

Vers une théorie cognitive de la langue basée sur les contraintes

Philippe Blache

LPL-CNRS, Université de Provence

29, Avenue Robert Schuman

13621 Aix-en-Provence

pb@lpl.univ-aix.fr

Résumé

Cet article fournit des éléments d'explication pour la description des relations entre les différents domaines de l'analyse linguistique. Il propose une architecture générale en vue d'une théorie formée de plusieurs niveaux : d'un côté les grammaires de chacun des domaines et de l'autre des relations spécifiant les interactions entre ces domaines. Dans cette approche, chacun des domaines est porteur d'une partie de l'information, celle-ci résultant également de l'interaction entre les domaines.

1 Introduction

La linguistique moderne, sous la double impulsion de la linguistique cognitive (cf. (Langacker99) ou (Croft03)) et de la linguistique descriptive de la langue parlée (cf. (Allwood01)) a remis au centre de l'étude la langue dans son ensemble. Les recherches théoriques de la linguistique contemporaine s'étaient en effet, à la suite de Chomsky, déplacées depuis une théorie de la langue vers une théorie de la grammaire. Il s'est agit, pendant cette période, de rechercher des outils formels permettant de rendre explicite le mécanisme d'analyse. La grammaire générative a répondu à ce problème en s'appuyant sur une relation particulière, la dérivation, définissant une langue à partir de sa grammaire. Une telle relation a le mérite de décrire précisément une langue en question, mais également de faire des prédictions. En revanche, elle limite la langue à l'objet décrit : ce qui n'est pas généré par la grammaire ne fait pas partie de la langue. Une telle conception, même si elle est largement adaptée par les approches contemporaines (comme HPSG (Pollard94) ou la théorie de l'optimalité (Prince93)) constitue une limitation majeure pour l'analyse et la description de la langue *en situation*. La moindre analyse de corpus révèle une foule de constructions hors du champ de la grammaire en question. Une approche voulant prendre en considération ces aspects doit nécessairement être capable de traiter tout à la fois des informations *incomplètes*, *instables* ou *non canoniques*.

Un autre phénomène vient s'ajouter à cette difficulté. La linguistique descriptive, en particulier les recherches sur la langue parlée, a montré qu'il n'était pas possible de décrire certains phénomènes sans prendre en compte simultanément plusieurs domaines de l'analyse linguistique (phonologie, syntaxe, sémantique, etc.). L'information linguistique provient donc non seulement de chacun des domaines, mais également de leur interaction. Dans cette perspective, il n'est pas raisonnable de penser décrire chaque domaine de façon exhaustive indépendamment des autres domaines. Une conception modulariste plaçant pour l'indépendance de chacun des domaines n'est en effet pas productive. Inversement, il n'est pas non plus pertinent d'avancer vers une explication dans laquelle tous les domaines seraient fusionnés : la prosodie ne fait pas

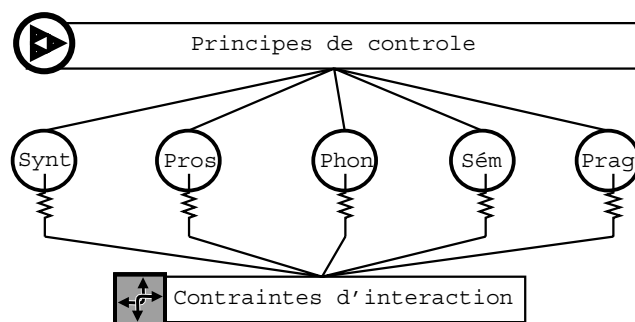


Figure 1: Architecture de la théorie

partie de la syntaxe pas plus que la sémantique. Une conception ouverte doit laisser la possibilité de décrire partiellement un domaine et laisser la possibilité de construire des représentations incomplètes. Dans le cas de la syntaxe par exemple, cela signifie la possibilité de construire pour un énoncé des structures non connectées par une relation syntaxique. L'information produite par chacun des domaines peut ainsi participer soit directement, soit en synergie avec les autres domaines à l'élaboration de l'information d'un message. Il est donc nécessaire pour une théorie de la langue de décrire de façon explicite non seulement les mécanismes propres à chacun des domaines, mais également leurs interactions. La théorie sous-tendue propose donc une vision de la langue comme un tout, dans laquelle chaque domaine possède son propre système de description (ou grammaire), les interactions étant contrôlées par un niveau supérieur.

