

**MedSLT : un système de traduction
de parole pour le domaine médical
et son extension rapide à de
multiples langues par utilisation de
grammaires partagées**

P. Bouillon

*med*SLT



Objectif



- ◆ Proposer une **méthodologie** pour **développer des grammaires** pour le TAP
- ◆ Ces grammaires doivent être :
 - **motivées linguistiquement**
 - **partagées** entre plusieurs langues
 - **spécialisées** pour différents domaines
 - **compilées** pour les différentes tâches d'une application vocale



Plan de l'exposé

- ◆ **Contexte** de la recherche
- ◆ **Regulus**, la plateforme pour construire ces grammaires
- ◆ La **grammaire partagée** pour les langues romanes développée dans le cadre du projet MedSLT : « Automatic Spoken Language translation for medical applications ».

La reconnaissance vocale aujourd'hui

Approche statistique

S'aide de **N-grammes** extraits
automatiquement de corpus,
par exemple:

<u>Mot n</u>	<u>Mot n+1</u>	<u>Fréq</u>
<i>fifteen</i>	<i>one</i>	7700
<i>fifteen</i>	<i>two</i>	6000
<i>fifty</i>	<i>one</i>	630000
<i>fifty</i>	<i>two</i>	636000
.....		

Approche linguistique

Se base sur des **grammaires**
CFG/PCFG, par exemple:

Règles:

MAIN → *NUMBER*

NUMBER → *TEN DIGIT*

TEN → *twenty* | ... | *ninety*

DIGIT → *one* | *two* | ... | *nine*



Choix entre les deux approches

Approche statistique

- ◆ Evite d'écrire des grammaires dans le format peu élégant des CFGs

Approche linguistique

- ◆ Seule possibilité en l'absence de corpus.
- ◆ Permet aussi d'obtenir une représentation syntaxique/sémantique de la phrase.
- ◆ Donne de meilleurs résultats sur les données couvertes par la grammaire (TMI04, ICSLP05).
- ◆ Convient donc mieux pour toutes les applications contrôlées.

Regulus (1)

- ◆ Plate-forme de logiciels entièrement libres : <http://sourceforge.net/projects/regulus/>.
- ◆ Permet d'écrire des grammaires pour la plate-forme vocale de Nuance.
- ◆ Cf. Rayner, Hockey, Bouillon, *Putting Linguistics into Speech Recognition : The Regulus Grammar Compiler*, CSLI, 2006.

