

## Hiériorchisation des variations pour la génération de gestes expressifs de communication

Heloir Alexis<sup>1</sup>, Kervajan Loïc<sup>2</sup>

(1) Laboratoire Valoria, EA 2593, Université de Bretagne-Sud  
Campus de Tohannic, Bat. Yves Coppens - BP 573, 56017 Vannes Cedex

(2) DELIC, EA 3779, Université de Provence  
29, Av. Robert Schuman - 13621 Aix-en-Provence Cedex 1

**Résumé** Cet article propose une modélisation de certaines variations observables dans le discours en langue signée. Le modèle proposé prend en compte la portée segmentale des variations en fonction des phénomènes qui sont à leur origine. Les phénomènes identifiés s'étendent sur un large spectre, du niveau gestétique au contexte de l'énonciation et peuvent dépendre de paramètres propres au locuteur ou au rôle de ce dernier dans un contexte de grande iconicité.

**Abstract** This paper addresses the identification and modelization of the variations induced by the broad range of linguistic levels involved in sign language production. The linguistic phenomenons from where the variations arise are, on the one hand, spread from low gestetic levels to the enunciation context and on the other hand related to locutor dependant characteristics and locutor's role in a high iconic context.

**Mots-clefs :** Niveaux linguistiques, Avatar, LSF, variations.

**Keywords:** Linguistics levels, Avatar, FSL, variations.

### 1 Introduction

Nous nous plaçons dans le contexte de la génération automatique de gestes expressifs de communication appliquée à la langue des signes. La génération automatique de séquences gestuelles de communication se fait à l'aide d'agents conversationnels humanoïdes, communément appelés avatar. Les recherches dédiées aux agents conversationnels stipulent que le taux d'acceptation des agents par les utilisateurs est largement influencé par des paramètres non verbaux tels que l'attitude générale de l'humanoïde, sa posture, sa tenue vestimentaire, sa façon de bouger (Ruttkay *et al.*, 2004). Ces caractéristiques sont le reflet de la personnalité de l'agent et peuvent être expliquées par son imprégnation culturelle et professionnelle, son origine sociale, ses caractéristiques physiologiques et son état émotionnel (Kendon, 1993; McNeill, 1992). Il a également été montré que les utilisateurs préfèrent s'adresser à un agent qui leur ressemble et dont l'attitude et l'apparence sont cohérentes par rapport à la fonction qu'il est censé remplir (McBreen *et al.*, 2001). En résumé, la prise en compte des paramètres propres à la personnalité et à l'état interne d'un agent vis à vis du contexte dans lequel il apparaît constitue une brique importante de sa conception.

En nous basant sur la connaissance des facteurs d'expressivité décrits dans la littérature dédiée

à la LSF (Cuxac, 2000) puis en confrontant ces traits à des exemples triviaux, nous montrons qu'ils s'expriment sur un large spectre de niveaux linguistiques et non linguistique. Par abus de langage, nous utiliserons le terme *variation* pour dénommer l'expression de ces traits. Nous nous appuyons enfin sur ces observations pour proposer un modèle informatique capable de rendre compte de ces phénomènes dans le cadre de la génération de gestes fluides et réalistes. Nous commencerons donc par décrire le support de ces phénomènes à l'origine de la modification du mouvement, soit les éléments constitutifs du signe, que nous ramènerons au geste. Les impacts sur l'énoncé signé peuvent se confondre ou se surajouter les uns aux autres, posant de ce fait des problèmes au traitement automatique (analyse et synthèse). Le terme de *variation* est ainsi employé dans une acception bien plus large que celle habituellement employée en linguistique.

## 2 Mécanismes des variations

### 2.1 Constitution du signe/geste

D'un point de vue linguistique, la dénomination de "signe standard" pour les langues des signes est proche de celle de "mot" pour les langues vocales. Les deux dénominations véhiculent les mêmes difficultés quant à leur limites structurelles. C'est pourquoi l'approche en terme de morphème<sup>1</sup> leur est préférée. En ce qui concerne le signe, sa construction morphologique peut reposer sur un seul morphème ou en association avec d'autres morphèmes ou d'autres unités, notamment phonologiques (Parisot, 2003) venant apporter une modification au sens de base dudit morphème.

