

# Modélisation sémantique de la langue, une mise en pratique

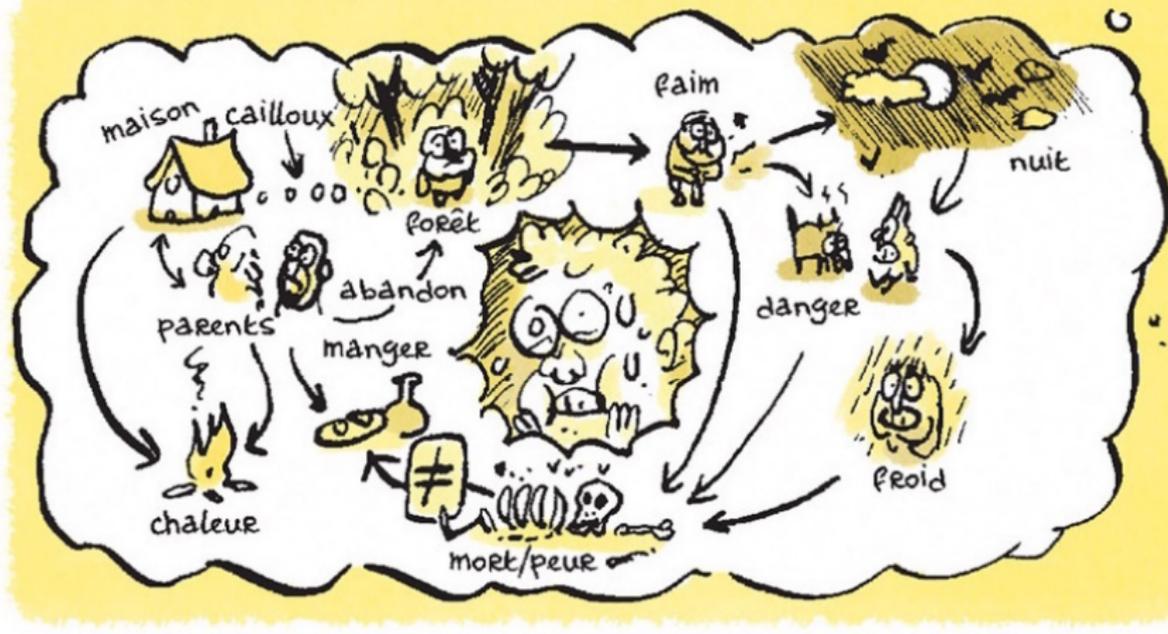
---

Maxime Amblard

28 février 2017



L'ENFANT COMPRENDRA IMMÉDIATEMENT LES ENJEUX DU CONTE :  
L'UTILITÉ DES CAILLOUX, LES DANGERS DE LA FORÊT ET DE L'ABANDON.



MAINTENANT, RACONTEZ LA MÊME HISTOIRE À UN ROBOT...

LES PARENTS DU PETIT  
POUCET L'ABANDONNENT  
DANS LA FORÊT... ALORS,  
IL SÈME DES CAILLOUX  
POUR RETROUVER  
SON CHEMIN...

BIEN  
...

UNE  
FORÊT...

UN CAILLOU,  
JE VOIS...



MAIS POURQUOI DES  
CAILLOUX ? POUR QUOI  
FAIRE ?

CAILLOUX

SILEX

MINÉRAL ?

POUCET ?

?

BLANC

CHAMPIGNON ?

POCHE ?

PARENTS

PERTE ?

ARBRE

FORÊT ?



TUUUUU

ARG



a problem has been detected and windows has been  
shut down to prevent damage to your computer.

Introduction

Modélisation sémantique

Discours et interprétation

Perspectives de recherche

## Introduction

---

- Phonologie, morphologie, syntaxe, sémantique, pragmatique

- Phonologie, morphologie, syntaxe, **sémantique**, pragmatique

- Phonologie, morphologie, syntaxe, **sémantique**, pragmatique

LANGAGE



MONDE

- Phonologie, morphologie, syntaxe, **sémantique**, pragmatique

LANGAGE ←————→ MONDE

- Lexicale / Distributionnelle / Logique
  - identifier le sens d'un mot (ou d'une entité)
  - représenter le sens des énoncés
  - interpréter les énoncés

- Phonologie, morphologie, syntaxe, **sémantique**, pragmatique

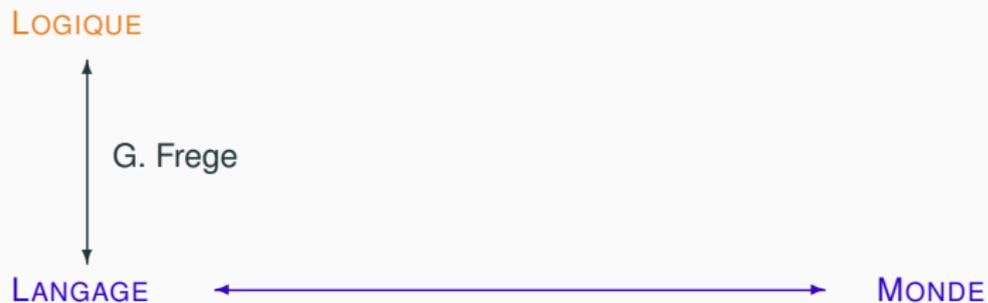


- Lexicale / Distributionnelle / **Logique**
  - identifier le sens d'un mot (ou d'une entité)
  - **représenter le sens des énoncés**
  - interpréter les énoncés

