

# Sémantique formelle et compositionnelle du langage naturel : quelques problèmes en ( $\lambda$ -)DRT

Pascal Amsili

TALaNa-LaTTICe, Université Paris 7  
2, pl. Jussieu, case 7003  
F-75251 Paris Cedex 05  
amsili@linguist.jussieu.fr

## Résumé

La DRT (Théorie des Représentations Discursives, [Kamp, 1981]) a émergé dans les années 80, dans la tradition de la sémantique Montagovienne (qui visait à munir les langues naturelle d'une sémantique tarskienne), mais elle s'est longtemps vu reprocher de ne pas être compositionnelle. La  $\lambda$ -DRT proposée par [Asher, 1993] a été élaborée pour répondre à cette objection, à condition toutefois que l'on la munisse d'un système de types qui permette en particulier de contrôler la  $\beta$ -réduction.

C'est cette  $\lambda$ -DRT typée que je présenterai dans cet exposé, en insistant sur les problèmes spécifiques posés par le français, et plus généralement par le traitement du temps et de l'aspect.

## Plan de l'exposé

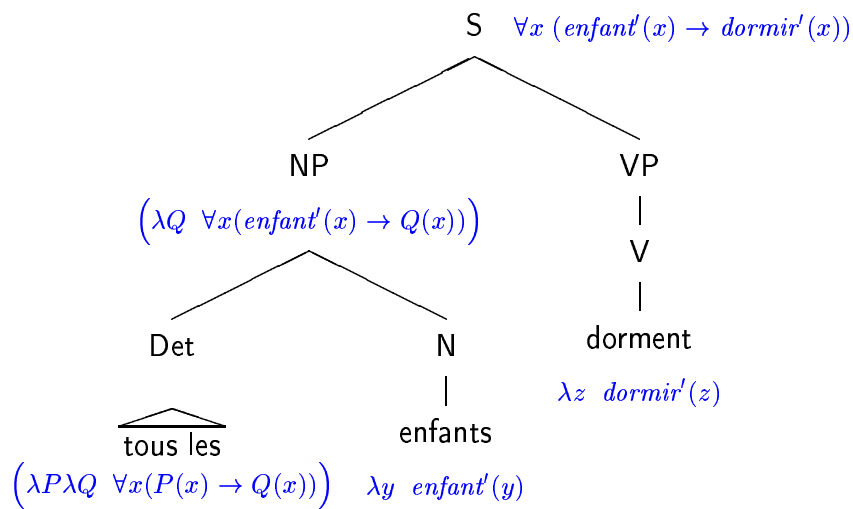
- I. **L'approche montagovienne**
- I. L'approche montagovienne
- II. La DRT
- III. La  $\lambda$ -DRT : principes
- IV. La  $\lambda$ -DRT : couverture linguistique
- V. Quelques problèmes

## English as a formal language

*La relation entre la syntaxe et la sémantique d'une langue naturelle est essentiellement de même nature que la relation entre syntaxe et sémantique dans un langage formel (e.g., logique du premier ordre).*

[Montague, 1970, Montague, 1973]

## Compositionnalité du sens (1)



## Compositionnalité du sens (2)

*La signification d'une expression complexe est une fonction des significations de ses parties et des règles (syntaxiques) au moyen desquelles elles sont combinées*

- Homomorphisme entre deux algèbres  
(e.g., concaténation vs. application fonctionnelle)
- Représentation (LPO ou logique intentionnelle) non nécessaire
- Sémantique tarskienne (*model-theoretic*)
- $\lambda$ -expressions pour représenter les « contributions sémantiques »

## Représentationalité

- Signification :

- Contenu véri-conditionnel
- Potentiel de Changement de Contexte (CCP)

[Heim, 1982, Kamp, 1981]

- (1) a. Un homme marche dans le parc. Il siffle.  
 b. Il est faux que personne ne marche dans le parc. # Il siffle.

$$\exists x (H(x) \wedge M(x)) \quad \Leftrightarrow \quad \neg \forall x (H(x) \rightarrow \neg M(x))$$

⇒ Nécessité d'une représentation intermédiaire

## Donkey sentences

- Problème de compositionnalité [Geach, 1962, § 72] :

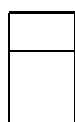
- (2) a. Tout fermier qui possède un âne le bat  
 b.  $\forall x \left( \text{fermier}(x) \wedge \exists y \left( \text{âne}(y) \wedge \text{poss}(x, y) \right) \rightarrow \text{bat}(x, y) \right)$   
 c.  $\forall x \forall y \left( \text{fermier}(x) \wedge \text{âne}(y) \wedge \text{poss}(x, y) \rightarrow \text{bat}(x, y) \right)$

Contribution de "un âne" :  $\forall y$  !

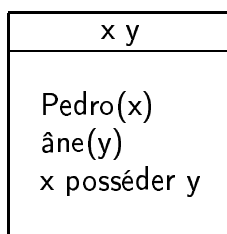
- (3) a. Si Pedro possède un âne, il est riche  
 b.  $\forall x \left( (\text{âne}(x) \wedge \text{possède}(\text{Pedro}, x)) \rightarrow \text{riche}(\text{Pedro}) \right)$   
 c.  $(\exists x (\text{âne}(x) \wedge \text{possède}(\text{Pedro}, x)) \rightarrow \text{riche}(\text{Pedro}))$

## DRT : la base

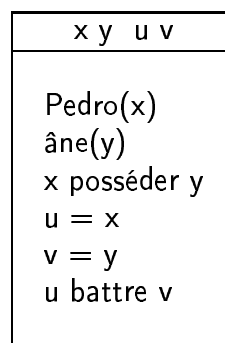
(4) Pedro possède un âne. Il le bat.



