

Une interprétation probabiliste des informations de factivité

Timothée Bernard^{1,2}

(1) Laboratoire de linguistique formelle (U. Paris Diderot & CNRS), Paris

(2) Sémagramme (Inria Nancy - Grand Est), Nancy

timothee.bernard@protonmail.com

RÉSUMÉ

Nous présentons une nouvelle formalisation de la *factivité*, la dimension représentant le degré de croyance qu'une source – l'auteur ou tout autre agent mentionné dans un texte – accorde à une éventualité donnée. Nous insistons sur l'aspect *dynamique* de cette notion ainsi que sur ses interactions avec la *structure discursive*. Nous montrons comment une interprétation en termes d'*ensembles de probabilités* permet de s'affranchir des principaux problèmes que posait la formalisation utilisée dans les travaux précédents au calcul d'une factivité cohérente à l'échelle du texte dans sa totalité.

ABSTRACT

Factuality information as sets of probabilities

We present a new formalisation of *factuality*: the dimension representing the degree of belief of a source (e.g. the author or any other agent mentioned in a text) for a given eventuality. We lay emphasis on the *dynamic* aspect of this notion and on its interactions with *discourse structure*. We show how an interpretation in terms of *sets of probabilities* solves the main problems arising out of the previous formalisation on the computation of coherent values of factuality at the discourse level.

MOTS-CLÉS : factivité, modalité, degrés de croyance, analyse discursive.

KEYWORDS: factuality, modality, degrees of belief, discourse analysis.

1 Introduction

Les événements mentionnés dans un texte ne sont pas tous décrits comme réels (*il pleut*), mais apparaissent parfois seulement hypothétiques (*il a probablement plu*) ou non réalisés (*il ne pleut pas*). C'est le degré de certitude associé à chaque événement que, suivant la terminologie employée dans (Saurí, 2008; Saurí & Pustejovsky, 2012), nous allons appeler sa *factivité*.

La capacité à déterminer la factivité des différents événements mentionnés dans un texte, ou au moins à détecter un certain nombre de marqueurs de négation ou d'incertitude, s'avère crucial pour un très grand nombre d'applications liées au traitement automatique des langues (Morante & Sporleder, 2010; Farkas *et al.*, 2010). Les domaines concernés sont aussi variés que la recherche d'information en corpus biomédical (Kim *et al.*, 2009), la détection d'opinion circulant sur les réseaux sociaux (Soni *et al.*, 2014) ou la reconnaissance d'implication textuelle (Hickl & Bensley, 2007).

Dans (Saurí, 2008) est décrit un corpus, FactBank, dans lequel chaque mention d'éventualité est annotée avec les valeurs de factivité que lui accordent l'auteur et les différents agents dont il est question dans le texte. Ce corpus a servi à l'élaboration d'un algorithme, *De Facto*, permettant de

calculer ces valeurs de factivité. Cependant, la notion de factivité considérée dans (Saurí, 2008) est *statique* et essentiellement *lexicale* ; aucun phénomène discursif, ni les connaissances du monde n’y sont considérés, bien que ces éléments influent sur le jugement du lecteur (de Marneffe *et al.*, 2012).

À partir de la formalisation de (Saurí, 2008), un paradigme pour l’élaboration d’un algorithme de calcul de factivité dynamique s’appuyant sur la structure discursive a été proposé (Danlos & Rambow, 2011). Ces travaux ont par exemple inspiré l’analyse des connecteurs *en réalité* et *en effet* présentée dans (Danlos, 2012). Toutefois, nous pensons que la factivité telle que définie dans (Saurí, 2008), liée à des considérations pratiques sur l’échelle phrastique, est peu adaptée à l’analyse discursive et qu’une reformalisation de cette dimension et de ses valeurs possibles permettrait une modélisation à la fois plus exacte et plus simple de sa nature dynamique, ouvrant la voie à la conception d’outils automatiques de traitement de la langue naturelle qui en tireraient profit.