Le schéma (1) propose une architecture spécifiant les grammaires décrivant chacun des domaines au centre de la théorie. Ceux-ci obéissent à un certain nombre de contraintes, les *principes de contrôle*. Il peut s'agir de principes très généraux, réglant les grands équilibres entre domaines, ou au contraire de propriétés plus spécifiques agissant directement sur les structures. Ils forment un premier niveau d'explication des relations inter-domaines. L'autre niveau, formé par les *contraintes d'interaction*, stipule directement des relations entre les objets des domaines. Elles peuvent être de granularité extrêmement variable, allant de paramètres très spécifiques jusqu'à des contraintes plus systématiques.

2 Représenter l'information

La plupart des travaux abordant la question des interactions inter-domaines implémentent des relations entre des structures. C'est typiquement le cas des études sur l'interaction prosodie/syntaxe dans lesquelles les événements prosodiques sont insérés dans la syntaxe (cf. (Bear90)) ou réciproquement la structure syntaxique contrôle la structure prosodique (cf. (Hirst93)). Cette tendance est encore dominante, en particulier dans les travaux plus appliqués et reposant sur une séquence de traitements (cf. (Mertens01), (Pan02) ou (Nöth02)).

Nous proposons une approche permettant de situer les objets manipulés non plus uniquement par rapport à leur position ou leur forme, mais de façon plus générique en s'appuyant sur des informations de nature variée : indice temporel, position dans la chaîne d'entrée (ces deux indices étant classiques, cf. (Bird99)), mais également l'univers du discours (l'ensemble des référents possibles, cf. (Kamp93)). De plus, plusieurs types de références ou d'index peuvent être utilisés simultanément pour un même objet. Ainsi, une unité lexicale identifiée dans une entrée acoustique pourra être référencée non seulement par sa position temporelle dans le signal, mais également par son index dans la chaîne correspondante. S'il s'agit d'un objet référentiel, on pourra y ajouter une troisième localisation s'appuyant sur l'univers du discours.

Nous proposons de réunir toutes les possibilités de localisation au sein d'une même structure de traits complexe appelé *ancree*. Chaque trait de l'ancree décrit une *point d'ancrage* potentiel formé par la spécification d'un domaine de définition des valeurs possibles ainsi que sa valeur. La définition du domaine est essentiellement utilisée pour préciser l'univers du discours utilisé dans le point d'ancrage correspondant (CONTEXTE). Pour un domaine donné, certains objets ont pour effet de compléter le domaine de définition de l'univers du discours. Par exemple, en rencontrant un nouveau référent, celui-ci est ajouté au domaine de l'ancree. En revanche, l'analyse d'un déictique ou d'une quantification permettra de préciser voire spécifier une seule valeur dans un contexte donné en associant une formule (ou une valeur) à un objet. Cette information sera indiquée par le trait VAL, comme représenté en (1). Il est important de préciser que l'ancree ne se substitue en aucun cas à une structure de représentation sémantique. Elle est simplement destinée à localiser un objet. Dans le cas du trait CONTEXTE, il sera par exemple possible, en fonction du formalisme de représentation sémantique, d'imaginer un partage de valeurs à la HPSG entre les structures sémantiques et l'ancree.