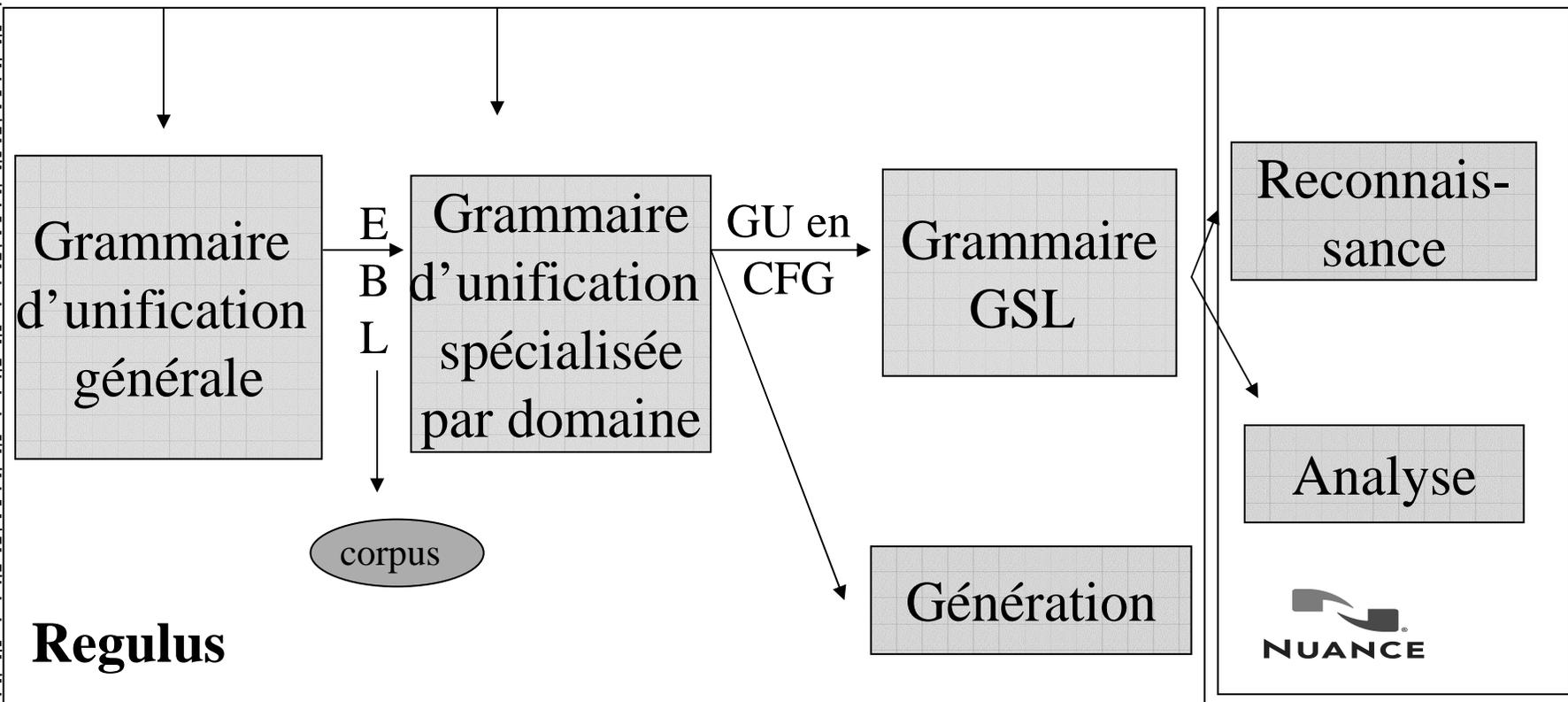


medSLT

Regulus (2)

Développeur

Système





MedSLT

- ◆ Projet suisse FNRS
- ◆ Traduit les questions de diagnostic :
 - Docteur: is the pain frontal?
 - Système: Avez-vous mal sur le devant de la tête?

*med*SLT



Exemples de questions en cas de céphalées

- ◆ Where is your pain?
- ◆ Can you point with one finger the site of your pain?
- ◆ Is the pain frontal/in the front of the head?
- ◆temporal/on the side of your head?
- ◆occipital /in the back of your head?
- ◆ Is the pain unilateral/one sided?
- ◆bilateral /on both sides?
- ◆ Does the pain extend to the face/neck/shoulder?
- ◆ Have you had headaches for days/weeks/months/years?
- ◆ Do your headaches occur once a week/every few weeks/once a week/several times a week/every day/several times a day?



Architecture

- ◆ Pour répondre au besoin de précision : approche contrôlée
- ◆ Architecture **entièrement linguistique**
 - Reconnaissance linguistique avec Nuance
 - Traduction interlingue
- ◆ Système d'aide pour guider l'utilisateur vers les phrases couvertes par la grammaire
 - Propose pour chaque question des phrases similaires
 - Repose sur la reconnaissance statistique

Recognition & Translation

Start Recognition

Translate

Raw Recognition Result

êtes vous stressé?

