COURS 8
Sémantique compositionnelle
L'INTERFACE SYNTAXE-SEMANTIQUE (2)

RAPPELS

• La nécessité de passer à l'ordre supérieur, c.a.d. de pouvoir quantifier sur des propriétés, des propriétés de propriétés…

(1) Cette voiture a toutes les propriétés que possède un objet de luxe.

(2) Il y a des propriétés communes à tous les mammifères.

• Syntaxe du lambda-calcul

On a la même syntaxe que pour le calcul des prédicats et on ajoute deux règles :

1) Si F est une formule bien formée du lambda-calcul et si x est une variable, alors λxF est bien formée.

2) Si F et G sont deux formules du lambda-calcul, alors [F G] est une formule du lambda-calcul (obtenue par composition)

On peut faire une abstraction sur tous les types de variables, aussi bien les variables d'individus que les variables de prédicats. Si F est un prédicat unaire, alors λx F(x) et λP ∃x P(x) sont toutes deux bien formées.

• L'application fonctionnelle (et la réduction)

On définit une opération, l'application fonctionnelle, qui permet de réduire une formule complexe en une formule plus simple. L'application fonctionnelle permet d'appliquer une fonction à une argument.

Si λ*xFx* est appliqué à *a*, alors on remplace dans F toutes les occurrences libres de *x* par *a*.

[λ*xFx a*] = *F(x/a)*

1) LE LAMBDA CALCUL POUR L'ANALYSE DU LANGAGE NATUREL

Calcul inventé par Church en 1930 et appliqué au langage naturel par Richard Montague.

Il donne un moyen de **marquer la structure syntaxique** dans une formule logique.

A) La coordination

Cas simple : avec Npropre.

(3) *Jean fume et boit.*

(3') *Jean fume et Jean boit.*

F(j) ∧ B(j)

λx (F(x) ∧ B(x)) j ce qui se réduit en F(j) ∧ B(j)

Cas plus complexes

a) La coordination est transcatégorielle :

Jean et ses frères sont venus me rendre visite.	NP conj NP
Plusieurs ou peut-être même tous les enfants sont invités chez Marie.	**Det conj Det**
L'eau a coulé sur puis sous la table.	Prép conj Prép
Jean a vu et acheté une robe.	V conj V
Marie a vu un beau et riche jeune homme.	Adj conj Adj

Coordination de types différents :

Jean et un ami
Jean et tous les élèves
Tous les élèves sauf Jean....

b) la coordination de GNs indéfinis en position sujet.

(4) a. Un homme fume et boit.
b. Un homme fume et un homme boit.

(4a) et (4b) ne sont pas équivalentes. $\lambda x\,[F(x) \wedge B(x)] \neq \lambda x\,F(x) \wedge \lambda x\,B(x)$

B) La quantification

(5) *Tout homme dort.*

(5') $\forall x\,[\,H(x) \rightarrow D(x)\,]$
$\lambda P\,[\forall x\,[\,H(x) \rightarrow P(x)\,]]$
$\lambda Q\,\lambda P\,[\forall x\,[\,Q(x) \rightarrow P(x)\,]]$

(6) *Un homme dort.*

(6') $\exists x\,[\,H(x) \wedge D(x)\,]$
$\lambda P\,[\exists x\,[\,H(x) \wedge P(x)\,]]$
$\lambda Q\,\lambda P\,[\exists x\,[\,Q(x) \wedge P(x)\,]]$

(7) *L' homme dort.*

(7') $\exists x\,[\,H(x) \wedge D(x) \wedge [\forall y\,[\,H(y) \wedge D(y)\,] \rightarrow (x=y)\,]\,]$
$\lambda P\,[\,\exists x\,[\,H(x) \wedge P(x) \wedge [\forall y\,[\,H(y) \wedge P(y)\,] \rightarrow (x=y)\,]\,]$
$\lambda Q\,\lambda P\,[\,\exists x\,[\,Q(x) \wedge P(x) \wedge [\forall y\,[\,Q(y) \wedge P(y)\,] \rightarrow (x=y)\,]\,]$

(8) *Jean dort.*

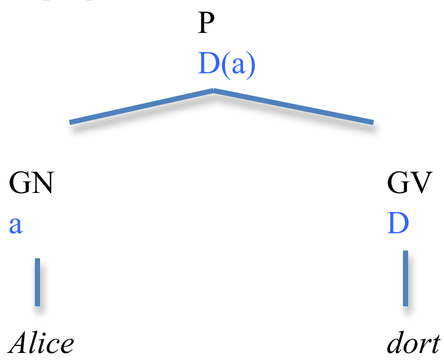
(8') $D(j)$
$\lambda Q\,[Q(j)]\,D$
$\lambda Q\,[Q(j)]\,\lambda x\,D(x)$