Nous commençons par présenter en section 2 la notion de factivité. En section 3, nous montrons que la formalisation qui en est donnée dans (Saurí, 2008) n’est pas adaptée à l’analyse discursive. C’est pourquoi nous proposons en section 4 une nouvelle définition, fondée sur une interprétation en termes de probabilité et s’affranchissant des problèmes précédents.

2 Factivité

Telle qu’étudiée dans (Saurí, 2008), la factivité est une propriété des mentions d’éventualités (une notion large, regroupant événements – s’inscrivant dans le temps – et états – permanents ou temporaires) présentes dans un texte. La factivité est liée à la concordance qu’a une éventualité avec le monde réel, c’est-à-dire indique si l’éventualité est exprimée comme correspondant à une situation réalisée (1a), à une situation irréalisée (1b), ou à une situation de statut incertain (1c).

- (1) a. Fred est parti au Brésil.
- b. Fred n’est pas parti au Brésil.
- c. Fred est peut-être parti au Brésil.

Une valeur de factivité est toujours définie relativement à un agent et un moment donné ; cette conjonction (agent, temps) est la *source* de la factivité. La source de factivité la plus courante dans un texte est l’auteur au moment de l’énonciation (notée *Wr* chez (Saurí, 2008) ainsi que dans ce texte), cependant celui-ci peut exprimer la factivité issue d’autres agents et à d’autres instants. Par exemple, deux agents peuvent être la source d’une factivité différente sur un même événement comme la pluie en (2a), ou encore, un même agent peut être la source d’une factivité différente à deux moments distincts sur un unique événement comme la venue de Fred en (2b).

- (2) a. Jeanne affirme qu’il va pleuvoir alors que Fred est sûr du contraire.
- b. Fred m’avait assuré qu’il viendrait, mais il dit finalement qu’il restera chez lui.

Pour exprimer la factivité, (Saurí, 2008) utilise les deux échelles <*certitude, probabilité, possibilité*> et <*impossibilité, improbabilité, incertitude*> de (Horn, 1972), représentant chacune trois valeurs de *modalité* (de la plus forte à la plus faible) pour deux valeurs de *polarité* (respectivement positive et négative). En introduisant des valeurs sous-spécifiées, (Saurí, 2008) combine alors 4 valeurs de modalité épistémique – CT (« certainty », PR (« probability »), PS (« possibility ») et U (« underspecified »)

– et 3 valeurs de polarité – + (« positive »), – (« negative ») et u (« underspecified ») – pour former les 8 valeurs de factivité présentées au tableau 1, les 4 valeurs restantes (PSu, PRu, U+ et U–) n’étant pas considérées linguistiquement pertinentes. Suivant la convention de (Saurí, 2008), le fait qu’une éventualité e possède une valeur de factivité val pour une source s est ici noté $f(e, s) = val$.

valeur	interprétation	valeur	interprétation
CT+	factuel	PR+	probable
CT–	contre-factuel	PR–	improbable
PS+	possible	CTu	certitude non spécifiée
PS–	non certain	Uu	incertitude totale ou factivité non précisée

TABLE 1 – Les valeurs de factivité définies dans (Saurí, 2008).

La plupart de ces 8 valeurs ne requièrent pas d’explication ; précisons seulement que la valeur CTu correspond aux cas où la source est certaine de l’issue sans que celle-ci ne soit précisée, comme c’est le cas pour Marie à propos de la venue de Fred en (3a), et que la valeur Uu s’applique lorsque la source (toujours Marie dans les exemples suivants) ne connaît pas la factivité de l’événement (3b-i), n’est pas au courant de l’événement (3b-ii) ou lorsque la factivité n’est pas précisée (3b-iii).