$K_0$



$K_1$



$K_2$

DRS :  $\langle U_K, C_K \rangle$

$U_K$  : Univers de discours  
(référents de discours)

$C_K$  : (DR-)conditions

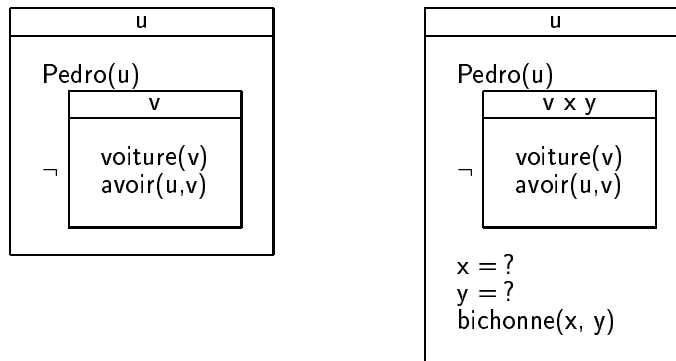
[Kamp, 1981, Kamp et Reyle, 1993]

## DRT : propriétés

- Sémantique tarskienne (enchâssement *embedding*) :  
DRS vues comme des modèles partiels
- Équivalence avec *FOL* (sauf *CCP*, bien sûr)
- Incrémentalité

### DRT : emboîtements (1)

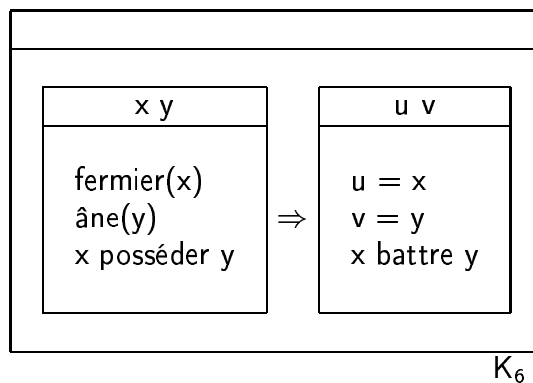
(5) Pédro n'a pas de voiture. # Il la bichonne.



→ Notion (structurelle) d'**accessibilité**

### DRT : emboîtements (2)

(6) Si un fermier possède un âne, il le bat.  
 = Tout fermier qui possède un âne le bat.  
 # Il le nourrit mal.



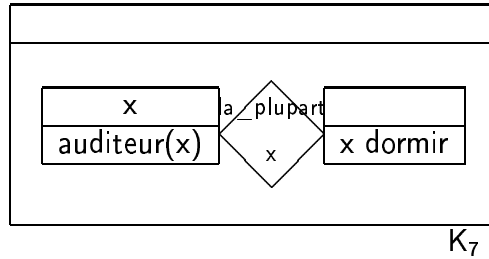
$K_6$

### Généralisation : quantificateurs généralisés

(7) a. La plupart des auditeurs dorment.

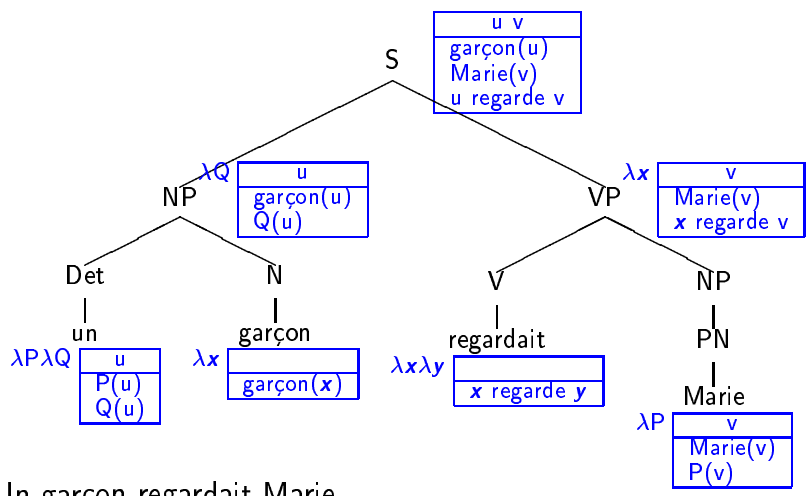
b. la plupart  $A B \stackrel{\text{def}}{=} |A \cap B| > |A \setminus B|$

condition duplex :



[Barwise et Cooper, 1981]

### $\lambda$ -DRT : exemple



Un garçon regardait Marie.

[Asher, 1993]

## $\lambda$ -DRT : « Algorithme »

- Phrase  $\Rightarrow$  arbre syntaxique
- Projection de  $\lambda$ -expressions sur les feuilles
- Composition **ascendante** par application fonctionnelle et  $\beta$ -réduction  
 $\Rightarrow$  DRS « incomplète »  $\pi_i$
- Plongement de  $\pi_i$  dans la DRS contexte<sup>a</sup> (*DRT*) ;  
 rattachement de  $\pi_i$  à une SDRS par une relation de discours (*SDRT*).

$\Rightarrow$  Interface syntaxe-sémantique  $\Leftarrow$

<sup>a</sup> *Justification* [Kamp, 2001, Kamp, 2002]

## $\lambda$ -DRS lexicales

voiture :  $\lambda x$ 

voiture(x)

 posséder :  $\lambda x \lambda y$ 

x posséder y

( $\lambda$ -)DRS prédicatives

un :  $\lambda P \lambda Q$ 

u
P(u)
Q(u)

 Marie :  $\lambda P$ 

v
Marie(v)
P(v)

( $\lambda$ -)DRS partielles

( $\lambda$ -)DRS hybrides



Cas simple

S

NP      VP

⏟      ⏟

Jean    meurt

- Option 1 :  $[[\text{Jean}]] = j$  ;  $[[\text{meurt}]] = \lambda x$ 

meurt(x)

VP(NP)
- Option 2 :  $j \rightsquigarrow \lambda P P(j)$  NP(VP)

Pas de constantes en DRT...

- Option 3 : Jean :  $\lambda P$ 

u
Jean(u)
P(u)

 meurt :  $\lambda x$ 

meurt(x)

NP(VP)

Problème technique : après deux  $\beta$ -réduction :

u
jean(u)
meurt(u)

Fusion de ( $\lambda$ -)DRS

Jean :  $\lambda P$ 

u
Jean(u)

 $\oplus P(u)$

meurt :  $\lambda x$ 

meurt(x)

$\lambda P$ 

u
Jean(u)

 $\oplus P(u)$   $\left( \lambda x$ 

meurt(x)

 $\right)$

$=_{\beta}$ 

u
Jean(u)

 $\oplus \lambda x$ 

meurt(x)

 (u)

$=_{\beta}$ 

u
Jean(u)

 $\oplus$ 

meurt(u)

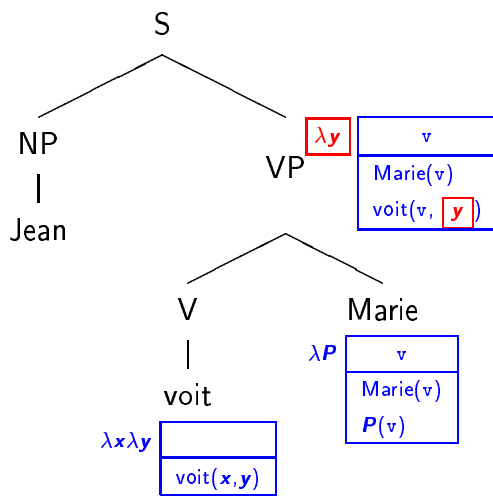
$=_{\beta}$ 

u
Jean(u)
meurt(u)