Montée de type et coordination de GN

2) ANALYSE COMPOSITIONNELLE DES GN

a) le nom propre

(9a)



(observer l'ordre de composition)

(9b)

P

$[\lambda P\ P(a)]\ D \quad (\approx D(a))$

GN

$a \approx [\lambda P\ P(a)]$

Alice

GV

D

dort

montée de type du nom propre

b) Les expressions quantifiées en position sujet

(10)

P

$[\lambda Q\ \exists y\ (F(x) \wedge Q(x))]\ D$

$\approx \exists y\ (F(x) \wedge D(x))$

par réduction

GN

$[\lambda P\ \lambda Q\ \exists y\ (P(x) \wedge Q(x))]\ F$

$\approx \lambda Q\ \exists y\ (F(x) \wedge Q(x))$

Dét

$\lambda P\ \lambda Q\ \exists y\ (P(x) \wedge Q(x))$

Une

N

F

fille

GV

D

dort

(11)

P

$[\lambda Q\ \forall y\ (F(x) \rightarrow Q(x))]\ D$

$\approx \forall y\ (F(x) \rightarrow D(x))$

par réduction

GN

$[\lambda P\ \lambda Q\ \forall x\ (P(x) \rightarrow Q(x))]\ F$

$\approx \lambda Q\ \forall x\ (F(x) \rightarrow Q(x))$

Dét

$\lambda P\ \lambda Q\ \forall x\ (P(x) \rightarrow Q(x))$

Toutes les

N

F

filles

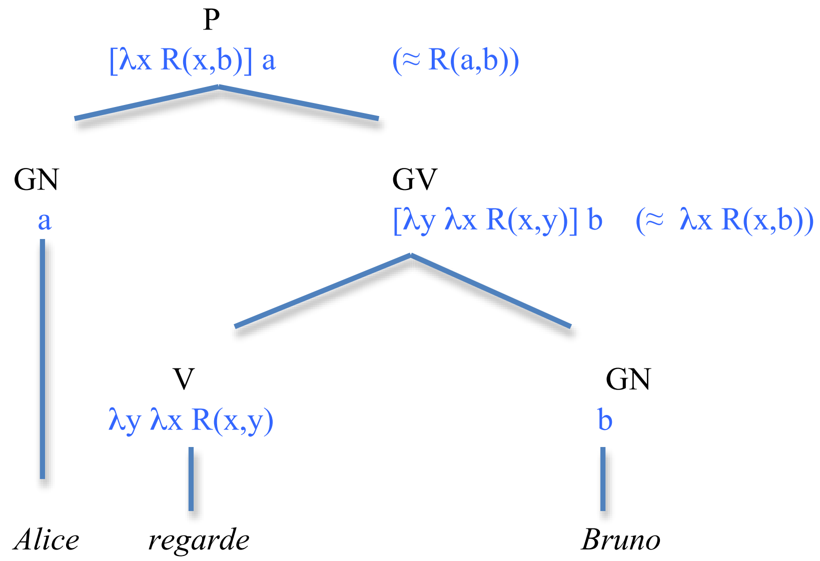
GV

D

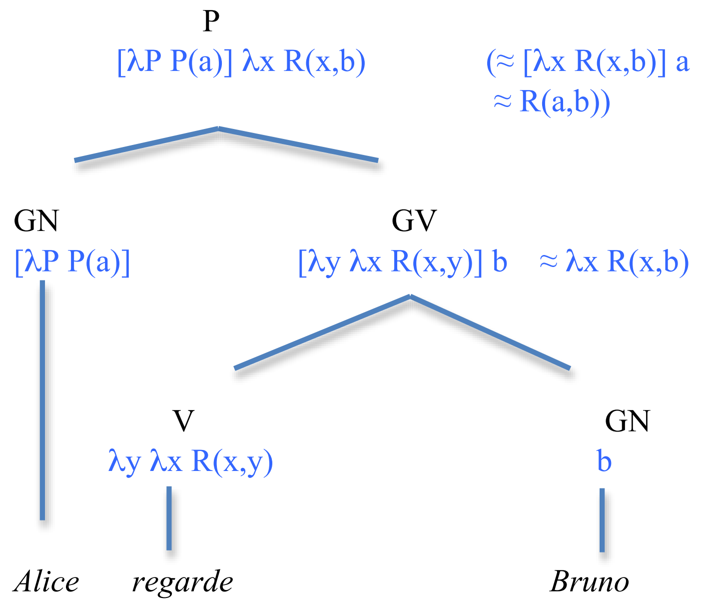
dorment

c) Les expressions en position objet

(12)



(12’)



Décorer les arbres syntaxiques.