What the system understood

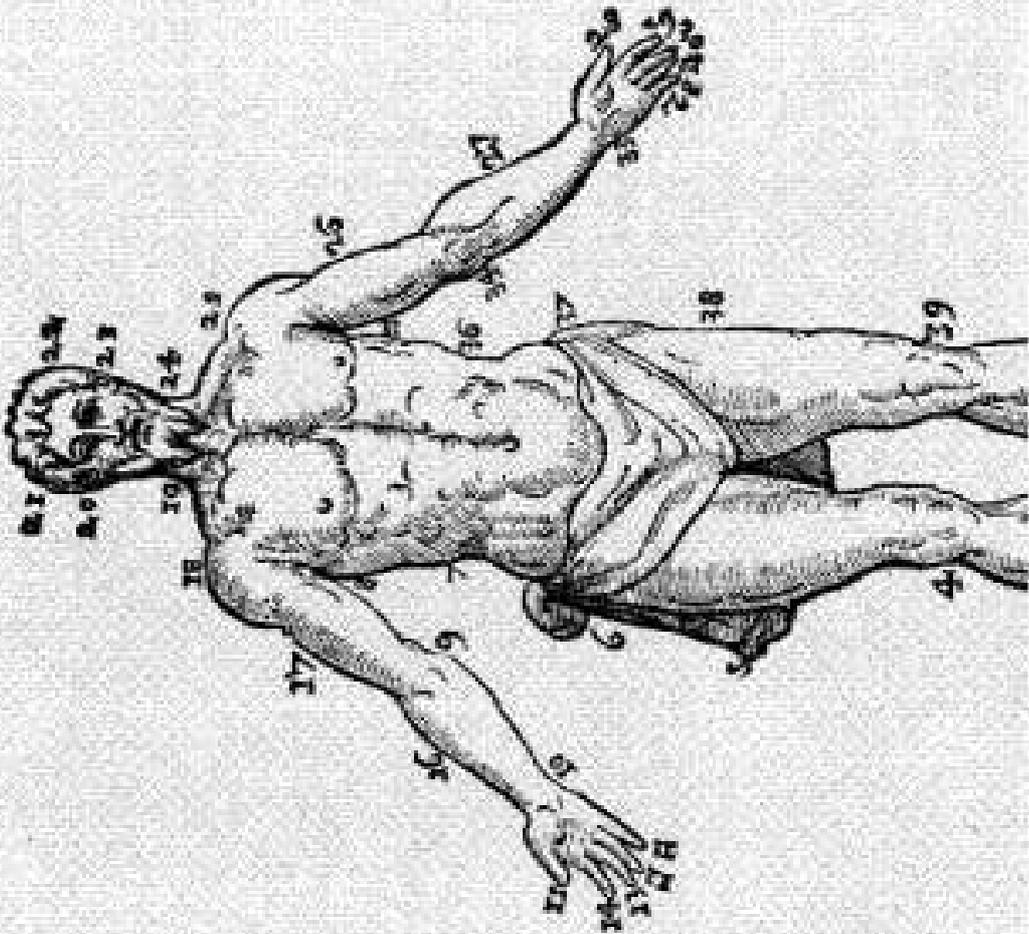
êtes-vous stressé?

Translation

do you feel stressed?

Help

quand vous êtes stressé
 vos maux de tête empirent is quand vous êtes stressé
 avez vous vos maux de tête quand vous êtes stressé
 avez vous mal quand vous êtes stressé
 êtes vous impatient
 êtes vous dépressif
 êtes vous anxieux





Trois versions différentes (1)

- ◆ Version unidirectionnelle
 - Docteur: is the pain frontal?
 - Système: Avez-vous mal sur le devant de la tête?
 - Patient: réponses non verbales



Trois versions différentes (2)

- ◆ Version bidirectionnelle restreinte
 - Docteur: when did you visit the doctor?
 - Systeme: cuándo ha consultado un médico?
 - Patient: ayer
 - Systeme: I visited the doctor yesterday
- ◆ Version bidirectionnelle non restreinte
 - Le patient peut répondre par des phrases complètes



7 x 7 x 4 x 2 grammaires...