D'un point de vue synthèse d'image – approche informatique – nous avons l'habitude de décrire le geste comme une posture – ou une suite de postures évoluant au cours du temps. Ici, l'unité minimale serait, au plus, constituée de deux états posturaux sur deux instants distincts proches, reliés par une trajectoire. La trajectoire peut être un point, ce qui revient à maintenir l'état initial de manière à lui donner une consistance temporelle.

Ainsi, dans une logique qui respecterait la double approche, nous parlerons de geste comme unité constitutive du signe (le morphème pouvant quant à lui se révéler dès le niveau du geste ou au niveau du signe voire au-delà). Certaines constructions lexicales verront la correspondance d'un geste pour un signe, par exemple GARÇON – décrit par un segment vertical sur le front – et d'autres constructions nécessiteront l'association de deux gestes pour un signe, par exemple INFIRMERIE – décrit par une croix sur le front, soit deux gestes : un segment vertical puis un segment horizontal. Pour l'objectif descriptif du présent article, nous réduirons nos observations et propositions au geste tel que nous l'avons défini (Kervajan, 2006). Aussi, dans une approche de formalisation informatique, nous abordons le geste comme étant décrit par au moins deux états (Début et Fin) liés par un dernier paramètre : le type de trajectoire qui, comme nous l'avons vu, peut être réduite à un point. En ce qui concerne ce geste, nous parlerons également de segment de production du signal. Ce signal peut être découpé sur différentes longueurs de segments. Ainsi, en fonction du niveau d'analyse et traitement, les segments peuvent correspondre à différentes unités telles que le geste, le signe, la phrase (ou énoncé) voire le discours (McNeill, 1992). La présente étude porte sur les variations des paramètres qui constituent le geste. En effet, ces derniers peuvent subir des variations porteuses de sens.

---

<sup>1</sup> Un morphème est l'unité linguistique minimale porteuse de sens.

## 2.2 Identification des niveaux linguistiques

Nous envisageons ici la portée de la linguistique comme étendue à tous les mécanismes liés à la production d'un message. C'est ainsi que nous appréhendons comme linguistiques les aspects structurels mais aussi les aspects contextuels. Cette partie met en évidence le fait que l'expression d'une variation d'un même type peut avoir une incidence sur des niveaux différents, en fonction du support segmental qu'elle met en jeu, notamment en fonction de la longueur du segment.

Nos exemples illustratifs, lorsqu'ils ne sont pas issus de notre étude, sont aisément vérifiables et font partie des énoncés régulièrement repris dans la littérature. Le but de notre démonstration n'est pas de mettre en évidence des phénomènes jusqu'ici inconnus, mais simplement d'en donner une nouvelle lecture. La transcription utilisée est celle que nous trouvons dans la littérature, où un signe est transcrit par une glose en capitales à laquelle certains indices peuvent être ajoutés. Le cas échéant, ces indices seront explicités dans une note de bas de page.

### 2.2.1 Niveaux structurels

Nous parlons là des niveaux qui structurent le message. Il s'agit des niveaux situés entre la création morphologique d'un signe (par associations de morphèmes ou par complétion – ou modification – d'un morphème par des unités du niveau phonologique) et les contraintes de syntaxe. Au niveau de la structure s'expriment également les contraintes *gestétiques* – qui correspondraient à un niveau *phonétique* –. Au niveau de la création morphologique, vont s'exprimer les contraintes d'accord entre deux unités : c'est le premier niveau d'influence des modificateurs adverbiaux et adjectivaux. A ce niveau, les variations sont très localisées en terme de longueur de segment. Par exemple, un adjectif vient modifier la structure interne de réalisation d'un substantif ou un adverbe celle d'un verbe. Par exemple, pour l'influence adverbiale, TRAVAILLER[*BEAUCOUP*], le verbe se réalise avec l'ajout de répétition<sup>2</sup> et un ralentissement de l'exécution globale du signe. Pour l'influence adjectivale, VOITURE[*GROS*], le substantif est complété par un écartement des poignets. Au niveau de la création phrastique, les mêmes contraintes vont s'exprimer mais sur un segment plus long, qui affecte un ensemble de signes. C'est à partir de là que l'on va trouver une permanence de certaines variations qui vont affecter des segments de plus en plus grands. Le segment canonique est le groupe verbal. Les modificateurs syntaxiques peuvent avoir ici une influence plus grande que celle du substantif ou du verbe seul. Nous trouvons là les éléments de construction des substantifs modifiés par des adjectifs et des verbes modifiés par des adverbes ou affectés par le modificateur d'un de ces actants. Dans l'exemple suivant, les traits expressifs de CONTENT se retrouvent dans la reprise du substantif HOMME qui devient HOMME[*CONTENT*] mais aussi dans la suite des actions qu'il accomplit.