(3) (exemples adaptés de (Saurí, 2008))

- a. Marie sait si Fred est venu_e. $f(e, Marie) = CTu$
- b.
 - i. Marie ne sait pas si Fred est venu_e. $f(e, Marie) = Uu$
 - ii. Marie ne sait pas que Fred est venu_e. $f(e, Marie) = Uu$
 - iii. Marie sait que Paul a dit que Fred était venu_e. $f(e, Marie) = Uu$

Il est vrai que suivant la confiance que Marie accorde à Paul, nous pouvons déduire de la phrase (3b-iii) différentes croyances de Marie sur la venue du Fred. Par exemple, si l’on sait que Marie croit Paul sur parole, alors on peut déduire de cette phrase que Marie croit que Fred est venu (PR+); si au contraire Marie pense que Paul a menti, on en déduit l’inverse (PR-). Bien que les *verbes de dire* (*dire*, *affirmer*, etc.) sont généralement interprétés à l’aide de valeurs de factivité positive (de Marneffe *et al.*, 2012), nous pensons que traiter de tels phénomènes pragmatiques nécessiterait une représentation de la confiance entre agents que ni (Saurí, 2008) ni le travail présent ne cherchent à modéliser. Dire que (3b-iii) exprime une factivité Uu pour Marie sur l’éventualité *Fred était venu*, c’est affirmer qu’intrinsèquement cette phrase ne précise pas l’attitude de Marie vis-à-vis de cette éventualité.

3 Analyse discursive

Le travail de (Saurí, 2008) se base essentiellement sur une étude lexicographique, d’expressions appelées *factuality marker* regroupant notamment les auxiliaires modaux, les marqueurs de négation ou de modalité épistémique ainsi que l’ensemble des *Event selecting predicates* (« ESP » ; prédicats de natures diverses se construisant avec un argument dénotant une éventualité sur laquelle est projetée une valeur de factivité ; ex : *to try*, *a promise*). Les interactions par enchâssement de ces différents marqueurs sont analysées et synthétisées dans l’algorithme De Facto. Bien que dans (Saurí, 2008) l’auteur ait décidé de travailler uniquement à l’échelle phrastique, elle souligne l’aspect dynamique de la factivité. En effet, deux phrases d’un même texte peuvent projeter des valeurs de factivité différentes sur la même éventualité ; la seconde venant préciser (4) voire corriger (5) la première.

- (4) a. Marie m'a dit qu'il pleuvra_e demain. $f(e, Wr) = \text{Uu}$
 b. Je n'y_e crois pas vraiment. $f(e, Wr) = \text{PR-}$
- (5) a. Il pleuvra_e peut-être. $f(e, Wr) = \text{PS+}$
 b. En fait, il pleuvra_e même à coup sûr. $f(e, Wr) = \text{CT+}$

Dans les deux exemples précédents, les valeurs de factivité peuvent être déterminées en analysant chaque phrase indépendamment, la seconde faisant autorité. Mais cela n'est pas toujours le cas, à cause notamment de la *révision dynamique des informations de factivité* (Danlos, 2011). C'est ce phénomène discursif qui est à l'œuvre dans le discours (6). Alors que sortie de son contexte, la seconde phrase correspond à un engagement de Jane et en aucun cas à un engagement de l'auteur, on infère grâce à l'enchaînement discursif une relation de type *Evidence* (Asher & Lascarides, 2003) et par là même on comprend que l'auteur adhère aux propos de Jane¹. S'appuyant sur cette logique, (Danlos & Rambow, 2011) décrit un paradigme dynamique calculant conjointement la factivité des éventualités et la structure discursive du texte analysé. Il permet ainsi de déterminer pour (6) la valeur de factivité $f(e, Wr) = \text{CT+}$ intuitivement attendue.

- (6) Les voisins sont partis en vacances. Jane m'a dit que leurs volets sont fermés_e.

Cependant, à l'instar de (Saurí, 2008), ce paradigme ne suffit pas, de manière générale, à calculer une valeur de factivité unique pour une éventualité et une source données. En effet, lorsqu'une éventualité est mentionnée plusieurs fois dans le même segment discursif, ou dans une structure discursive sans révision ou correction à son sujet, plusieurs valeurs de factivité pourront lui être attribuées pour une même source, sans qu'il soit précisé comment calculer de valeur au niveau global du texte. Il manque donc un mécanisme général de composition des valeurs de factivité.