$\langle U_1, C_1 \rangle \oplus \langle U_2, C_2 \rangle = \langle U_1 \cup U_2, C_1 \cup C_2 \rangle$

[Blackburn et Bos, 1999, van Eijck et Kamp, 1996]

### Verbe transitif : ordre des arguments



• inversion directe :

voit :  $\lambda x \lambda y$ 

voit(y,x)

• inversion indirecte :

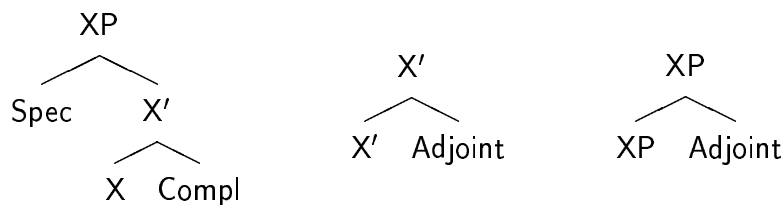
voit :  $\lambda P \lambda x P \lambda y$ 

voit(y,x)

Alors V(NP)...

### Input : X-bar

Schéma X'



**Principe** : chaque  $\lambda$ -expression est typée par la fonction syntaxique :  
 $\{X_m, X_f, X', XP, Spec, Compl, Adjoint\}$

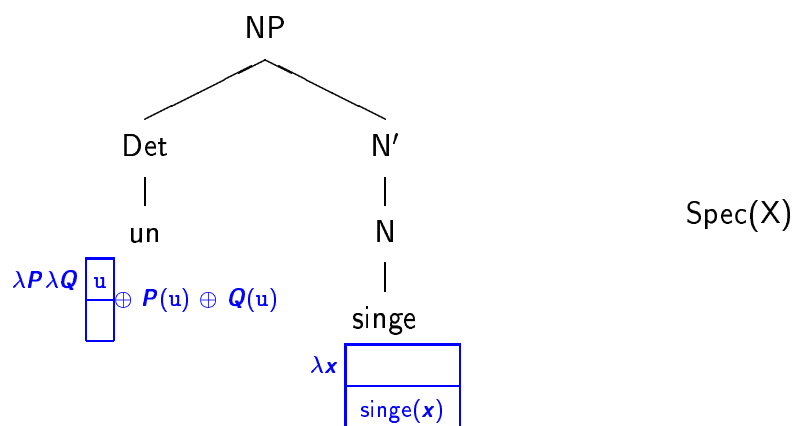
[Chomsky, 1981]

## $\lambda$ -DRS typées par la fonction syntaxique (2)

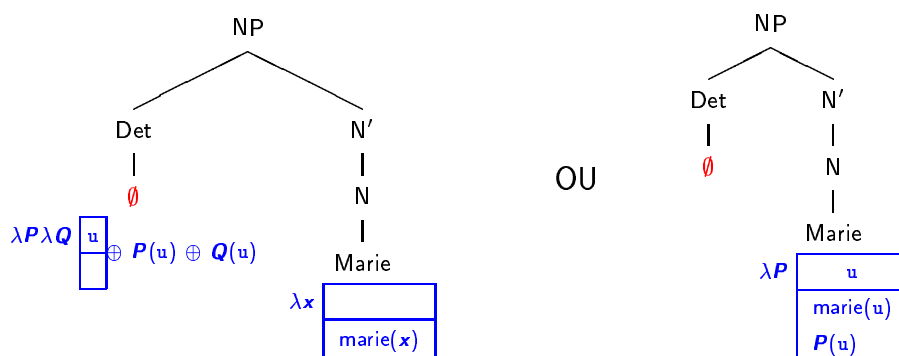
Type 1	Type 2	Composition	Type résultat
$X_f$	Compl	$X(\text{Compl})$	$X'$
$X_m$	Compl	$\text{Compl}(X)$	$X'$
Spec	$X'$	$\text{Spec}(X)$	XP
XP	Adjoint	$\text{prom}(\text{Adj})(XP)$	XP

[Amsili et Hathout, 1998]

## Groupe nominal (1)



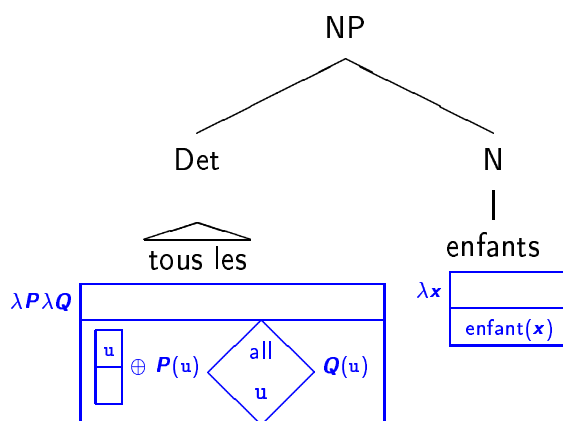
### Groupe nominal (2)



• Statut du nom propre (SN ou Nom sans déterminant) ?

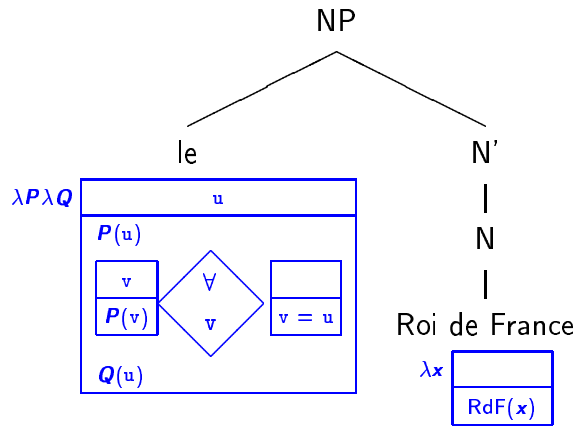
- (8) a. La Marie ...
- b. Un (certain) Jean dont tu m'as parlé ...
- c. Les Vosges ...