HOMME CONTENT HOMME[*CONTENT*]  
SE-PROMENER[*CONTENT*] BAVARDER[*CONTENT*] REGARDER[*CONTENT*]  
*l'homme, content se promène, bavarde, regarde*

Notre exemple décrit une opération communément appelée “transfert personnel” (Cuxac, 2000). Ce dernier est notamment utilisé dans le discours rapporté où le locuteur prend la place du sujet

<sup>2</sup>TRAVAILLER est un signe réalisé par la répétition - deux réalisations - d'un geste de base : “taper le poing de la main dominée par celui de la main dominante, les paumes de main étant orientée verticalement”. L'ajout d'une répétition consiste alors à réaliser trois fois le geste de base.

dont il rapporte la parole ou l'attitude. De ce fait toute une série de paramètres sera sollicitée. En effet, le transfert opère un déplacement des actants par rapport au locuteur en train de signer. A ces déplacements s'ajoutent la caractérisation du sujet en train de s'exprimer. Cette caractérisation s'opère via l'activation d'une posture particulière modifiant certains traits (position du torse, de la tête, écartement des articulateurs...). Le transfert peut s'appliquer sur une longueur variable de segment. Le transfert peut en effet être un mécanisme de conjugaison se substituant au pointage et n'affecter que le verbe (le groupe verbal). POINTEUR<sub>3</sub> PENSER devient TRANSFERT<sub>3</sub> PENSER, où la variation est le fait d'opérer un déplacement du torse vers le lieu de référence du tiers<sup>3</sup> dont on parle. Il peut aussi affecter tout un énoncé rapportant une suite d'évènements produits par le tiers dont l'action est rapportée. Pendant la durée du transfert, l'action est réalisée "à la première personne", donc sans spécification particulière du sujet (sauf en cas d'emphase) : TRANSFERT<sub>3</sub> [action action action ...]. Il est intéressant de noter, à propos du transfert, que les traits utilisés pour marquer la situation de transfert peuvent être issus de marquage syntaxique par qualification (GRAND, GROS, CHÉTIF) ou d'un marquage plus abstrait, lié à la culture, à l'émotion (TIMIDE, JOYEUX).

Un dernier niveau d'analyse et de traitement est celui du mode. Nous parlons ici de l'aspect structurel de la prosodie qui correspond au mode des langues orales. En effet, tous les niveaux de variations "mélodiques" peuvent être qualifiés de prosodiques, à l'instar de Brentari (1998) qui oppose la part intrinsèque du geste qui ne varie pas de la part prosodique qui varie. La variation modale permet donc d'identifier des segments prosodiques dénotant l'affirmation, l'interrogation, l'ironie, etc. Les traits mis en jeu sont essentiellement liés aux expressions du visage, notamment les yeux. Ils peuvent être accompagnés de variations de rythme.

## 2.2.2 Niveaux contextuels et caractéristiques du locuteur

Le contexte d'énonciation spécifie d'une part les aspects de l'état du locuteur qui sont susceptibles de changer au cours du temps (état émotionnel, état de fatigue), d'autre part les aspects propres à la situation de communication dans laquelle le locuteur est impliqué (importance du message à transmettre, relation sociale entre les interlocuteurs). Il a également une influence sur la manière dont les gestes sont exécutés. La portée de cette influence est en général égale à la durée de la conversation. Il se peut cependant que le contexte d'énonciation soit brutalement modifié dans le cadre d'un transfert de situation ou d'un transfert personnel (un locuteur joyeux "incarne" une personne triste par transfert personnel).

En dernier lieu, les gestes sont influencés par des caractéristiques représentant des attributs permanents du locuteur : le contexte culturel d'où est issu le locuteur, sa personnalité ou son tempérament (ex. introverti/extraverti), son rôle (profession supposée, fonction occupée dans l'application), son âge, son sexe, sa latéralisation. L'influence de ces caractéristiques est permanente et propre à un locuteur. Cette fois encore, un transfert personnel est susceptible de modifier brutalement les paramètres d'affectation du locuteur (un locuteur jeune "incarne" un vieillard). Après avoir abordé les phénomènes susceptibles d'interférer sur la gestuelle d'un locuteur signant en les observant selon leur niveau linguistique, nous allons maintenant nous intéresser à la façon dont ces phénomènes s'expriment au niveau des séquences gestuelles.