LANGAGE



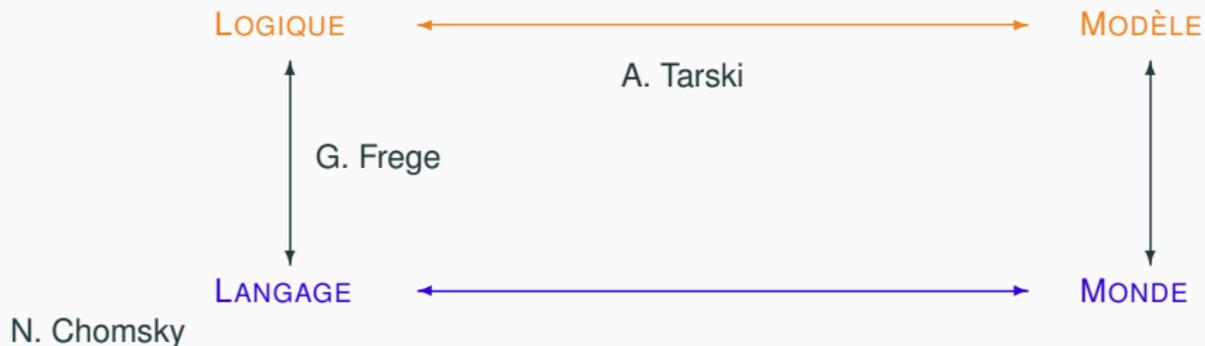
MONDE



Principe de compositionnalité



Principe de compositionnalité  
Satisfiabilité



Principe de compositionnalité  
Satisfiabilité  
Linguistique computationnelle

# Calcul sémantique



Principe de compositionnalité  
Satisfiabilité  
Linguistique computationnelle  
Sémantique computationnelle

# Comment construire une représentation sémantique ?

La solution de (VAN BENTHEM 1995)

# Comment construire une représentation sémantique ?

La solution de (VAN BENTHEM 1995)

1. analyse syntaxique
2. isomorphisme de Curry-Howard (HOWARD 1980)
3.  $\lambda$ -calcul

# Comment construire une représentation sémantique ?

La solution de (VAN BENTHEM 1995)

1. analyse syntaxique
2. isomorphisme de Curry-Howard (HOWARD 1980)
3.  $\lambda$ -calcul

(1) John loves Mary

## Comment construire une représentation sémantique ?

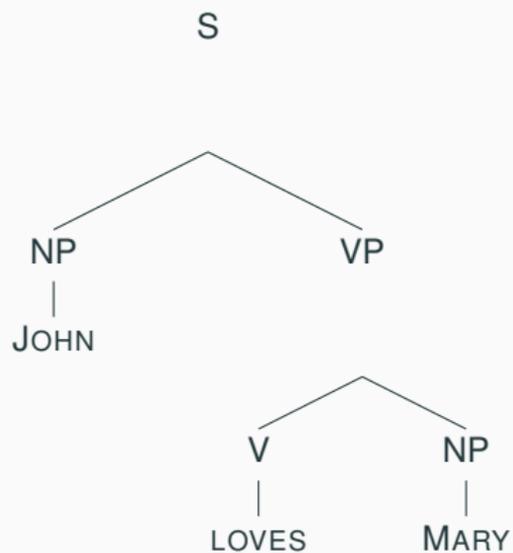
La solution de (VAN BENTHEM 1995)

1. analyse syntaxique
2. isomorphisme de Curry-Howard (HOWARD 1980)
3.  $\lambda$ -calcul

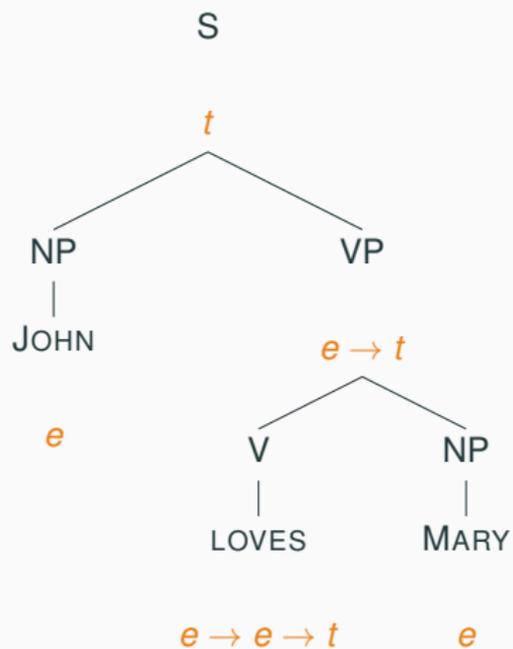
(1) John loves Mary

$\llbracket \text{John} \rrbracket$	$J$	$e$
$\llbracket \text{Mary} \rrbracket$	$M$	$e$
$\llbracket \text{loves} \rrbracket$	$\lambda y \lambda x. \text{love}(x, y)$	$e \rightarrow e \rightarrow t$