$$(1) \quad \text{ancree} \left[\begin{array}{l} \text{TEMP} \left[\begin{array}{l} \text{DOM-DEF } \textit{intervalle} \\ \text{VAL } \langle i, j \rangle \end{array} \right] \\ \text{POSITION} \left[\begin{array}{l} \text{DOM-DEF } \textit{intervalle} \\ \text{VAL } \langle k, l \rangle \end{array} \right] \\ \text{CONTEXTE} \left[\begin{array}{l} \text{DOM-DEF } \textit{univers} \\ \text{VAL } c \end{array} \right] \end{array} \right]$$

$$(2) \quad \text{obj} \left[\begin{array}{l} \text{DOMAINE } \textit{syntaxe} \\ \text{CARACTÉRISATION} \left[\begin{array}{l} \text{CAT } \textit{Det} \\ \text{ANCRE} \left[\begin{array}{l} \text{TEMP } \langle 880, 1000 \rangle \\ \text{POSITION } \langle 2, 3 \rangle \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right]$$

Ce type de structure présente l'avantage d'être modulable et de préciser une situation multiple. Cette propriété permet pour un même objet de faire référence à des types d'information diverses. L'interface entre les domaines peut ainsi être précisée directement entre les objets ainsi ancrés. L'exemple [2] montre une localisation utilisée par un objet situé à la fois dans l'axe temporel (exprimé en millisecondes) et dans la chaîne (à la manière des charts). On remarque qu'un objet, indépendamment du formalisme choisi, est décrit par la spécification domaine duquel il est issu ainsi qu'une *caractérisation* contenant des traits purement descriptifs ainsi que son ancree. Une telle représentation offre notamment l'avantage de ne pas être dépendant d'un formalisme quelconque pour situer un objet.

3 Décrire les interactions

Nous décrivons dans cette section deux types d'interactions : les *principes de contrôle*, qui précisent les grands équilibres devant exister entre les domaines et stipulent des relations entre ces domaines et les *contraintes d'interaction*, qui permettent de préciser des relations directement entre les objets.

3.1 Les principes de contrôle

Les principes de contrôle spécifient des contraintes globales entre les domaines et sont étroitement liés à la notion d'information véhiculée dans un domaine. Il est nécessaire pour commencer de se doter d'une représentation de la quantité d'information contenue dans un objet (cf. (Blache02)). Nous proposons pour cela une première approximation dans laquelle la quantité d'information, représentée par un *poids*, est fonction de son degré d'ambiguïté. Par exemple, si un énoncé correspond à une structure syntaxique unique (donc sans ambiguïté), nous estimerons que la quantité d'information est importante. Les relations de sélection lexicale auront de la même façon un poids sémantique fort, les tournures morpho-syntaxiques marquées (comme les clivées) également, ainsi que les contours mélodiques stéréotypés (cf. (Rossi99)). Nous avons décrit un premier principe d'équilibre entre les domaines concernant la répartition

de l'information (cf. (Blache02)). Il indique que la somme des poids de chacun des domaines doit atteindre un certain seuil comme représenté en (3).

$$(3) \quad \left[\begin{array}{l} \text{SYNT} [\text{POIDS } a] \\ \text{SEM} [\text{POIDS } b] \\ \text{PROS} [\text{POIDS } c] \\ \text{SEUIL } (a+b+c) \geq s \end{array} \right] \quad (4) \quad \begin{array}{l} (a) \text{ } C'est \text{ de Paul dont je te parle} \\ (b) \text{ } Marie \text{ elle devrait faire attention} \end{array}$$