---

<sup>3</sup> L'indice numérique collé au signe renvoie à la référence spatiale. Par convention 1 renvoie à la place du locuteur, 2 renvoie à la place de l'interlocuteur et 3 renvoie à la place du tiers (qu'il soit présent ou non).

## 2.3 Mise en forme des séquences gestuelles

Dans cette partie, nous mettons en évidence la façon dont les variations présentées précédemment s'expriment au niveau de la réalisation superficielle des signes. Les mesures et observations ont été réalisées sur des séquences de signes capturées puis annotées. Les analyses présentées sont d'ordre qualitatives et quantitatives.

### 2.3.1 L'amplitude, le rythme et la répétition

L'amplitude est un phénomène qui peut s'appliquer aussi bien à l'ensemble d'un geste qu'à une partie du geste. Par exemple, l'écartement des mains pour signifier la grosseur est un phénomène d'amplitude. Une des variations observées dans les mouvements en langues des signes concerne l'extension spatiale des mouvements. Un signe représentant une unité lexicale peut se voir modifié en ce sens que les trajectoires des extrémités d'effecteurs participant au langage sont modifiées : dilatées ou contractées. Ce processus a pour conséquence la mobilisation de jeux d'articulations différents selon la nature et l'amplitude du mouvement (un geste de grande amplitude mobilisera des articulations situées en amont de la structure squelettique du signeur). L'exemple 1 illustre ce phénomène autour des signes VENT(a) et VOULOIR<sup>4</sup>(b). Les vignettes

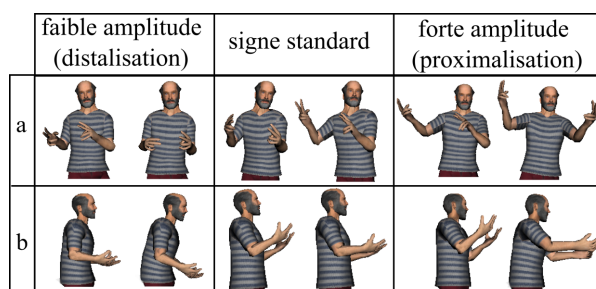


FIG. 1 – Exemples de variations dans l'amplitude de signes standard.

du centre représentent des réalisations courantes des signes standards. Les vignettes de gauche représentent les réalisations distalisées des signes (amplitude moindre) tandis que les vignettes de droite représentent les variations proximalisées de signes (amplitude plus importante). Les exemples syntaxiques TRAVAILLER BEAUCOUP qui joue sur l'amplitude (entre autres) pour l'adverbe et VOITURE GROSSE qui joue sur l'écartement pour l'adjectif, s'inscrivent dans cette même dynamique structurelle. On retrouve également, les verbes modifiés par des adjectifs ayant préalablement affecté les substantifs :

HOMME CONTENT HOMME<sub>[CONTENT]</sub> AVANCE<sub>[CONTENT]</sub>.

La répétition, quant à elle, peut avoir pour rôle de discriminer le verbe du substantif (Cuxac, 2000; Brentari, 1998). Cet aspect relève de la contrainte lexicale. Mais au-delà de la formation intra-lexicale la répétition peut provenir de cause syntaxique. Par exemple TRAVAILLER BEAUCOUP est réalisé en ajoutant au moins une répétition à celle structurellement déjà présente pour le signe TRAVAILLER.

<sup>4</sup> dont la signification est *je veux!*

### 2.3.2 Les profils temporels

Des variations temporelles dans l'exécution des gestes sont susceptibles d'intervenir aussi bien au niveau intra-segmental que inter-segmental au cours du discours en LSF (Miller, 2000), c'est à dire sur une partie ou l'ensemble d'une unité lexicale (intra) ou une suite de signes (inter). Nous nous intéressons ici aux variations intervenant au niveau intra-segmental. Une étude systématique a été réalisée sur des séquences de LSF capturées (Heloir *et al.*, 2006). Cette étude a permis de comparer les profils d'alignement temporel non linéaires entre des signes simples de la LSF constitués d'un mouvement unique (trajectoire) et réalisés selon des consignes dynamiques différentes (BONJOUR, REGARDEZ-MOI, MATIN, NUAGES, VENT, NUIT, VOULOIR, BROUILLARD, AU\_REVOIR). La figure 2 illustre les profils d'alignement non linéaires obtenus entre les signes simples réalisés selon des consignes dynamiques différentes. Cette illustration montre des profils récurrents dans les variations de profils temporels observés lors de la réalisation de signes composés de mouvements simples. Les courbes rouges représentent des approximations des profils d'appariement moyens à l'aide d'une spline de Hermite.