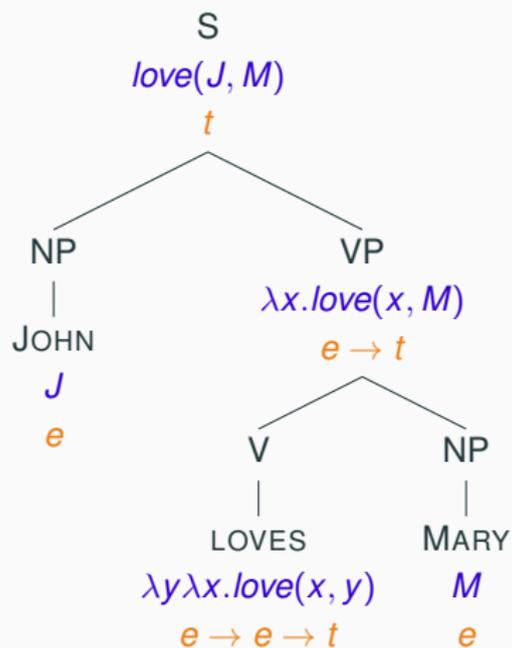
## Un exemple



## Un exemple



## Un exemple



(2) Si un fermier possède un âne, il le bat

(2) Si un fermier possède un âne, il le bat

⇒ donkey sentences (interprétation dynamique d'un quantificateur)

$$\exists x(\exists y.(\text{farmer } x \wedge \text{donkey } y \wedge \text{own } x y) \rightarrow \text{beat } x y)$$

(2) Si un fermier possède un âne, il le bat

⇒ donkey sentences (interprétation dynamique d'un quantificateur)

$$\exists x(\exists y.(\text{farmer } x \wedge \text{donkey } y \wedge \text{own } x y) \rightarrow \text{beat } x y)$$

(3) Un candidat a été désigné par la primaire.  
Il a dû promettre des postes ministériels.

(2) Si un fermier possède un âne, il le bat

⇒ donkey sentences (interprétation dynamique d'un quantificateur)

$$\exists x(\exists y.(\text{farmer } x \wedge \text{donkey } y \wedge \text{own } x y) \rightarrow \text{beat } x y)$$

(3) Un candidat a été désigné par la primaire.  
Il a dû promettre des postes ministériels.

⇒ l'indéfini introduit un référent de discours

$$\exists x. \text{candidate}(x)$$

(2) Si un fermier possède un âne, il le bat

⇒ donkey sentences (interprétation dynamique d'un quantificateur)

$$\exists x(\exists y.(\text{farmer } x \wedge \text{donkey } y \wedge \text{own } x y) \rightarrow \text{beat } x y)$$

(3) Un candidat a été désigné par la primaire.

Il a dû promettre des postes ministériels.

⇒ l'indéfini introduit un référent de discours

$$\exists x. \text{candidate}(x)$$

⇒ nécessaire pour la résolution d'anaphore

- **Context Change Potential (CCP)** (HEIM 1983)  
Interprétation en **fonction du contexte** qui est **modifié par l'interprétation**
- **Discourse Representation Theory (DRT)** (KAMP 1981)  
**File Change Semantics (FCS)** (HEIM 1982)  
**niveaux intermédiaires entre représentation et valeurs de vérité**
- **Dynamic Predicate Logic (DPL)** (GROENENDIJK et STOKHOF 1991)



Old mathematicians never die; they just lose some of their functions.

Old mathematicians never die; they just lose some of their functions.



15/0726



metadata raw tokens sentences discourse 7 bits of wisdom

Show:  pointers

	x1	s1	e1	t1	t2	s2		x1	x2	x1	x3	e2	t1	t3	s3
k1 ::	Theme(s1, x1)						k2 ::	thing(x1)							
	old(s1)							thing(x2)							
	mathematician(x1)							thing(x1)							
	die(e1)							of(x3, x1)							
	Patient(e1, x1)							function(x3)							
	now(t1)							of(x2, x3)							
	e1 $\subseteq$ t2							lose(e2)							
	t2 = t1							Agent(e2, x1)							
	Manner(e1, s2)							Theme(e2, x2)							
	never(s2)							now(t1)							
								e2 $\subseteq$ t3							
								t3 = t1							
								Manner(e2, s3)							
								just(s3)							
continuation(k1, k2)															
parallel(k1, k2)															

- Type Theoretic Dynamic Logic (TTDL) (DE GROOTE 2006) :  
cadre montagovien, dynamique et avec continuation dans le  $\lambda$ -calcul

- **Type Theoretic Dynamic Logic (TTDL)** (DE GROOTE 2006) :  
cadre montagovien, dynamique et avec continuation dans le  $\lambda$ -calcul
- Types primitifs
  - $e$  : individu / entité
  - $t$  : proposition / valeur de vérité
  - $\gamma$  : contexte gauche