### Déterminants : quantificateurs généralisés

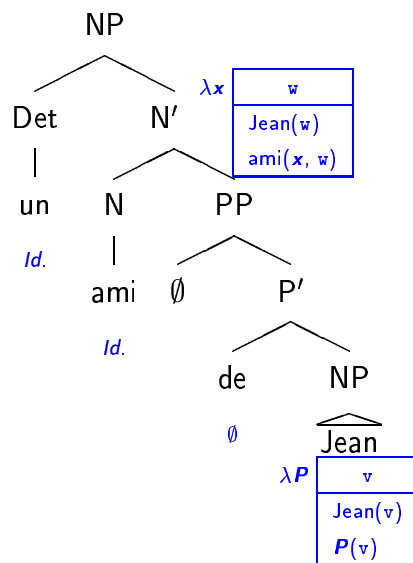


## Déterminants : articles présuppositionnels

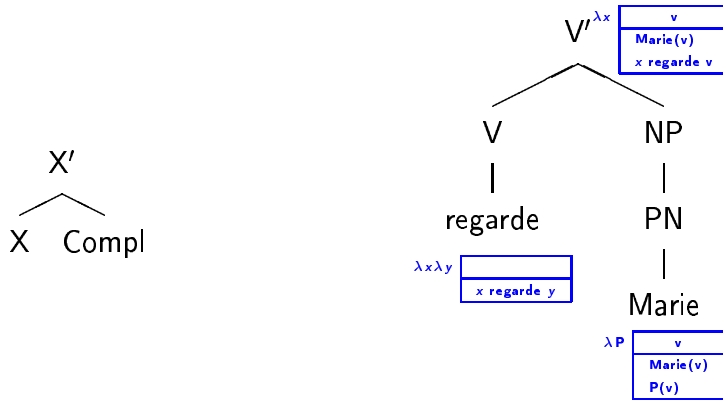
Version (simplifiée) « à la Russell »



## Complément de nom sous-catégorisé



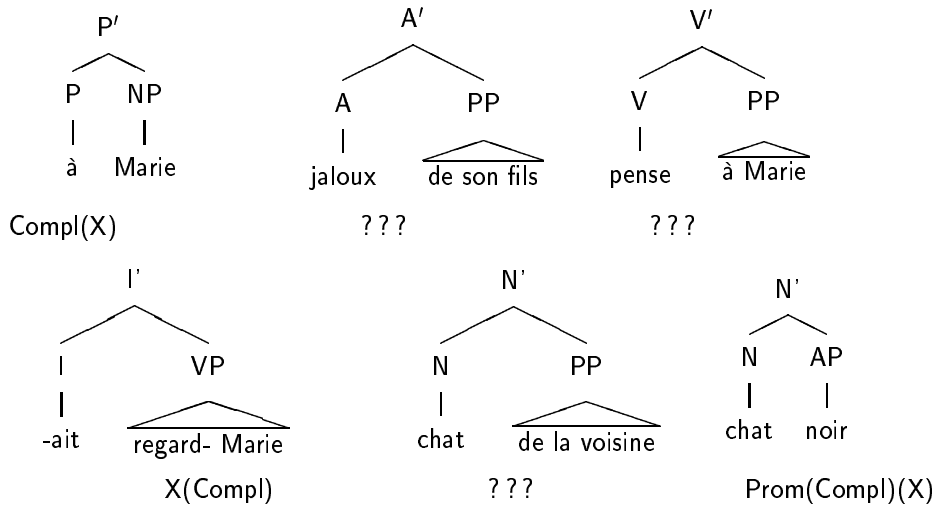
## Fonctions syntaxiques – Niveau X' (1)



Ordre d'application : Compl(X)

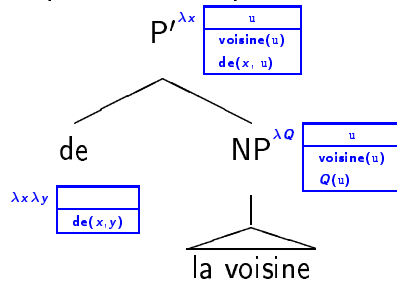
## Fonctions syntaxiques – Niveau X' (2)

### Les autres cas



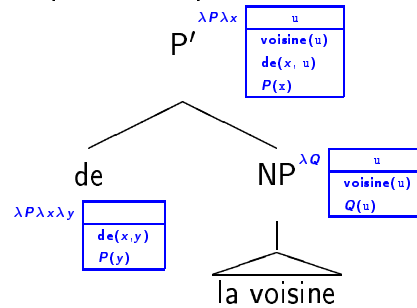
## Fonctions syntaxiques – Niveau $X'$ : P

Ce qui ne marche pas



- Plus de PDRS-variable à saturer

Ce qui marche peut-être

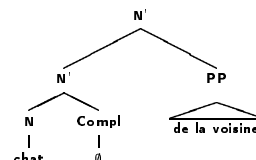


- « Type raising »
- Ordre d'application :  $\text{Compl}(X)$

## Fonctions syntaxiques – Niveau $X'$ : P (2)

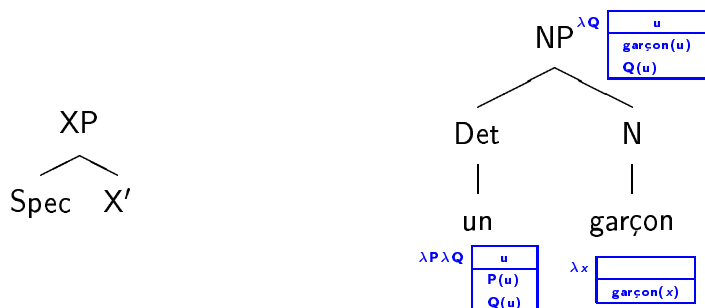
Solutions (très) provisoires...

- $V'$  /  $I'$  dans des sens différents : on distingue  $X_m$  de  $X_f$ . Niveau de généralité ?
- Cas des compléments non obligatoires : on fait une analyse en terme d'adjoints, et on fait la promotion de l'adjoint.



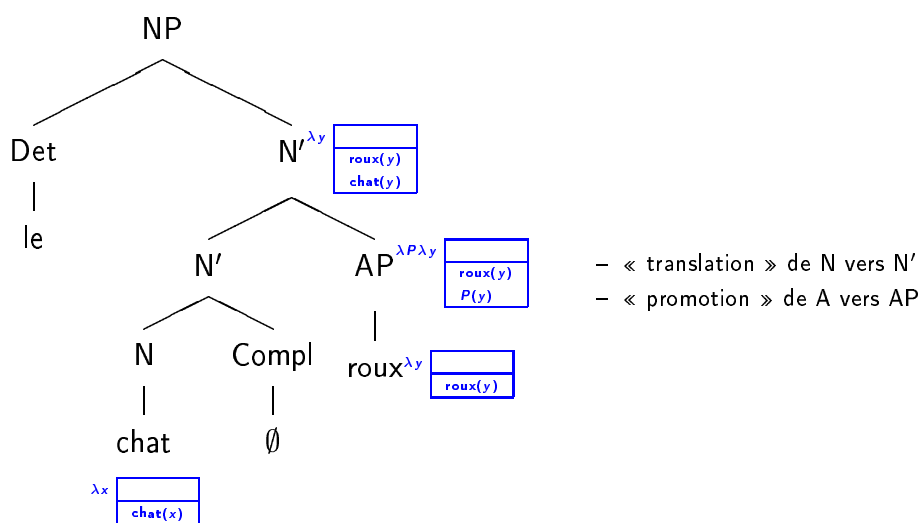
- Cas des "vrais" arguments : le problème vient de la différence entre NP et PP. On supprime cette différence en faisant produire aux PP une  $\lambda$ -DRS hybride.

