A. (1996). Issues in sign linguistic : Phonetics, phonology and morpho-syntax. *Lingua*, **98**(1-3), 3–17.
- VAN DER KOOIJ E. (2002). *Phonological categories in Sign Language of the Netherlands : The role of phonetic implementation and iconicity*. Netherlands Graduate School of Linguistics.