- Type Theoretic Dynamic Logic (TTDL) (DE GROOTE 2006) :  
cadre montagovien, dynamique et avec continuation dans le  $\lambda$ -calcul
- Types primitifs
  - $e$  : individu / entité
  - $t$  : proposition / valeur de vérité
  - $\gamma$  : contexte gauche

$$\llbracket s \rrbracket = t$$

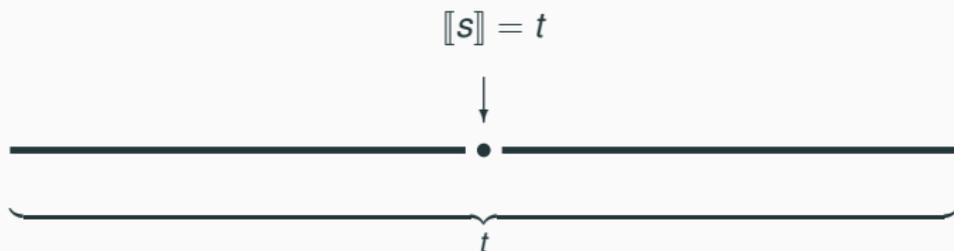
- Type Theoretic Dynamic Logic (TTDL) (DE GROOTE 2006) :  
cadre montagovien, dynamique et avec continuation dans le  $\lambda$ -calcul
- Types primitifs
  - $e$  : individu / entité
  - $t$  : proposition / valeur de vérité
  - $\gamma$  : contexte gauche

$$\llbracket s \rrbracket = t$$



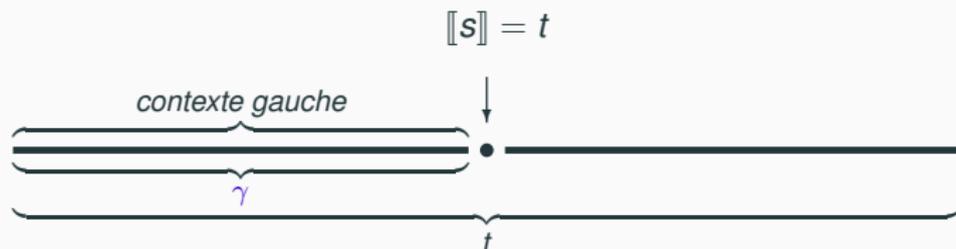
# Type Theoretic Dynamic Logic

- Type Theoretic Dynamic Logic (TTDL) (DE GROOTE 2006) :  
cadre montagovien, dynamique et avec continuation dans le  $\lambda$ -calcul
- Types primitifs
  - $e$  : individu / entité
  - $t$  : proposition / valeur de vérité
  - $\gamma$  : contexte gauche



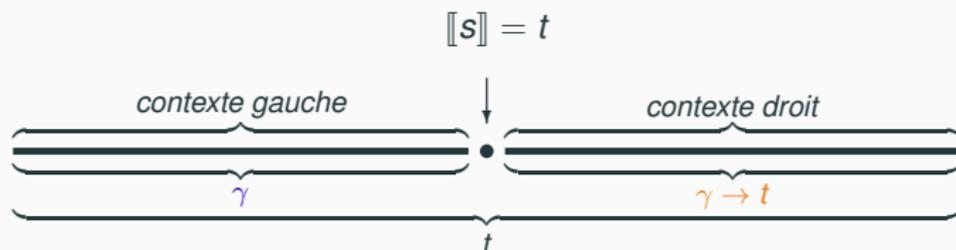
# Type Theoretic Dynamic Logic

- Type Theoretic Dynamic Logic (TTDL) (DE GROOTE 2006) :  
cadre montagovien, dynamique et avec continuation dans le  $\lambda$ -calcul
- Types primitifs
  - $e$  : individu / entité
  - $t$  : proposition / valeur de vérité
  - $\gamma$  : contexte gauche



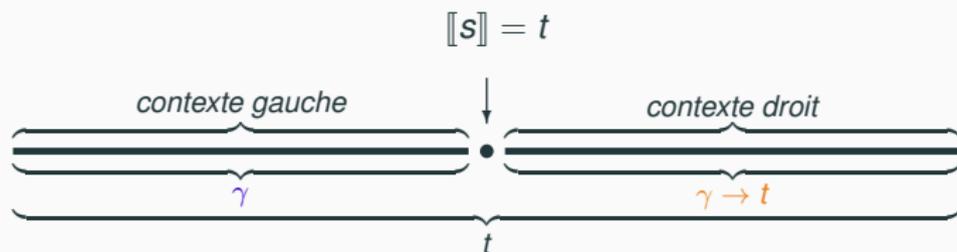
# Type Theoretic Dynamic Logic

- Type Theoretic Dynamic Logic (TTDL) (DE GROOTE 2006) :  
cadre montagovien, dynamique et avec continuation dans le  $\lambda$ -calcul
- Types primitifs
  - $e$  : individu / entité
  - $t$  : proposition / valeur de vérité
  - $\gamma$  : contexte gauche



# Type Theoretic Dynamic Logic

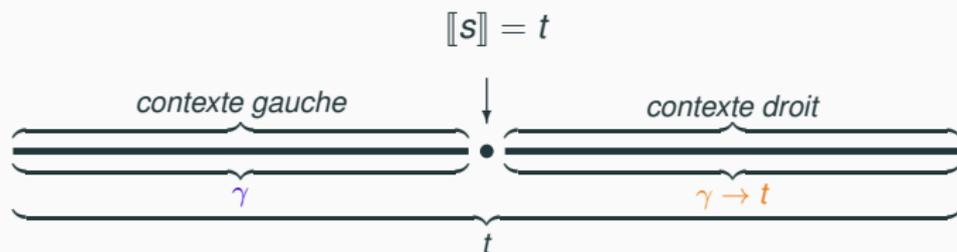
- Type Theoretic Dynamic Logic (TTDL) (DE GROOTE 2006) :  
cadre montagovien, dynamique et avec continuation dans le  $\lambda$ -calcul
- Types primitifs
  - $e$  : individu / entité
  - $t$  : proposition / valeur de vérité
  - $\gamma$  : contexte gauche



$$\llbracket s \rrbracket = \gamma \rightarrow (\gamma \rightarrow t) \rightarrow t$$