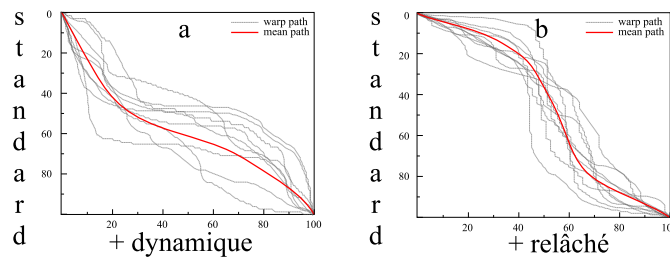


FIG. 2 – Profils d'alignement temporels entre des signes standard simples.

## 2.4 Synthèse sur les variations

Nous avons vu que les variations sont portées par des traits. La difficulté vient de ce que l'expression de ces traits – donc des variations – est présente sur plusieurs niveaux linguistiques (de la construction lexicale à la réalisation prosodique d'un énoncé). Les variations ont donc une expression possible sur plusieurs niveaux. De plus, chaque niveau, indépendamment des autres peut présenter une variation sur un même trait. Par exemple, l'amplitude peut être modifiée sur les niveaux d'attributs permanents, temporaires, de contexte énonciatif, prosodique et/ou syntaxique. Mais les niveaux sont organisés de manière hiérarchique de telle sorte que le niveau supérieur est prioritaire et impose une sorte d'étalon de la mesure de variation pour le niveau inférieur, l'ensemble fonctionnant de manière incrémentale. De plus, la longueur du segment affecté par une modification est plus longue pour un niveau donné que pour celui d'en dessous. Le tableau 1 propose une première approche de cette articulation entre variations et niveaux hiérarchiques, les variations portant sur deux phénomènes opposables : l'augmentation et la diminution de l'intensité de la présence d'un trait. Ce tableau demeure une approximation, dans le sens où les éléments relevés restent à quantifier précisément les uns par rapport aux autres. Par exemple, dans la ligne "Prosodie", nous avons mis ensemble "sévérité" et "doute" qui se caractérisent par un froncement de sourcil. Mais ce dernier n'est pas tout à fait le même pour les deux modificateurs. Il en est de même pour "étonnement" et "question" qui se caractérisent par un relèvement des sourcils. Sur la ligne syntaxique, nous avons évoqué les modificateurs. Ils peuvent

Cause	Exemple	Type de variation	Effet
Attributs permanents	Culture introvertie	Amplitude des gestes Rythme Regard	moins moins marqué moins investi
	Tempérament expansif	Amplitude des gestes Rythme	plus dynamique plus marqué
	Locuteur gaucher	Δ structurelles	mains inversées : dominant > dominé
Attributs temporaires	Enthousiasme	Amplitude des gestes Profil temporel	plus grande plus rapide
	Fatigue	Amplitude des gestes Profil temporel Rythme	moins moins dynamique moins marqué
	Énerverment	Profil temporel Rythme	plus dynamique plus marqué
Contexte énonciatif	Urgence	Amplitude des gestes Répétitions Profil temporel Rythme	plus grande plus fréquentes plus dynamique plus marqué
	Cadre informel	Profil temporel Rythme	moins dynamique moins marqué
Prosodie	Question / Etonnement	Sourcils Rythme	relevés geste suspendu
	Doute / sévérité	Sourcils Rythme	baissés ralenti
Morpho-Syntaxe	Modifieurs	Amplitude des gestes Expression faciale	selon taille
	Pluriel	Répétitions Amplitude des gestes Δ structurelles	dépend du signe
	Nominalisation	Répétitions	dépend du verbe
	Activation	Regard	“active” la main
	Transfert personnel	Regard	non investi

TAB. 1 – Tableau synthétique des causes et modifications.