De plus, l'ensemble de valeurs de factivité choisi par (Saurí, 2008) pose déjà un problème théorique. En effet, alors que la phrase (7) projette alternativement $f(e, Wr) = \text{PS+}$ et $f(e, Wr) = \text{PR-}$, il semble que la valeur globale de cette factivité ne corresponde à aucune des valeurs proposées par (Saurí, 2008), et en particulier ni à PS+, ni à PR-. C'est pour remédier aux différentes lacunes mentionnées dans cette section que nous proposons une reformalisation de la notion de factivité.

- (7) Il est possible qu'il pleuve_e mais je n'y_e crois pas.

4 Reformalisation de la factivité

4.1 Factivité en tant qu'ensemble de probabilités

Rappelons que pour (Saurí, 2008), la factivité est une propriété des *mentions* d'éventualité et non des éventualités elles-mêmes. Or, pour capturer la complexité des phénomènes discursifs, il apparaît naturel de s'intéresser à ce que *représente* la factivité, c'est-à-dire à la *croyance* qu'une source a envers une éventualité donnée.

Ainsi, considérons pour toute source s (un agent à un certain moment) et toute éventualité e , la probabilité $P_s(e) \in [0, 1]$, probabilité que e corresponde au monde réel selon s . *A priori*, nous ne

1. La relation pragmatique *Evidence* permet de faire le lien entre les deux phrases du discours en (6) : l'auteur exprime qu'il déduit l'absence des voisins du fait que leurs volets sont fermés, information qu'il tient de Jane. On remarque qu'ici *Jane m'a dit que* est paraphrasable par *Jane m'a appris que*, qui est factif, tout comme *savoir* ou *découvrir* (Karttunen, 1971).

savons rien d'autre que $P_s(e) \in [0, 1]$, mais les différentes mentions de e dans le texte, ainsi que les relations discursives qui le composent, vont nous permettre de restreindre cet ensemble de valeurs. C'est cet ensemble que nous proposons d'appeler factivité. Notons que $f(e, s)$ est alors lié à la probabilité $P_s(e)$ – qui elle est inconnue – par la relation $P_s(e) \in f(e, s) \subseteq [0, 1]$ et que sa valeur ne s'applique plus à une mention en particulier mais au texte tout entier². La factivité $f(e, s)$ représente l'imprécision ou l'incertitude du texte sur $P_s(e)$ ³.

Nous interprétons donc les valeurs de factivité comme des sous-ensembles de l'intervalle $[0, 1]$. Nous verrons dans la suite du texte comment estimer les ensembles correspondant aux différentes valeurs primitives, mais avant cela, nous présentons les deux opérations, combine et overwrite à partir desquelles s'effectue le calcul de la factivité à l'échelle discursive.

4.2 Opérations sur la factivité

Reprenons l'exemple (7) (répété ci-dessous en (8)). D'après la première mention (α), la probabilité que l'auteur accorde à e se situe dans une certaine plage caractérisée par la possibilité – notons la $f_\alpha(e, Wr)$. D'après la seconde mention (β), cette probabilité se situe dans une autre plage, caractérisée cette fois-ci par l'improbabilité – notons la $f_\beta(e, Wr)$. La probabilité $P_s(e)$ est donc dans l'intersection de ces deux plages de valeurs⁴, que de plus l'on déduit être non vide :

$$f(e, Wr) = f_\alpha(e, Wr) \cap f_\beta(e, Wr)$$

(8) (Il est possible qu'il pleuve _{e}) _{α} mais (je n'y _{e} crois pas) _{β} .

Plus généralement, nous considérons que la factivité d'une éventualité e pour une source s , exprimée par n mentions, est l'intersection des n valeurs de factivité individuelles correspondantes. Ainsi, le calcul séquentiel de la factivité est amené à utiliser l'opération combine, qui précise la valeur courante par intersection avec une nouvelle valeur X :

$$\text{combine}(e, s, X) : f(e, s) \leftarrow (f(e, s) \cap X)$$

D'autre part, à travers certains connecteurs dont ceux de correction tels que (*quoique*) *non* ou *après tout*, la langue permet d'exprimer des corrections sur ce qui a été dit précédemment dans le discours, comme à propos de la pluie en (9). Il ne s'agit pas alors d'une précision sur la factivité comme dans les cas précédents, mais d'un véritable *écrasement* de la valeur courante, d'où la nécessité d'une seconde opération. C'est à cet effet que nous définissons overwrite :