# Type Theoretic Dynamic Logic

- Type Theoretic Dynamic Logic (TTDL) (DE GROOTE 2006) :  
cadre montagovien, dynamique et avec continuation dans le  $\lambda$ -calcul
- Types primitifs
  - $e$  : individu / entité
  - $t$  : proposition / valeur de vérité
  - $\gamma$  : contexte gauche



$$[[s]] = \gamma \rightarrow (\gamma \rightarrow t) \rightarrow t$$

$$\lambda e \phi. \exists x. \mathbf{candidate}(x) \wedge \phi(x :: e)$$

## Modélisation sémantique

---

( ?? ) Il n'est pas vrai que Jean n'a pas de voiture. Elle est rouge.



( ?? ) Il n'est pas vrai que Jean n'a pas de voiture. Elle est rouge.

$$\begin{aligned} & \overline{\overline{\overline{\overline{(\neg(\overline{(\overline{(\overline{have})}(\overline{[a]}\overline{[car]})}\overline{[Jean]})})}}}})} \\ & \rightarrow_{\beta} \langle \lambda e\phi.(\exists x.(\mathbf{car} \ x \wedge \mathbf{own} \ \mathbf{jean} \ x \wedge \phi(x :: e))), \\ & \qquad \qquad \qquad \lambda e\phi.(\neg(\exists x.(\mathbf{car} \ x \wedge \mathbf{have} \ \mathbf{jean} \ x)) \wedge \phi e) \rangle \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \overline{\overline{\overline{(\overline{être\_rouge})}\overline{[elle]}}} \\ & \rightarrow_{\beta} \lambda e\phi.(\mathbf{red} \ (\mathbf{sel} \ e) \wedge \phi e, \neg(\mathbf{red} \ (\mathbf{sel} \ e)) \wedge \phi e) \end{aligned}$$



- Calcul inspiré des propriétés des langages de programmation : effets algébriques (*effects* et *handlers*)
- Calcul : une valeur ou un effet couplé à une continuation

- Calcul inspiré des propriétés des langages de programmation : effets algébriques (*effects* et *handlers*)
- Calcul : une valeur ou un effet couplé à une continuation
- Normalisation forte de  $(\lambda)$ 
  - préservation de types
  - confluence
  - terminaison

- Calcul inspiré des propriétés des langages de programmation : effets algébriques (*effects* et *handlers*)
- Calcul : une valeur ou un effet couplé à une continuation
- Normalisation forte de  $(\lambda)$ 
  - préservation de types
  - confluence
  - terminaison
- Description de phénomènes sémantiques

- Lexique

[[JOHN]] =  $\eta \mathbf{j}$

[[MARY]] =  $\eta \mathbf{m}$

[[ME]] =  $\text{speaker} \star (\lambda x. \eta x)$

[[LOVES]] =  $\lambda OS. \text{love} \cdot \gg S \ll \cdot \gg O$

- Lexique

$$\llbracket \text{JOHN} \rrbracket = \eta \mathbf{j}$$
$$\llbracket \text{MARY} \rrbracket = \eta \mathbf{m}$$
$$\llbracket \text{ME} \rrbracket = \text{speaker} \star (\lambda x. \eta x)$$
$$\llbracket \text{LOVES} \rrbracket = \lambda OS. \text{love} \cdot \gg S \ll \cdot \gg O$$

- $\llbracket \text{LOVES ME MARY} \rrbracket \rightarrow \text{speaker} \star (\lambda x. \eta (\text{love } \mathbf{m} x))$

- Lexique

$$\llbracket \text{JOHN} \rrbracket = \eta \mathbf{j}$$

$$\llbracket \text{MARY} \rrbracket = \eta \mathbf{m}$$

$$\llbracket \text{ME} \rrbracket = \text{speaker} \star (\lambda x. \eta x)$$

$$\llbracket \text{LOVES} \rrbracket = \lambda OS. \text{love} \cdot \gg S \ll \cdot \gg O$$

- $\llbracket \text{LOVES ME MARY} \rrbracket \rightarrow \text{speaker} \star (\lambda x. \eta (\text{love } \mathbf{m} x))$

- Définition du *Handler*

$$\text{withSpeaker} : \iota \rightarrow \mathcal{F}_{\{\text{speaker}:1 \rightarrow \iota\} \uplus E}(\alpha) \rightarrow \mathcal{F}_E(\alpha)$$

$$\text{withSpeaker} = \lambda sM. (\text{speaker} : (\lambda xk. k s)) M$$

- Lexique

$$\llbracket \text{JOHN} \rrbracket = \eta \mathbf{j}$$

$$\llbracket \text{MARY} \rrbracket = \eta \mathbf{m}$$

$$\llbracket \text{ME} \rrbracket = \text{speaker} \star (\lambda x. \eta x)$$

$$\llbracket \text{LOVES} \rrbracket = \lambda OS. \text{love} \cdot \gg S \ll \cdot \gg O$$

- $\llbracket \text{LOVES ME MARY} \rrbracket \rightarrow \text{speaker} \star (\lambda x. \eta (\text{love m } x))$