être réducteurs ou augmenteurs, affecter différents traits (spatiaux et temporels) et différents paramètres de formation des gestes (manuels et non manuels). Les étiquettes et regroupements que nous avons retenus restent intuitifs et devront être précisés lors d’échanges avec la communauté et précisées pendant les phases d’implémentation et d’évaluation du modèle.

### 3 Modèle informatique de génération de gestes expressifs de communication

Il s’agit maintenant de proposer à partir des observations et propositions précédemment énoncées un modèle informatique dédié à la génération de gestes expressifs de communication. Les gestes expressions sont porteurs de sens et se distinguent des gestes non expressifs dont les buts peuvent être par exemple la préhension, la locomotion, ou les gestes proprioceptifs. Ce modèle doit être capable de produire des gestes fluides et réalistes. Il doit également être suffisamment flexible pour s’adapter aux différentes variations induites par les mécanismes introduits en première partie. Ces deux conditions sont résolues, d’un point de vue animation par l’utilisation de primitives de mouvement capturées et d’algorithmes d’adaptation de mouvement spatiaux et temporels. Cet article n’a pas pour vocation de présenter le fonctionnement de nos méthodes de génération de mouvement, mais plutôt leur articulation autour des niveaux linguistiques présentés en première partie.

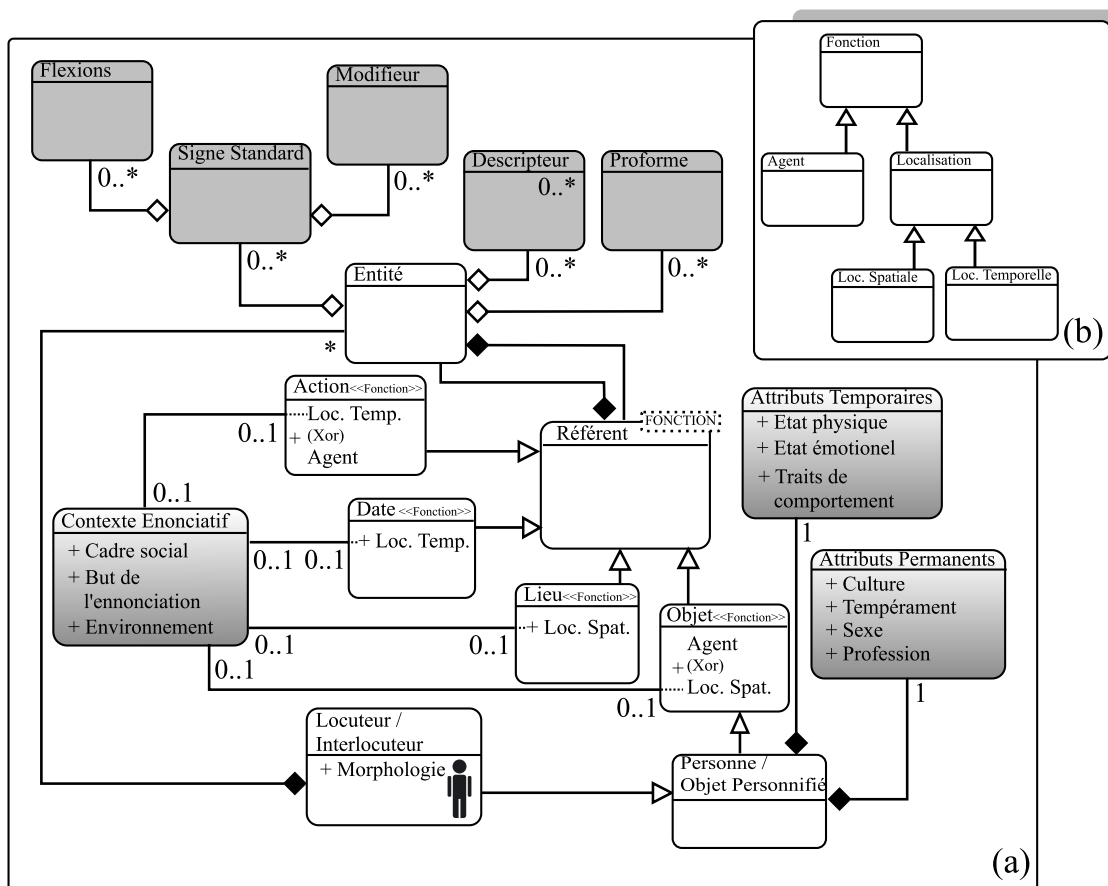


FIG. 3 – Relations entre les variations et le modèle lexical/syntaxique.