## Fonctions syntaxiques – Niveau XP



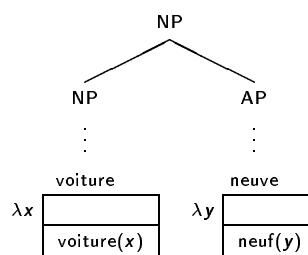
Ordre d'application : Spec(X')

## Fonctions syntaxiques – Niveau Adjoint





### « Promotion » de l'adjoint



$$\text{promotion} \left( \lambda y \begin{array}{|c|} \hline \phantom{neuf(y)} \\ \hline \text{neuf}(y) \\ \hline \end{array} \right) = \lambda P \lambda y \begin{array}{|c|} \hline \phantom{neuf(y)} \\ \hline P(y) \\ \hline \text{neuf}(y) \\ \hline \end{array}$$

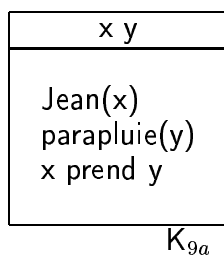
$$\lambda P \lambda y \begin{array}{|c|} \hline \phantom{neuf(y)} \\ \hline P(y) \\ \hline \text{neuf}(y) \\ \hline \end{array} \left( \lambda x \begin{array}{|c|} \hline \phantom{voiture(x)} \\ \hline \text{voiture}(x) \\ \hline \end{array} \right) = \lambda y \begin{array}{|c|} \hline \phantom{neuf(y)} \\ \hline \text{voiture}(y) \\ \hline \text{neuf}(y) \\ \hline \end{array}$$

### DRT « temporalisée » (1)

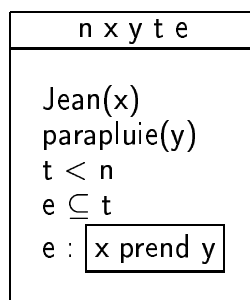
- + 3 référents de discours + 2 conditions

(9) a. Jean prit son parapluie.

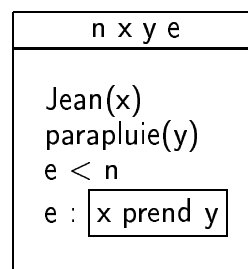
b.



$K_{9a}$



$K_{9a}^t$



$L_{9a}^t$

## DRT « temporalisée » (2)

- Point de perspective et résolution

(10) a. (Marie sonna.) Jean s'était rasé le matin-même.

b.

n x t e o
Jean(x) le_matin_même(t) $t < o$ ( $o < n$ ) e : <span style="border: 1px solid black; padding: 1px;">x se_rase</span> $e \subseteq t$

n x y e <sub>1</sub> t <sub>1</sub> e <sub>2</sub> t <sub>2</sub>
Marie(x) $t_1 < n$ $e_1 \subseteq t_1$ e <sub>1</sub> : <span style="border: 1px solid black; padding: 1px;">x sonne</span>  Jean(y) le_matin(t <sub>2</sub> ) $t_2 < e_1$ $e_2 \subseteq t_2$ e <sub>2</sub> : <span style="border: 1px solid black; padding: 1px;">y se_rase</span>

## DRT « temporalisée » (3)

- Point de référence.

(11) Marcel regarda par la fenêtre (e<sub>1</sub>). Ayant vérifié que la météo ne s'était pas trompée, il prit son parapluie (e<sub>2</sub>), enfila son imperméable (e<sub>3</sub>) et sortit en maugréant (e<sub>4</sub>).

- $e_1 < e_2 < e_3 < e_4$
- Fonctionnement anaphorique des temps verbaux
- Notion de point de référence [Reichenbach, 1947]

## DRT « temporalisée » (4)

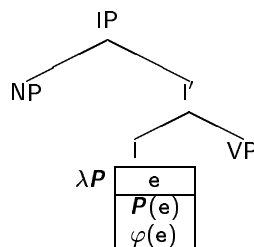
- « *Flash-back étendu* »

(12) Paul arriva à huit heures ( $e_1$ ). Il s'était levé tôt ( $e_2$ ); il avait pris un douche rapide ( $e_3$ ), avait arrosé ses plantes, et avait réussi à attraper un bus 26 plein de lycéens.

$x_1$	$e_1$	$x_2$	$e_2$	$x_3$	$e_3$
Paul( $x_1$ )					
huit_heures( $t_1$ )					
$e_1 < n$					
$e_1$ : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">x<sub>1</sub> arrive</span>					
$x_1 = x_2$					
tôt( $t_2$ )					
$e_2 < e_1$ <span style="float: right;">P</span>					
$e_2$ : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">x<sub>2</sub> se_lève</span>					
$x_3 = x_2$					
$e_2 < e_3$ <span style="float: right;">R</span>					
$e_3 < e_1$ <span style="float: right;">P</span>					
$e_3$ : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">x<sub>3</sub> prend_une_douche</span>					