- Définition du *Handler*

$$\text{withSpeaker} : \iota \rightarrow \mathcal{F}_{\{\text{speaker}:1 \rightarrow \iota\} \uplus E}(\alpha) \rightarrow \mathcal{F}_E(\alpha)$$

$$\text{withSpeaker} = \lambda sM. (\text{speaker}: (\lambda xk. k s)) M$$

- $\text{withSpeaker } s \llbracket \text{LOVES ME MARY} \rrbracket \rightarrow \eta (\text{love m } s)$

- Utilisation lexicale des handlers

$$\llbracket \text{SAID}_{\text{IS}} \rrbracket = \lambda CS. \mathbf{\text{say}} \cdot \gg S \ll \cdot \gg C$$

$$= \lambda CS. S \gg= (\lambda s. \mathbf{\text{say}} s \cdot \gg C)$$

$$\llbracket \text{SAID}_{\text{DS}} \rrbracket = \lambda CS. S \gg= (\lambda s. \mathbf{\text{say}} s \cdot \gg (\text{withSpeaker } s C))$$

- Utilisation lexicale des handlers

$$\llbracket \text{SAID}_{\text{IS}} \rrbracket = \lambda CS. \mathbf{\text{say}} \cdot \gg S \ll \cdot \gg C$$

$$= \lambda CS. S \gg= (\lambda s. \mathbf{\text{say}} s \cdot \gg C)$$

$$\llbracket \text{SAID}_{\text{DS}} \rrbracket = \lambda CS. S \gg= (\lambda s. \mathbf{\text{say}} s \cdot \gg (\text{withSpeaker } s C))$$

(4) John said Mary loves me.

(5) John said, "Mary loves me".

- Utilisation lexicale des handlers

$$\llbracket \text{SAID}_{\text{IS}} \rrbracket = \lambda CS. \text{say} \cdot \gg S \ll \cdot \gg C$$

$$= \lambda CS. S \gg = (\lambda s. \text{say } s \cdot \gg C)$$

$$\llbracket \text{SAID}_{\text{DS}} \rrbracket = \lambda CS. S \gg = (\lambda s. \text{say } s \cdot \gg (\text{withSpeaker } s C))$$

(4) John said Mary loves me.

$$\llbracket \text{SAID}_{\text{IS}} (\text{LOVES ME MARY}) \text{ JOHN} \rrbracket \rightarrow \text{speaker} \star (\lambda x. \eta (\text{say } j (\text{love } m x)))$$

(5) John said, "Mary loves me".

$$\llbracket \text{SAID}_{\text{DS}} (\text{LOVES ME MARY}) \text{ JOHN} \rrbracket \rightarrow \eta (\text{say } j (\text{love } m j))$$

- Utilisation de ces représentations ?
- Utilité de ces représentations ?
- Réalité cognitive, conceptuelle ?

## **Discours et interprétation**

---



Le projet vise à systématiser l'étude des conversations pathologiques dans le cadre d'une approche interdisciplinaire.

- Constitution d'une ressource linguistique sur la pathologie mentale

Le projet vise à systématiser l'étude des conversations pathologiques dans le cadre d'une approche interdisciplinaire.

- Constitution d'une ressource linguistique sur la pathologie mentale
  - entretiens semi-dirigés
  - tests neuro-cognitifs
  - avec double Eye-trackers

Le projet vise à systématiser l'étude des conversations pathologiques dans le cadre d'une approche interdisciplinaire.

- Constitution d'une ressource linguistique sur la pathologie mentale
  - entretiens semi-dirigés
  - tests neuro-cognitifs
  - avec double Eye-trackers
- Études épistémologiques et philosophiques (norme, folie, rationalité)

Le projet vise à systématiser l'étude des conversations pathologiques dans le cadre d'une approche interdisciplinaire.

- Constitution d'une ressource linguistique sur la pathologie mentale
  - entretiens semi-dirigés
  - tests neuro-cognitifs
  - avec double Eye-trackers
- Études épistémologiques et philosophiques (norme, folie, rationalité)
- Identifier ces usages par l'utilisation de :
  - modèles formels
  - outils et méthodes du TAL

B<sub>124</sub> Oh ouais et pis compliqué et c'est vraiment très très compliqué la politique c'est quelque chose quand on s'en occupe faut être gagnant parce qu'autrement quand on est perdant c'est fini quoi

A<sub>125</sub> Oui

B<sub>126</sub> J. C. D. est mort, L. est mort, P. est mort euh (...)

A<sub>127</sub> Ils sont morts parce qu'ils ont perdu à votre avis

B<sub>128</sub> Non ils gagnaient mais si ils sont morts, c'est la maladie quoi c'est c'est

A<sub>129</sub> Ouais c'est parce qu'ils étaient malades, c'est pas parce qu'ils faisaient de la politique

B<sub>130</sub> Si enfin

A<sub>131</sub> Si vous pensez que c'est parce qu'ils faisaient de la politique

B<sub>132</sub> Oui tiens oui il y a aussi C. qui a accompli un meurtre là il était présent lui aussi qui est à B. mais enfin c'est encore à cause de la politique ça

## Rejouer des ambiguïtés linguistiques

B<sub>124</sub> Oh ouais et pis compliqué et c'est vraiment très très compliqué **la politique** c'est quelque chose quand on s'en occupe **faut être gagnant** parce qu'autrement quand on est perdant c'est fini quoi

A<sub>125</sub> Oui

B<sub>126</sub> J. C. D. **est mort**, L. **est mort**, P. **est mort** euh (...)