### 3.1 Organisation générale

Le schéma représenté en figure 3 reprend, à l'aide du formalisme UML, l'organisation des différents composants décrits dans les niveaux linguistiques présentés en première partie. Ce schéma représente chaque composant à l'aide de classes et reprend les notions d'entité, de référent et de fonction (Lenseigne & Dalle, 2006). Un *contexte énonciatif* est le cadre de référence d'un énoncé. Il possède des attributs relatifs au type de communication engagée (dialogue, message informatif unidirectionnel, etc.), au cadre social de l'énoncé (cadre formel ou informel, amical) ainsi qu'à l'environnement et au contexte de l'énonciation. Un contexte énonciatif peut faire référence à une *date* ou un *lieu* mais également à une *action* ou à un *objet* si ces instances sont liées à une fonction de référence temporelle. Le *locuteur* étant une spécialisation de la classe *objet*, il est également susceptible d'être référencé dans le *contexte énonciatif* par l'intermédiaire d'une fonction de localisation.

Le *locuteur* est en charge de produire un énoncé. Pour ce faire, les connaissances que l'on souhaite attribuer au locuteur sont représentées par l'ensemble des *entités* (ou concepts) qu'il appréhende. Une *entité* peut agréger un ou plusieurs *signes standard*, un ou plusieurs *descripteurs* et une ou plusieurs *proformes* :

- Les *signes standard* d'une entité sont les signes lexicalisés propres à l'entité. Il est possible de leur attribuer des *modifieurs* spatiaux ou temporels (taille, forme, durée, répétitions, pluriel)

ainsi que des *flexions* (nominalisation<sup>5</sup> et/ou instanciation<sup>6</sup> de certains verbes). Ils peuvent appartenir à des registres de langue différents ou porter des nuances différentes.

- Les *descripteurs* sont des accumulations de transferts de forme qui permettent d'évoquer des caractéristiques représentatives d'une entité. Lors de l'énonciation, les *signes standard* sont souvent remplacés par les *descripteurs* des *entités* qu'ils caractérisent.
- Enfin, les *proformes* sont l'illustration d'une forme générique à l'aide d'une configuration manuelle qui, en contexte, vise à spécifier une forme caractéristique de l'entité référencée. La détermination des proformes les plus adéquates pour une entité donnée peut faire appel à un processus de détermination sémantico-cognitive (Braffort & Lejeune, 2006)

### 3.2 Variations induites par le contexte

L'*entité* est liée à un *référent*. Le référent est une classe abstraite qui représente une unité sémantique du discours et qui peut être spécialisé en *date*, *lieu*, *action* et *objet*. Chacune de ces spécialisations revêt une *fonction* dans le discours. Certaines fonctions sont capables de référencer un contexte énonciatif. Il s'agit des fonctions de *localisation* (spatiale ou temporelle). Le référencement entre les *fonctions* de localisation et le *contexte énonciatif* permet de gérer les commutations de contextes qui sont susceptibles d'intervenir dans un récit narratif. Imaginons par exemple qu'un locuteur, après avoir instancié une localisation temporelle (le 11 septembre 2001), décide de narrer ce qu'il faisait ce jour là. Il va être capable, de se projeter dans le contexte pointé par le *référent locatif temporel* de l'*entité* [11 septembre], de réaliser une commutation de contexte et narrer son expérience personnelle en ce jour (ce jour là, sa voiture était en panne, etc.) (cf. corpus LS-COLIN (Cuxac & al., 2001)). Ainsi, chaque référent dont la fonction permet de référencer un nouveau contexte peut potentiellement être une voie vers un nouveau contexte énonciatif. Un tel mécanisme, permet un empilement de contextes gigognes.