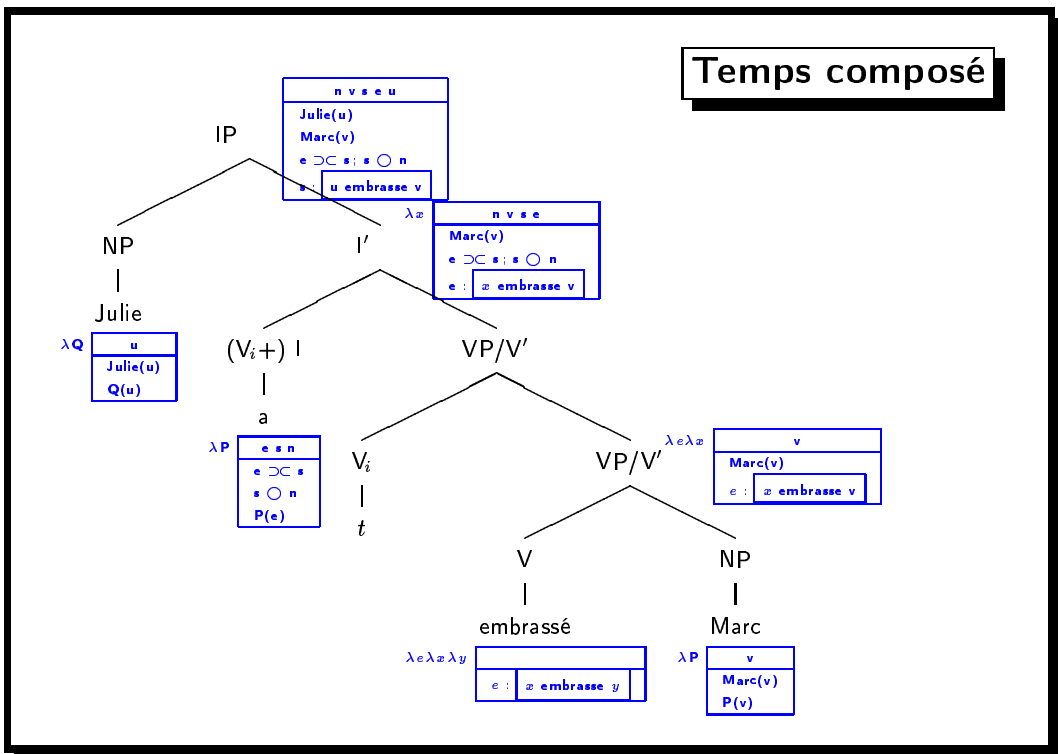
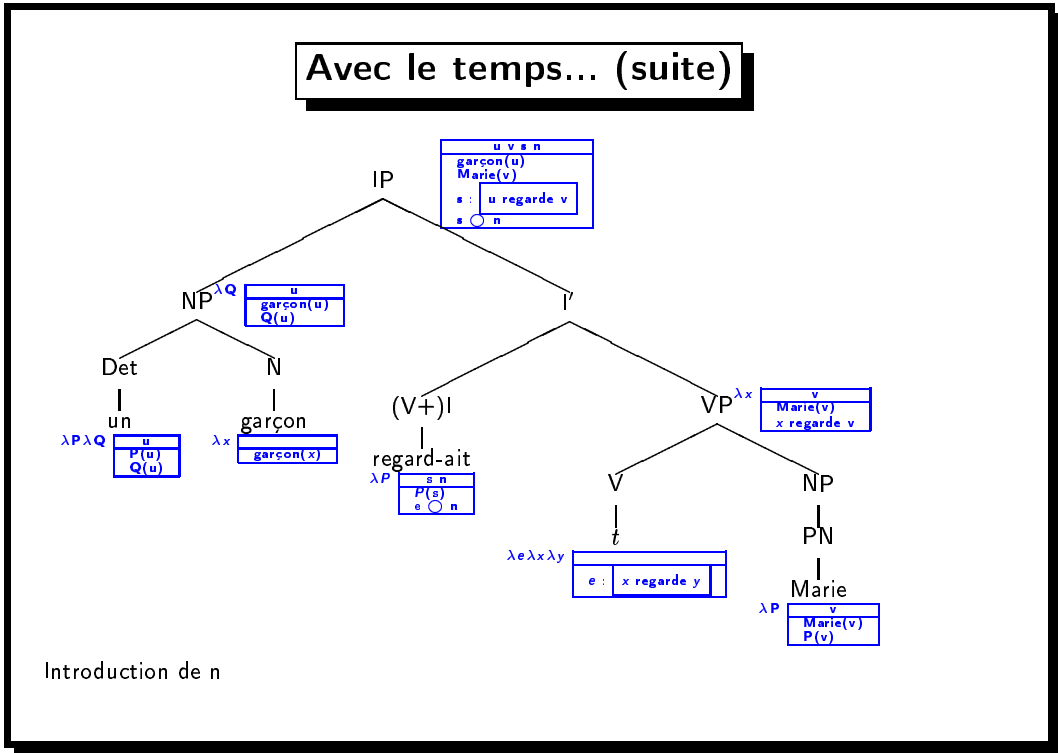
## Avec le temps...

Hypothèse classique en X-bar



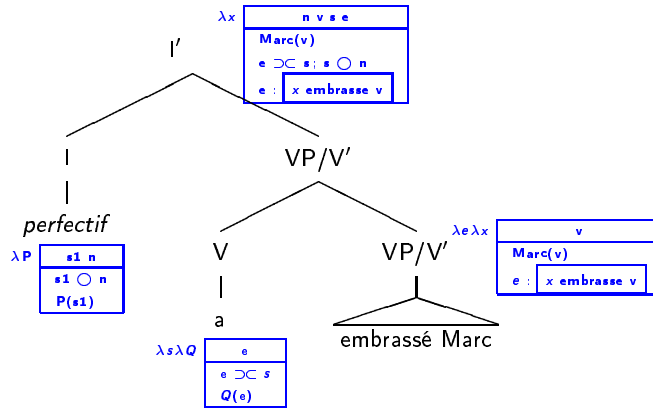
$\varphi(e)$  : (DR-)conditions temporelles et aspectuelles

N.B. : Ordre de composition : I(VP), *i.e.* X(Compl)



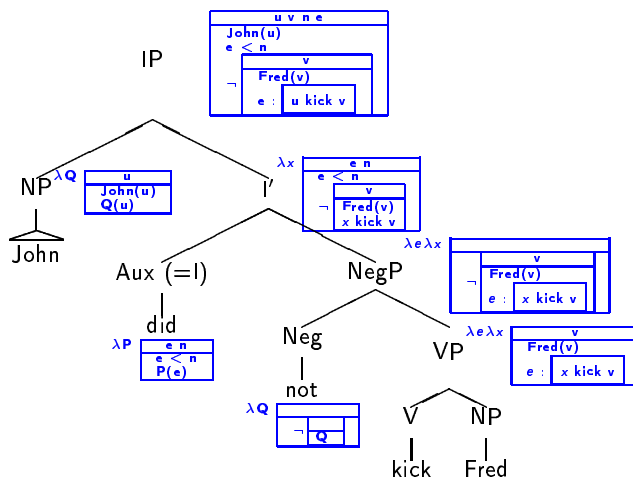
## Temps composé

- 2 référents de discours introduits au niveau I
  - pas de  $\lambda$ -expression associée à la trace  $t$
- Variante :



Ordres d'application conservés  $X_f(\text{Compl})$ ;  $\text{Compl}(X_m)$

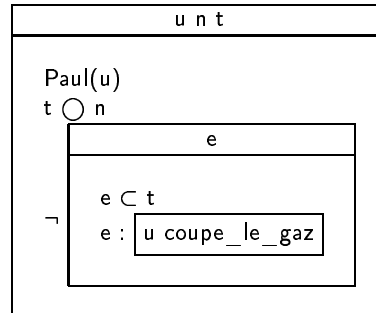
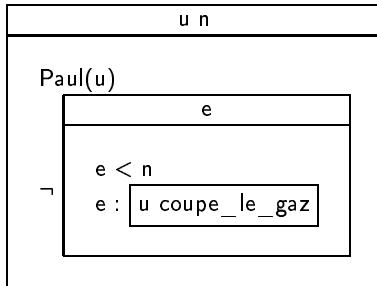
## Temps/négation en DRT : ça se complique