Comment traiter les expressions quantifiées en position objet ?

(13) P

$[\lambda P\ P(a)]\ \lambda x\ \exists y\ (Tab(y) \wedge R(x,y))$

$\approx \lambda x\ \exists y\ (Tab(y) \wedge R(x,y))\ a$

$\approx\ \exists y\ (Tab(y) \wedge R(a,y))$

GN $[\lambda P\ P(a)]$ — GV $\lambda x\ \exists y\ (Tab(y) \wedge R(x,y))$

V $\lambda y\ \lambda x\ R(x,y)$ — GN $\lambda Q \exists y\ (Tab(y) \wedge Q(y))$ *comment combiner ces termes ?*

Alice *regarde* *un tableau*

CONCLUSION

• On pose comme principe que tout constituant (syntaxique) se décompose en deux sous constituants, dont l'un est une fonction, et l'autre un argument.

• On peut considérer qu'il y a deux possibilités pour construire compositionnellement le sens d'un constituant comme le suivant : $X \rightarrow Y\ Z$ avec $Y=\alpha$ $Z=\beta$. Ou bien $X = [\alpha]\ \beta$, ou bien $Z=[\beta]\ \alpha$.

• Attention, comme on n'a pas introduit de type sur les expressions, on peut écrire des choses qui ne sont pas interprétables, qui n'ont aucun sens.

Exemples :

$[\lambda P\ P(a)]\ b$	très différent de $[\lambda P\ P(a)]\ D$ qui se réduit à $D(a)$
$[\lambda x\ [D(x)]\ Regarder$	très différent de $[\lambda x\ D(x)]\ a$ qui se réduit à $D(a)$
$[\lambda x\ [D(x)]\ (\lambda y\ \lambda z\ Regarder(z,y))]$	très différent de $[\lambda P\ P]\ (\lambda y\ \lambda z\ Regarder(z,y))$ qui se réduit à $(\lambda y\ \lambda z\ Regarder(z,y))$

Exercice 1

a) A quelles expressions du langage naturel correspondent les expressions suivantes du lambda–calcul ?

$\lambda x\ Dormir(x)\ b$	$\lambda x\ Regarder(x,b)$
$\lambda x\ Regarder(b,x)$	$\lambda x \lambda y\ Regarder(x,y)\ a\ b$
$\lambda y \lambda x\ Regarder(x,y)\ a\ b$	$\lambda x \lambda y\ Regarder(x,y)\ b\ a$
$\lambda x \exists y\ (Regarder(x,y) \wedge Tableau(y))$	$\lambda x \forall y\ (Regarder(x,y) \rightarrow Tableau(y))$

b) Inversement, représenter dans le lambda-calcul les expressions de la langue naturelle soulignées dans les phrases suivantes :

<u>Un vieil homme</u> dort dans le hall.	*<u>Tous les étudiants</u> ont réussi.*
<u>Jean et Marie</u> sont heureux.	*Jean <u>est heureux quand il dort</u>*
<u>Un ou deux hommes</u> sont venus.	

Exercice 2

Réduire les expressions suivantes, et les traduire par des phrases ou des expressions de la langue naturelle. On note l'application fonctionnelle comme suit [F]a.

1. $[\lambda y[\lambda x\ Regarder(x,y)]\ a]\ b$
2. $[\lambda x\ [\lambda y\ Regarder(x,y)]\ b]\ a$
3. $[\lambda x \exists y\ (Regarder(x,y) \wedge Tableau(y))]\ a$
4. $[\lambda x \forall y\ (Regarder(x,y) \rightarrow Tableau(y))]\ b$

5. $[[[\lambda z \lambda y \lambda x\ Présenter\ (x,y,z)]\ a]\ b]\ c$
6. $[[\lambda z[\lambda y \lambda x\ Présenter\ (x,y,z)]\ a]\ b]\ c$
7. $[\lambda z[\lambda y[\lambda x\ Présenter\ (x,y,z)]\ a]\ b]\ c$

8. $[\lambda x\ x]$ $[\lambda x\ x=a]$
9. $[\lambda P\ P]$ $[\lambda P\ \neg P]$
10. $\lambda P[\exists x P(x)]$
11. $\lambda x \lambda P[P(x)]$
12. $\lambda P \lambda x[P(x)]$