Ce principe permet de décrire certains aspects de la variabilité : le poids des domaines peut varier à condition que le seuil soit atteint. Dans le cas où certains domaines ont un poids très fort permettant d'atteindre à eux seuls le seuil, les autres domaines n'ont donc pas de conséquence directe sur l'interprétation. Il sera donc possible de faire varier leur poids de façon libre. C'est le cas dans l'exemple 4 portant sur une construction clivée à sélection lexicale forte. Dans le cas (4a), la structure n'est pas ambiguë, le poids porté par la syntaxe sera fort et le seuil pourra être atteint directement. On aura donc une variabilité possible dans la réalisation de la prosodie, par exemple. En revanche, pour des exemples ambigus comme en (4b), la syntaxe est moins marquée, elle aura donc un poids moins important qui devra être compensé par d'autres domaines, notamment la prosodie qui sera du coup moins variable. D'autres types de relations, à un niveau encore plus général, peuvent également être spécifiées. Il existe par exemple un principe d'équilibre entre la morphologie et la syntaxe rendant compte du fait qu'une langue à morphologie riche aura des contraintes syntaxiques d'ordre linéaires plus souples qu'une langue à morphologie faible. On a donc globalement un certain type d'information (en particulier la fonction) qui peut être pris en charge par l'un ou l'autre de ces domaines. Une telle variation est de plus proportionnelle : au plus la morphologie est riche, au plus l'ordre linéaire est libre. Une telle relation peut s'exprimer par la contrainte suivante :

$$(5) \quad \left[\begin{array}{l} \text{MORPH} [\text{POIDS } a] \\ \text{SYNT} [\text{PL} [\text{POIDS } b]] \\ \text{SEUIL } (a+b) \geq s \end{array} \right]$$

Cette contrainte met en relation des poids provenant de la morphologie d'une part et de la précédence linéaire d'autre part. Il est donc possible d'associer des poids à des niveaux différents. Le même type de relation pourrait être mis en œuvre pour expliquer la relation entre l'intonation et le lexique dans le cas des langues à tons.

3.2 Les contraintes d'interaction

La description de l'interaction entre domaines nécessite la possibilité de représenter directement des relations entre les objets des domaines. Il s'agit dans ce cas, comme dans une grammaire de contraintes, d'une part de préciser les caractéristiques des objets concernés afin de les identifier, et d'autre part de définir la relation qui les unit. Une telle relation est appelée *contrainte d'interaction*. Ce type de contrainte peut prendre des formes différentes selon les conséquences qu'elle a sur les structures. Dans certains cas, il s'agit simplement de localiser des objets participant à la relation grâce à leur ancre. Dans d'autres cas, la contrainte permet de calculer (ou propager) une nouvelle valeur. Nous illustrons dans ce qui suit ces deux types de fonctionnement en détaillant deux exemples.

Le premier type de contrainte d'interaction consiste à spécifier une cooccurrence (ou une restriction de cooccurrence) entre des objets de domaines différents identifiés par leur localisation. Prenons l'exemple de l'interaction prosodie/syntaxe proposée dans (Bear90). Les auteurs proposent dans cet article d'insérer dans des règles syntagmatiques une catégorie précisant la possibilité de pause (et sa durée) entre des catégories syntagmatique. En d'autres termes, une

nouvelle catégorie spécifiant un événement prosodique est insérée dans la description de la syntaxe. Les auteurs implantent à l'aide de ces règles des contraintes plus génériques indiquant par exemple qu'une pause longue ne peut intervenir entre une tête syntaxique et son complément. Dans ce cas, le complément aura tendance à se rattacher à un niveau supérieur. L'utilisation des contraintes d'interaction permet l'implantation de ce type de relation indépendamment de tout formalisme syntaxique (ou prosodique) particulier. Il suffit en effet de préciser leur localisation dans le domaine d'origine. La contrainte représentée en (6) contient toute l'information décrite précédemment : elle permet de préciser que si deux catégories syntaxiques sont dans une relation de rection (la seconde est complément de la première), alors il ne peut y avoir au niveau prosodique une pause majeure.