## Temps/négation en DRT : ça se complique (2)

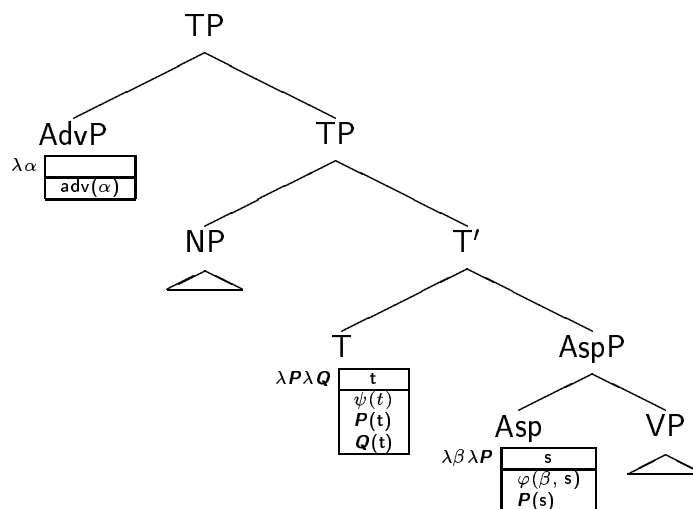
(13) Paul n'a pas coupé le gaz

Cf. [Partee, 1973]

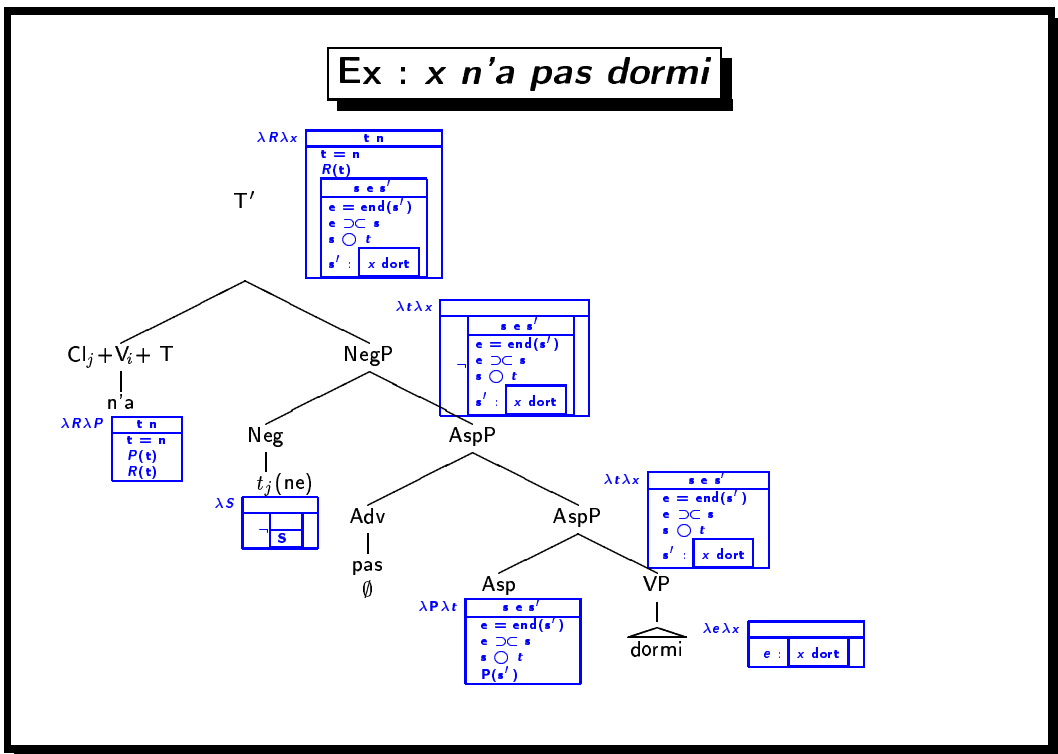
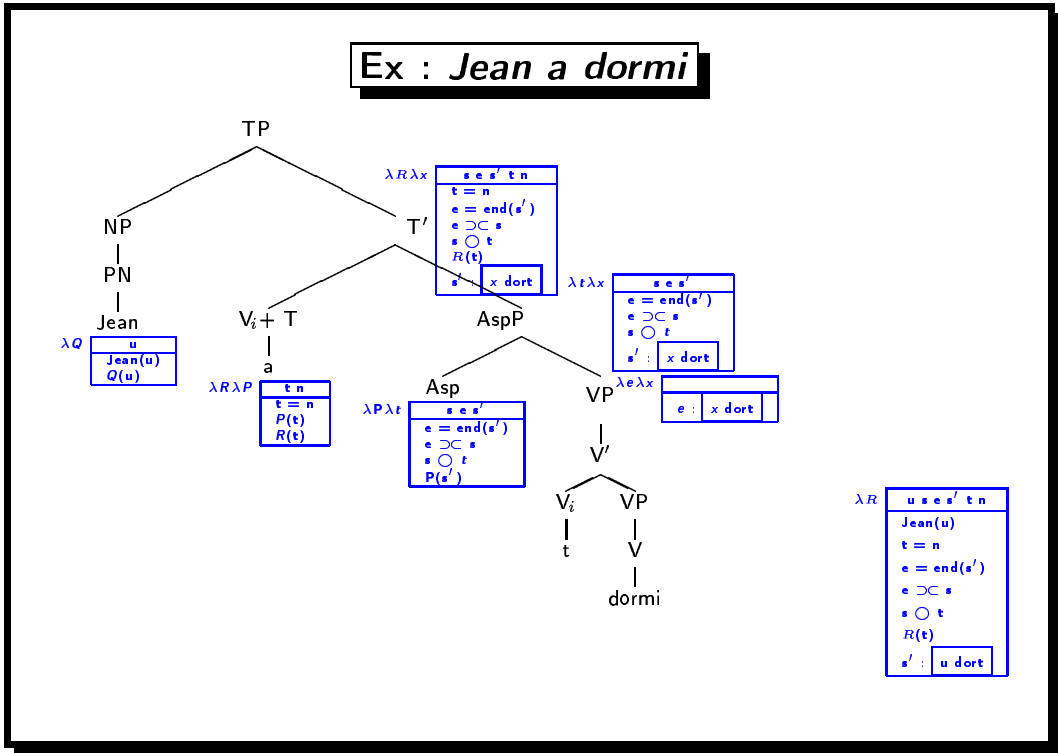