$$\text{overwrite}(e, s, X) : f(e, s) \leftarrow X$$

2. Contrairement à la logique modale par mondes possibles utilisée pour modéliser la notion de croyance (Hintikka, 1962), dans le système de (Sauri, 2008) – et le nôtre – la vérité d'une proposition ne varie pas et les valeurs de factivité $f(e, s)$ sont les objets de base de la théorie. De même, il ne s'agit pas non plus de logique floue (Hájek, 1998), bien que celle-ci permette de définir des valeurs de vérité pouvant se situer n'importe où dans l'intervalle $[0, 1]$. Notre proposition traite de *degrés de croyance* et non de *degrés de vérité* et serait plutôt à rapprocher du *continuum model* présenté dans (de Haan, 1997).

3. Imprécision qui peut être réduite à une unique valeur, comme dans *La probabilité qu'il pleuve _{e} est très exactement de 85 chances sur 100*.

4. Dans l'exemple (8), nous n'attribuons pas à la relation de contraste lexicalisée par *mais* d'effet sur $f(e, Wr)$. En conséquence, c'est la même factivité qui est exprimée dans la phrase suivante, où les deux termes sont inversés : *Je ne crois pas qu'il pleuve _{e} mais c' _{e} est possible*. S'il existe une différence de sens entre les deux phrases, elle ne se situe pas au niveau de $f(e, Wr)$ mais au niveau pragmatique, via l'effet asymétrique de *violation d'attente* de la relation de contraste (Lakoff, 1971). Il est probable que cet effet puisse aussi s'exprimer – au moins partiellement – en termes de factivité (la factivité de l'attente contredite par le second conjoint), nous laissons cependant cet aspect à des recherches futures.

(9) Il pleuvra_e probablement. Quoique non, il ne devrait pas pleuvoir_e.

Les deux fonctions combine et overwrite opèrent à partir de valeurs primitives exprimées au niveau lexical pour chaque mention. Ces valeurs primitives sont décrites dans la section suivante.

4.3 Valeurs primitives

Dans (Saurí, 2008), 8 valeurs de factivité sont distinguées sur la base de tests de co-prédication. La formalisation de la factivité que nous proposons permet de donner une explication à ces compatibilités et incompatibilités. En effet, d'après notre interprétation, une factivité $f(e, s)$ contient nécessairement au moins une valeur : $P_s(e)$, la probabilité que l'éventualité e corresponde au monde réel d'après s . Par définition, $f(e, s)$ ne peut donc être réduite à l'ensemble vide – du moins dans un discours cohérent. La possibilité de co-prédication entre deux expressions nous informe donc que les valeurs de factivité qu'elles expriment ont une intersection non nulle (10), et à l'inverse qu'il s'agit de deux ensembles disjoints lorsque toute co-prédication est impossible (11).

(10) a. (Je crois qu'il pleuvra_e demain)_α mais (ce_e n'est pas sûr)_β.

b. $f_α(e, Wr) \cap f_β(e, Wr) \neq \emptyset$

(11) a. # (Je crois qu'il pleuvra_e demain)_α mais (ça_e n'arrivera probablement pas)_β.

b. $f_α(e, Wr) \cap f_β(e, Wr) = \emptyset$

Les 8 valeurs CT±, PR±, PS±, CTu et Uu distinguées dans (Saurí, 2008) correspondent donc à autant de parties de $[0, 1]$, qu'il est possible d'estimer. Notons que ce choix de valeurs avait été fait à partir de considérations pratiques d'annotation et guidé par une approche purement statique de la factivité. La formalisation que nous proposons offre la possibilité de moduler cet ensemble de valeurs primitives en fonction de la finesse de l'analyse attendue, tout en restant dans le même cadre théorique. Une modification en particulier nous paraît nécessaire pour rendre compte de certains discours. Celle-ci consiste à réserver la valeur de sous-spécification Uu aux mentions où *aucune information* de factivité n'est effectivement donnée pour la source concernée, comme pour $s = Wr$ dans (12a-i)⁵. Une nouvelle valeur –CT est alors utilisée pour les cas exprimant l'absence de certitude de la source (12a-ii). La continuation avec une mention de factivité CT+ (12b), possible pour Uu mais non pour –CT, est l'un des tests permettant de discriminer ces deux valeurs. En termes d'ensembles de probabilités, celui qui représente l'absence totale d'information est $Uu = [0, 1]$. Concernant –CT, affirmons seulement pour l'instant $-CT \subseteq [0, 1] \setminus (CT+ \cup CT-)$.