### 3.3 Variations induites par le locuteur et les transferts

Dans ce diagramme, nous avons choisi de considérer le *référent* de type *personne* comme une spécialisation du *référent* de type *objet*. Ce choix s'écarte de la modélisation de Lenseigne (2006) qui considèrent les deux classes au même niveau. Dans un souci de factorisation des propriétés entre les classes *personne* et *objet*, nous avons fait le choix de l'héritage. La spécificité de la *personne* est qu'elle possède des attributs qui traduisent d'une part son aspect général et ses caractéristiques de long terme (âge, propriétés physiques, tempérament, sexe, culture) et d'autre part des caractéristiques de moyen terme (état de fatigue, état émotionnel, comportement). Ces caractéristiques vont être prises en compte lorsqu'un locuteur va réaliser un transfert personnel sur une *personne*. Le fait de considérer le locuteur comme une spécialisation de l'entité permet de considérer ce dernier comme un élément à part entière du discours. Cette généralisation de la notion d'entité s'avère particulièrement utile dans un contexte de dialogue, où plusieurs interlocuteurs vont partager le même contexte d'énonciation.

---

<sup>5</sup> La nominalisation reprend la forme verbale de base en lui apportant des modifications de rythme, de répétition, avec une gestion différente du regard.

<sup>6</sup> cf. flexion des verbes phonologiquement souples et semi rigide (Parisot, 2003) et variations morphologiques (Kervajan, 2006).

## 4 Conclusion

Nous avons vu comment il était possible de prendre en compte les différents niveaux linguistiques présents dans la production d'un énoncé. Les exemples que nous donnons restent limités à la production d'un signe. Cependant la proposition que nous faisons en termes de diagrammes de classes permettant la représentation et la prise en compte des relations entre les variations et le modèle lexical/syntaxique ouvre des perspectives tant du point de vue de la modélisation des langues des signes que de la modélisation de la génération de gestes expressifs de communication par un avatar. Il sera intéressant de mettre à l'épreuve le modèle en l'associant aux diverses propositions de génération d'énoncés en LSF, comme ceux actuellement travaillés au LIMSI (L. Bolot, 2006), au Valoria (Heloir *et al.*, 2006) ou à France Télécom (Kervajan, 2006), pour ne citer que les expériences menées en France.

## Références

- BRAFFORT A. & LEJEUNE F. (2006). Spatialised semantic relations in french sign language : Toward a computational modelling. *Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation*, **5**, 37–48.
- BRENTARI D. (1998). *A prosodic model of sign language phonology*. Bradford Book.
- CUXAC C. (2000). *La LSF, les voies de l'iconicité*. Ophrys, Paris.
- CUXAC C. & AL. (2001). *Projet LS-COLIN*. « *Quel outil de notation pour quelle analyse de la LS ?* ». Journées « Recherches sur la langue des signes » UTM, Le Mirail, Toulouse.
- HELOIR A., COURTY N., GIBET S. & MULTON F. (2006). Temporal alignment of communicative gesture sequences. *Computer Animation and Virtual Worlds*, **17**, 347–357.
- KENDON A. (1993). Human gesture. In T. INGOLD & G. K., Eds., *Tools, Language and Intelligence*.
- KERVAJAN L. (2006). *Problèmes de représentation de la Langue des Signes Française en vue du Traitement Automatique*. Actes de la conférence TALN-RECITAL 2006, Leuven, Belgique.
- L. BOLOT, A. BRAFFORT M. F. (2006). *ELSI balbutie ! Vers une plateforme d'animation d'avatar signant*. WACA 2006, Toulouse, France.
- LENSEIGNE B. & DALLE P. (2006). Using signing space as a representation for sign language processing. *Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation*, **6**, 25–36.
- MCBREEN H. M., ANDERSON J. & JACK M. (2001). Evaluating 3d embodied conversational agents in contrasting vrml retail applications. In *Proc. of AAMAS01 Workshop on Prepresenting, Annotating and Evaluating Non-verbal and Verbal Communicative Acts to Achieve Contextual Embodied Agents*, Montreal, Canada.
- MCNEILL D. (1992). *Hand and Mind. What Gesture Reveals About Thoughts*. University of Chicago Press.
- MILLER C. (2000). Regards sur la phonologie des langues signes. *Recherches Linguistiques de Vincennes.*, **29**, 101–120.
- PARISOT A.-M. (2003). *Accord et cliticisation : l'accord des verbes à forme rigide en Langue des Signes Québécoise*. Thèse, Université du Québec, Montréal.
- RUTKAY Z., PELACHAUD C., POGGI I. & NOOT H. (2004). Exercises of style for virtual humans. *Advances in Consciousness Research Series, to appear*.