Autre argument : adverbiaux temporels

## Temps/négation en DRT : Proposition



[Amsili et Hathout, 1996, Amsili et Le Draoulec, 1998]



## Le cas de *seul*

(14) Seul un étranger était présent

⟨ présumé : *un étranger était présent* |

posé : *personne d'autre n'était présent* ⟩

⟨ $\exists x (E(x) \wedge P(x)) \mid \forall y ((E(y) \wedge P(y)) \rightarrow y = x)$ ⟩

Représentation bi-partite de la présupposition :

[van der Sandt, 1992, Krifka, 1993, Asher et Lascarides, 1998, Kamp, 2001]

T-DRS : cf. [Amsili *et al.*, 2002]

## Conclusion & Perspectives

- Sémantique computationnelle
- Interface syntaxe-sémantique
  
- Problème de l'*input* (théorie syntaxique)
- Bricolage ou avancée syntaxe-sémantique ?
  
- Projet : augmentation de la couverture
  - en largeur
  - en profondeur



## Références

- [Amsili *et al.*, 2002] Pascal Amsili, Céline Raynal, et Laurent Roussarie. Stop presupposing the computation of presupposition : the case of the french adjective *seul*. In Agnes Bende-Farkas et D. Riester, éditeurs, *Proceedings of the Workshop on Information Structure in Context*, Stuttgart, nov 2002.
- [Amsili et Hathout, 1996] Pascal Amsili et Nabil Hathout. Computational semantics of time/negation interaction. In *Proc. of COLING 96 (Int. Conf. on Computational Linguistics)*, København, Août 1996.
- [Amsili et Hathout, 1998] Pascal Amsili et Nabil Hathout. Systèmes de types pour la ( $\lambda$ -)DRT ascendante. In *Actes de TALN98*, Paris, 1998.
- [Amsili et Le Draoulec, 1998] Pascal Amsili et Anne Le Draoulec. An account of negated sentences in the DRT framework. In Jonathan Ginzburg, Zurab Khasidashvili, Carl Vogel, Jean-François Levy, et Enric Vallduví, éditeurs, *The Tbilisi Symposium on Language, Logic and Computation : selected papers*, CSLI Lecture Notes. Cambridge University Press, 1998.
- [Asher et Lascarides, 1998] Nicholas Asher et Alex Lascarides. The semantics and pragmatics of presupposition. *Journal of Semantics*, 15 :239–299, 1998.
- [Asher, 1993] Nicholas Asher. *Reference to Abstract Objects in Discourse*. Kluwer Academic Publisher, 1993.
- [Barwise et Cooper, 1981] Jon Barwise et Robin Cooper. Generalized quantifiers and natural language. *Linguistics and Philosophy*, 4(2) :159–219, 1981.
- [Blackburn et Bos, 1999] Patrick Blackburn et Johan Bos. Representation and inference for natural language. Vol II. Working with Discourse Representation Structures. [www.comsem.org](http://www.comsem.org), 1999.
- [Chomsky, 1981] Noam Chomsky. *Lectures on Government and Binding*, volume 9 of *Studies in Generative Grammar*. Foris, Dordrecht, 1981.
- [Dowty *et al.*, 1981] David R. Dowty, Robert E. Wall, et Stanley Peters. *Introduction to Montague Semantics*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1981.
- [Geach, 1962] Peter Thomas Geach. *Reference and Generality. An examination of Medieval and Modern Theories*. Cornell University Press, 1962. 3e édition refondue, 1980.
- [Groenendijk *et al.*, 1984] Jeroen Groenendijk, Theo Janssen, et Martin Stokhof, éditeurs. *Truth, Interpretation and Information*. Foris, Dordrecht, 1984.
- [Heim, 1982] Irene Heim. *The Semantics of Indefinite and Definite Noun Phrases*. Ph.d. dissertation, University of Massachusetts, Amherst, 1982.
- [Kamp et Reyle, 1993] Hans Kamp et Uwe Reyle. *From discourse to logic*. Kluwer Academic Publisher, 1993.
- [Kamp, 1981] Hans Kamp. A theory of truth and semantics representation. In Jeroen A. G. Groenendijk, Theo M. V. Jansen, et Martin B. J. Stokhof, éditeurs, *Formal Methods in the Study of Language*, pages 277–322. Mathematical Centre Tract 135, Amsterdam, 1981. reprinted in [Groenendijk *et al.*, 1984, , pp. 1–41].
- [Kamp, 2001] Hans Kamp. Presupposition computation and presupposition justification : One aspect of the interpretation of multi-sentence discourse. In Myriam Bras et Laure Vieu, éditeurs, *Semantics and Pragmatics of Discourse and Dialogue : Experimenting with current theories*. Elsevier, 2001.
- [Kamp, 2002] Hans Kamp. The importance of presupposition. In Christian Rohrer, Antje Roßdeutscher, et Hans Kamp, éditeurs, *Linguistic Form and Its Computation*. CSLI, 2002.
- [Krifka, 1993] Manfred Krifka. Focus and presupposition in dynamic interpretation. *Journal of Semantics*, 10, 1993.
- [Montague, 1970] Richard Montague. English as a formal language. In B. Visentini *et al.*, éditeurs, *Linguaggi nella Società e nella Tecnica*, pages 189–224. Edizioni di Comunità, Milano, 1970. Ré-imprimé dans [Thomason, 1974].
- [Montague, 1973] Richard Montague. The proper treatment of quantification in ordinary english. In Hintikka J., Julius Moravcsik, et P. Suppes, éditeurs, *Approaches to Natural Language : proceedings of the 1970 Stanford workshop on Grammar and Semantics*. Reidel, Dordrecht, 1973. Ré-imprimé dans [Thomason, 1974].
- [Partee, 1973] Barbara Partee. Some structural analogies between tenses and pronouns in english. *Journal of Philosophy*, 70 :601–609, 1973.
- [Reichenbach, 1947] Hans Reichenbach. *Elements of symbolic logic*. McMillan, New York, 1947.
- [Thomason, 1974] R. H. Thomason, éditeur. *Formal Philosophy : selected papers of Richard Montague*. Yale University Press, New Haven, 1974.
- [van der Sandt, 1992] Rob A. van der Sandt. Presupposition projection as anaphora resolution. *Journal of Semantics*, 9(4) :333–378, 1992.
- [van Eijck et Kamp, 1996] Jan van Eijck et Hans Kamp. Representing discourse in context. In Johan van Benthem et Alice ter Meulen, éditeurs, *Handbook of Logic and Linguistics*. Elsevier, 1996.