A<sub>127</sub> Ils sont morts parce qu'ils ont perdu à votre avis

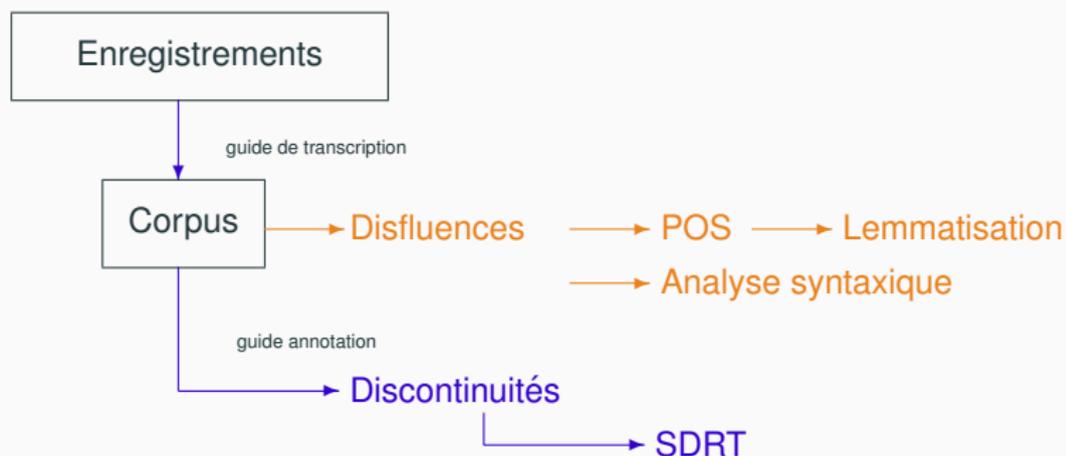
B<sub>128</sub> Non ils gagnaient mais **si ils sont morts, c'est la maladie** quoi c'est c'est

A<sub>129</sub> Ouais c'est parce qu'ils étaient malades, c'est pas parce qu'ils faisaient de la politique

B<sub>130</sub> **Si enfin**

A<sub>131</sub> Si vous pensez que c'est parce qu'ils faisaient de la politique

B<sub>132</sub> Oui tiens oui il y a aussi **C. qui a accompli un meurtre là** il était présent lui aussi qui est à B. mais enfin c'est encore à cause de la politique ça



- Les schizophrènes sont logiquement cohérents

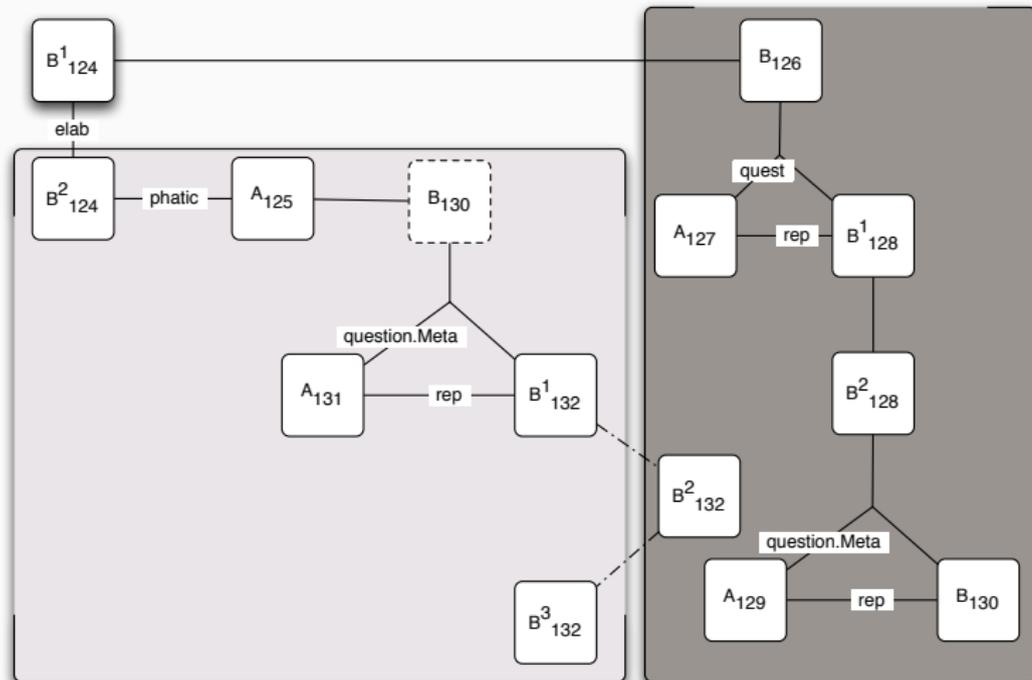
- Les schizophrènes sont logiquement cohérents  
Les ruptures sont au niveau du processus de construction de la représentation conversationnelle sur la dimension pragmatique

- Les schizophrènes sont logiquement cohérents  
Les ruptures sont au niveau du processus de construction de la représentation conversationnelle sur la dimension pragmatique
  