(12) a. i. Fred dit qu'il a_e le permis. $f(e, Wr) = Uu$

ii. Je ne sais pas si Fred a_e le permis. $f(e, Wr) = -CT$

b. Comme il a_e le permis, je vais lui demander de m'emmener en ville. $f(e, Wr) = CT+$

À l'aide de tests de co-prédication, nous pouvons étendre les tableaux de compatibilité donnés dans (Saurí, 2008). Dans la table 2, le symbole + à l'intersection de la ligne « CT± » et de la colonne « PR » indique que les valeurs CT+ et PR+ (ainsi que CT– et PR–) sont compatibles ; le symbole – à l'intersection de la ligne « CT± » et de la colonne « –CT » indique que ni CT+ ni CT– ne sont compatibles avec –CT.

5. Il s'agit aussi de la valeur par défaut : dans (12a-i) par exemple, on a $f(e, Fred) = CT+$, $f(e, Wr) = Uu$, mais aussi pour toute autre source s , $f(e, s) = Uu$.

Interprétées en termes d'intersections, ces compatibilités ne suffisent pas à déterminer sans ambiguïté à quel ensemble correspond chaque valeur. La figure 1 présente cependant une solution possible, exhibant des propriétés de symétrie : les valeurs de polarité + ou - sont les symétriques des valeurs de polarité opposée (par exemple $PR+ = \{(1 - x) \mid x \in PR-\}$) alors que les valeurs non polarisées sont symétriques par rapport à la probabilité 0.5. Soulignons que ce choix, bien que cohérent, est arbitraire et est donné ici à titre illustratif ; une étude psycholinguistique des locuteurs natifs permettrait de déterminer avec plus de rigueur un ensemble de valeurs.

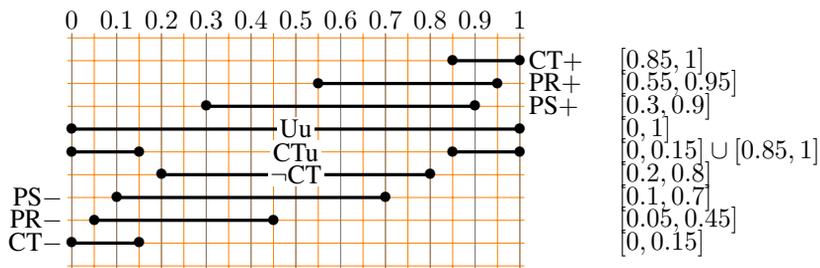


FIGURE 1 – Une interprétation ensembliste des valeurs primitives.

5 Conclusion et perspectives

Nous avons montré que la formalisation de la factivité proposée dans (Saurí, 2008) n'était pas adaptée à l'analyse discursive. Nous avons alors décrit une nouvelle formalisation fondée sur une interprétation probabiliste qui explique les compatibilités et incompatibilités entre valeurs de factivité, jusque là simplement observées.

La principale nouveauté de cette formalisation est de définir une valeur de factivité *unique* pour chaque paire éventualité-source, cohérente à l'échelle discursive. De plus, cette valeur n'est plus restreinte à un ensemble fixé de valeurs catégoriques ; notre cadre théorique permet d'exprimer naturellement par intersection des combinaisons de valeurs primitives.

L'un des prochains objectifs de notre recherche est d'adapter De Facto et d'implémenter le paradigme présenté dans (Danlos & Rambow, 2011) pour étudier en corpus les effets de la structure discursive sur les informations de factivité, en particulier le phénomène de révision dynamique introduit par (Danlos, 2011).