$$(6) \left[\begin{array}{c} \text{DOM synt} \\ \left[\begin{array}{c} \text{CAT } c_1 \\ \text{ANC} \left[\begin{array}{c} \text{TEMP } \langle t_1, t_2 \rangle \\ \text{POS } \langle i, j \rangle \end{array} \right] \end{array} \right] \\ \text{CAR} \left[\begin{array}{c} \text{CAT } c_2 \\ \text{ANC} \left[\begin{array}{c} \text{TEMP } \langle t_3, t_4 \rangle \\ \text{POS } \langle k, l \rangle \end{array} \right] \end{array} \right] \\ \text{RECTION } (c_2 \rightsquigarrow c_1) \end{array} \right] \not\Rightarrow \left[\begin{array}{c} \text{DOM pros} \\ \text{CAT pause} \\ \text{DURÉE longue} \\ \text{CAR} \left[\begin{array}{c} \text{ANC} \left[\begin{array}{c} \text{TEMP } \langle t_2, t_3 \rangle \\ \text{POS } \langle j, k \rangle \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right]$$

Dans cette contrainte, chaque objet dépend d'un domaine particulier, il est décrit par une *caractérisation* contenant ses propriétés. Les deux objets du domaine syntaxique sont simplement décrits par une catégorie, leur ancre et la relation de rection les unissant. L'ancre indique que les objets concernés sont consécutifs, c_1 précédant c_2 . Cette localisation est indiquée à la fois par des points d'ancrage temporels et dans la chaîne. L'objet du domaine prosodique (la pause) peut à son tour être précisément localisé par une ancre entre c_1 et c_2 .

Un autre type de contrainte d'interaction est nécessaire pour l'instanciation ou la propagation de nouvelles valeurs. L'exemple proposé en (7) décrit une situation d'interaction multimodale. Le problème dans ce cas consiste à expliquer comment une relation d'anaphore peut s'établir grâce à l'interaction entre plusieurs domaines. La situation proposée met en scène un présentateur météo désignant par un geste déictique (voir (Kettebekov02)) un front orageux sur une carte en contenant plusieurs en prononçant "*celui-ci faiblit*". Le problème consiste à établir le lien anaphorique entre le pronom (appartenant au domaine syntaxique) et l'ensemble des référents construits par le domaine graphique (la carte) grâce à un geste. Sans entrer dans les détails d'une représentation sémantique (voir par exemple (Pineda00)), une telle relation s'implémente par la contrainte (7).

$$(7) \left[\begin{array}{c} \text{DOM synt} \\ \text{CAT } Pro \\ \text{CAR} \left[\begin{array}{c} \text{ANC} \left[\begin{array}{c} \text{TEMP } \langle i, j \rangle \\ \text{POS } \langle s, t \rangle \\ \text{CONTEXTE } c_1 \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right] \wedge \left[\begin{array}{c} \text{DOM sem} \\ \text{REF } x=c_1 \\ \text{CONTENT} \left[\begin{array}{c} \text{QUANT } \exists x \\ \text{REL } faiblir(x) \end{array} \right] \\ \text{ANC} [\text{CONTEXTE } c_1] \end{array} \right] \wedge \left[\begin{array}{c} \text{DOM graphique} \\ \text{REF } y=c_2 \\ \text{CONTENT} \left[\begin{array}{c} \text{QUANT } \exists y \\ \text{REL } orage(y) \end{array} \right] \\ \text{ANC} [\text{CONTEXTE } C] \end{array} \right] \wedge$$

$$\left[\begin{array}{c} \text{DOM geste} \\ \text{CAT } deictique \\ \text{CAR} \left[\begin{array}{c} \text{ANC} \left[\begin{array}{c} \text{TEMP } \langle i, j \rangle \\ \text{CONTEXTE } c_2 \in C \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right] \Rightarrow_{[c_1=c_2]} \left[\begin{array}{c} \text{REF } x=c_1 \\ \text{CONTENT} \left[\begin{array}{c} \text{QUANT } \exists x \\ \text{REL } orage(x) \wedge faiblir(x) \end{array} \right] \\ \text{DOM sem car} \left[\begin{array}{c} \text{TEMP } \langle i, j \rangle \\ \text{ANC} \left[\begin{array}{c} \text{POS } \langle s, t \rangle \\ \text{CONTEXTE } c_1 \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right]$$