- La sous-spécification (ambiguïté) est centrale dans la rupture

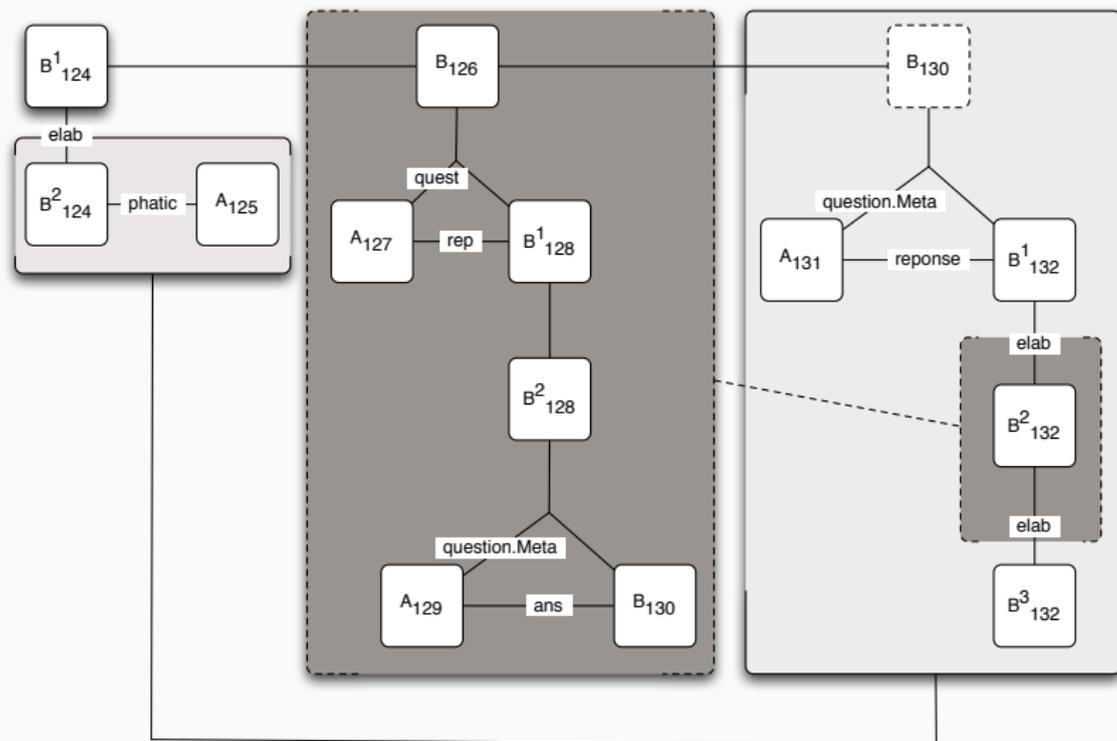
- Les schizophrènes sont logiquement cohérents  
Les ruptures sont au niveau du processus de construction de la représentation conversationnelle sur la dimension pragmatique
- La sous-spécification (ambiguïté) est centrale dans la rupture  
Un choix n'est jamais définitif !

- Les schizophrènes sont logiquement cohérents  
Les ruptures sont au niveau du processus de construction de la représentation conversationnelle sur la dimension pragmatique
  
- La sous-spécification (ambiguïté) est centrale dans la rupture  
**Un choix n'est jamais définitif !**  
phonologique, morphologique, lexical, référent de discours ...

# Point de vue du schizophrène



# Point de vue du psychologue



## **Perspectives de recherche**

---

Réconcilier les deux axes :

- Construction de grammaires sémantiques à large couverture
- Définition d'un formalisme basé sur TTDL inspiré de la SDRT pour rendre compte de l'interaction dialogique

**Merci.**

**<https://members.loria.fr/mamblard>**

**<http://tumorrasmoinsbete.blogspot.fr/>**

**<http://interstices.info>**

## Références

---

-  DE GROOTE, Philippe (2006). “Towards a Montagovian account of dynamics”.  
In : *Proceedings of Semantics and Linguistic Theory (SALT) 16*. Sous la  
dir. de Masayuki GIBSON et Jonathan HOWELL.
-  GROENENDIJK, Jeroen et Martin STOKHOF (1991). “Dynamic predicate logic”.  
In : *Linguistics and philosophy* 14.1, p. 39–100.
-  HEIM, Irene (1982). “The Semantics of Definite and Indefinite Noun Phrases”.  
Thèse de doct. University of Massachussets, Amherst.
-  – (1983). “File Change Semantics and the Familiarity Theory of  
Definiteness”. In : *Meaning, Use and the Interpretation of Language*. Sous  
la dir. de Rainer BÄUERLE, Christoph SCHWARZE et  
Arnim von STECHOWS. Reprinted in PORTNER et PARTEE 2002. Walter de  
Gruyter & Co, p. 164–190.

-  HOWARD, William A. (1980). “The formulas-as-types notion of construction”. In : *To H. B. Curry: Essays on Combinatory Logic, Lambda Calculus, and Formalism*. Sous la dir. de J. P. SELDIN et J. R. HINDLEY. Reprint of 1969 article. Academic Press, p. 479–490.
-  KAMP, Hans (1981). “A theory of truth and semantic representation”. In : *Formal Semantics*, p. 189–222.
-  PORTNER, Paul et Barbara H. PARTEE, éd(s). (2002). *Formal Semantics: The Essential Readings*. Blackwell Publishers.
-  VAN BENTHEM, Johan (1995). *Language in action: Categories, lambdas, and dynamic logic*. The MIT Press.