	PS=	PS≠	PR=	PR≠	CT=	CT≠	CTu	-CT	Uu
PS±	+	+	+	+	+	-	+	+	+
PR±			+	-	+	-	+	+	+
CT±					+	-	+	-	+
CTu							+	-	+
-CT								+	+
Uu									+

TABLE 2 – Compatibilités des valeurs primitives.

Références

- ASHER N. & LASCARIDES A. (2003). *Logics of Conversation*. Cambridge University Press.
- DANLOS L. (2011). Analyse discursive et informations de factivité. In *Actes de la 18e conférence sur le Traitement Automatique des Langues Naturelles*, volume 1, p. 445–456, Montpellier, France.
- DANLOS L. (2012). Formalisation des conditions d’emploi des connecteurs en réalité et (et) en effet. In *Actes du 2ème Congrès Mondial de Linguistique Française*, p. 493–508, Lyon, France.
- DANLOS L. & RAMBOW O. (2011). Discourse Relations and Propositional Attitudes. In *Proceedings of CID 2011*, Agay, France.
- DE HAAN F. (1997). *The Interaction of Modality and Negation : a Typological Study*. Outstanding Dissertations in Linguistics. New York, USA : Garland.
- DE MARNEFFE M.-C., MANNING C. D. & POTTS C. (2012). Did It Happen ? The Pragmatic Complexity of Veridicality Assessment. *Computational Linguistics*, **38**(2), 301–333.
- FARKAS R., VINCZE V., MÓRA G., CSIRIK J. & SZARVAS G. (2010). The CoNLL-2010 Shared Task : Learning to Detect Hedges and Their Scope in Natural Language Text. In *Proceedings of the Fourteenth Conference on Computational Natural Language Learning — Shared Task*, CoNLL ’10 : Shared Task, p. 1–12, Stroudsburg, PA, USA : Association for Computational Linguistics.
- HICKL A. & BENSLEY J. (2007). A discourse commitment-based framework for recognizing textual entailment. In *Proceedings of the ACL-PASCAL Workshop on Textual Entailment and Paraphrasing*, p. 171–176, Prague, Czech Republic : Association for Computational Linguistics.
- HINTIKKA J. (1962). *Knowledge and Belief - An Introduction to the Logic of the Two Notions*. Ithaca : Cornell University Press.
- HORN L. R. (1972). *On the Semantic Properties of Logical Operators in English*. Ph.D. Thesis, Yale University.
- HÁJEK P. (1998). *Metamathematics of Fuzzy Logic*. Springer Science & Business Media.
- KARTTUNEN L. (1971). Some observations on factivity. *Paper in Linguistics*, **4**(1), 55–69.
- KIM J.-D., OHTA T., PYYSALO S., KANO Y. & TSUJII J. (2009). Overview of BioNLP’09 Shared Task on Event Extraction. In *Proceedings of the Workshop on Current Trends in Biomedical Natural Language Processing : Shared Task*, BioNLP ’09, p. 1–9, Stroudsburg, PA, USA : Association for Computational Linguistics.
- LAKOFF R. (1971). If’s, and’s and but’s about conjunction. In C. FILLMORE & D. T. LANGENDOEN, Eds., *Studies in Linguistic Semantics*, p. 115–150. New York : Holt, Rinehart and Winston.
- MORANTE R. & SPORLEDER C. (2010). *Proceedings of the Workshop on Negation and Speculation in Natural Language Processing*. Upsala, Sweden : University of Antwerp.
- SAURÍ R. (2008). *A Factuality Profiler for Eventualities in Text*. Ph.D. Thesis, Brandeis University, Waltham, MA, USA.
- SAURÍ R. & PUSTEJOVSKY J. (2012). Are You Sure That This Happened ? Assessing the Factuality Degree of Events in Text. *Computational Linguistics*, **38**(2), 261–299.
- SONI S., MITRA T., GILBERT E. & EISENSTEIN J. (2014). Modeling Factuality Judgments in Social Media Text. In *Proceedings of the 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, volume Volume 2 : Short Papers, p. 415–420, Baltimore, Maryland, USA.