L'essentiel de la contrainte repose sur la relation de coréférence donnée par l'ancrage. Au niveau

syntactique, on spécifie un pronom avec possibilité d’ancrage à la fois dans le signal temporel, la chaîne et l’univers du discours représenté par le trait CONTEXTE. L’objet sémantique quant à lui instancie une relation prédicative issue du verbe et ancré dans le contexte. De son côté, le domaine *graphique* définit un univers de référents *C* contenant les objets de la carte, notamment les fronts orageux. Le geste déictique permet d’établir un lien entre ces différents objets grâce à l’ancrage : celui-ci localise l’objet au niveau temporel qui montre un recouvrement avec l’objet syntaxique (le pronom). L’ancrage contextuel peut alors être unifié entre tous ces objets. Le résultat est la construction d’un objet sémantique dont l’ancre est totalement précisée.

4 Conclusion

L’interaction entre les différents domaines de l’analyse linguistique constitue le point central d’une théorie de la langue. Cet article propose une architecture pour cette théorie qui s’organise autour de la description de chacun des domaines. Les descriptions sont quant à elles contrôlées par deux niveaux d’interaction spécifiant des relations entre les domaines ou directement entre leurs objets. La possibilité de rendre compte de la langue en situation et dans une perspective communicationnelle tout en se situant dans une approche formelle confère ainsi pleinement un aspect cognitif à la théorie.

Références

- Allwood J. (2001), “Capturing Differences between Social Activities in Spoken Language”, in *Perspectives on Semantics, Pragmatics and Discourse*, I. Kenesei & R. Harris (eds), John Benjamins.
- Bear J. & P. Price (1990), “Prosody, Syntax and Parsing”, in proceedings of the *ACL-90*.
- Bird S. & M. Liberman (1999) “A formal framework for linguistic annotation”, Technical Report MS-CIS-99-01. Dept of Computer and Information Science, University of Pennsylvania.
- Blache P. (2001) *Les Grammaires de Propriétés : Des contraintes pour le traitement automatique des langues naturelles*, Hermès.
- Blache P. & D. Hirst (2001) “Aligning Prosody and Syntax in Property Grammars.”, in proceedings of *Eurospeech-2001*.
- Blache P. (2002) “Variabilité et dépendances des composants linguistiques”, in actes de *TALN-02*.
- Croft W. & D. Cruse (2003) *Cognitive Linguistics*, ms, Cambridge University Press.
- Hirst D. (1993), “Detaching Intonational Phrases from Syntactic Structure”, in *Linguistic Inquiry*, 24:4.
- Kamp H. & U. Reyle (2002), *From Discourse to Logic*, Kluwer.
- Kettebekov S. M. Yeasin & R. Sharma (2002), “Prosody Based Co-analysis for Continuous Recognition of Coverbal Gestures”, in proceedings of *International Conference on Multimodal Interfaces*.
- Langacker R. (1999), *Grammar and Conceptualization*, Walter de Gruyter.
- Mertens P., J.-P. Goldman, E. Wehrli & A. Gaudinat (2001) “La synthèse de l’intonation à partir de structures syntaxiques riches”, in revue *TAL* 42 :1
- Nöth E. et al. (2002), “On the use of prosody in automatic dialogue understanding”, in *Speech Communication*, 36.
- Pan S., K. McKeown & J. Hirschberg (2002), “Exploring features from natural language generation for prosody modeling”, in *Computer, Speech and Language*, 16.
- Pineda L. & G. Garza (2000), “A Model for Multimodal Reference Resolution”, in *Computational Linguistics*, 26:2.
- Pollard C. & I. Sag (1994) *Head-driven Phrase Structure Grammars*, CSLI, Chicago University Press.
- Prince A. & Smolensky P. (1993), *Optimality Theory: Constraint Interaction in Generative Grammars*, Technical Report RUCCS TR-2, Rutgers Center for Cognitive Science.
- Rossi M. (1999) *L’intonation, le système du français : description et modélisation*, Ophrys.