- ◆ 7 langues sources et cibles:
 - français, espagnol, catalan, anglais, japonais, arabe, finlandais
- ◆ 4 sous-domaines :
 - céphalées, douleurs abdominales et thoraciques et maux de gorge
- ◆ Questions du docteur/réponses du patient

Regulus pour MedSLT

Grammaire
d'unification
générale /
(groupes de)
langues

Regulus

Reconnaissance

Thorax_Q

Céphalées_Q

GU. spécialisées

Thorax_Q

Céphalées_Q

Gram. GSL

Génération

Thorax_Q

Céphalées_Q

GU. spécialisées

Génération

Reconnais-
sance

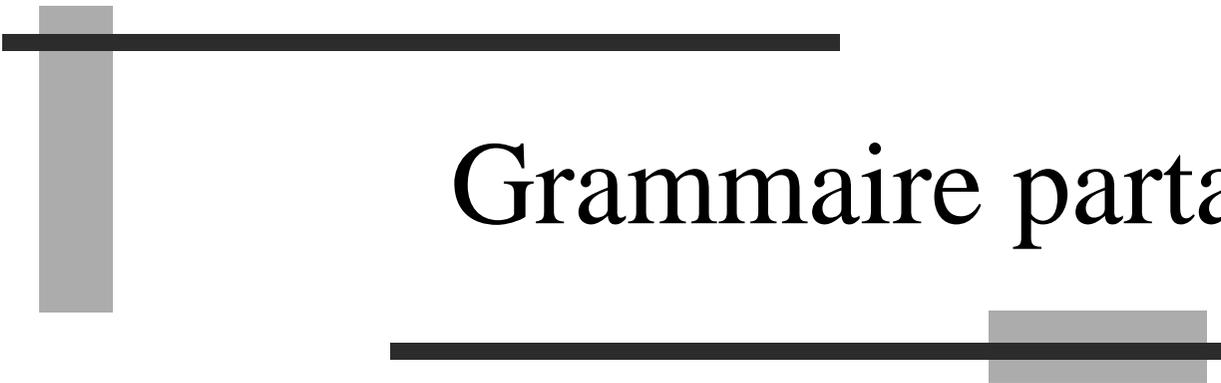
Analyse


NUANCE



Grammaire d'unification partagée pour les langues romanes

- ◆ Utilisée uniquement dans MedSLT
- ◆ **Langues** : français, catalan, espagnol
- ◆ **4 sous-domaines** :
 - céphalées (questions),
 - douleurs abdominales et thoraciques (questions)
 - maux de gorge (réponses)
- ◆ Présente l'ensemble des spécificités des différentes langues, tâches et domaines



Grammaire partagée

◆ Deux parties :

- Règles syntagmatiques communes aux trois langues
- et règles spécifiques aux différentes langues



Partie commune

99 règles, paramétrables pour les deux langues avec des macros (5). Par exemple :

```
vbar:[@french_or_catalan_or_spanish(  
    vform=(finite\infinitive\pres_participle),  
    vform=(finite\pres_participle),  
    vform=(finite\pres_participle)) ...] →  
reflexive_pronoun:[agr=Agr],  
vbar:[vform=Vform, subcat=intrans, ....].
```

Les règles spécifiques

Français	Catalan/espagnol
4	8
Est-ce que : <u>est-ce que</u> vous avez mal? Inversion complexe : la douleur <u>irradie-t-elle</u> la nuque?	Questions et phrases déclaratives sans sujet : <u>Té</u> mal de cap?



Spécificités pour la parole (1) : ST

- ◆ Comme la GU doit être compilée dans le format CFG, tous les traits ont un nombre **fini** de valeurs, le plus **limité possible**.
- ◆ **Conséquences :**
 - Pas de structures complexes, comme dans HPSG/LFG
 - Grammaire plus répétitive
 - Mais pas un frein au développement de grammaires pour ce type d'application

*med*SLT



Sous-catégorisation



Une règle par type de réaction :

vp_comps:[subcat=trans, ...] → np:[...].

vp_comps:[subcat=adj, ...] → adjp:[...].

vp_comps:[subcat=vp, ...] → vp:[vform=infinitive...].



Spécificités pour la parole (2) : informations

- ◆ La GU doit contenir toutes informations susceptibles d'améliorer la reconnaissance.
- ◆ Par exemple, restrictions de sélection.
- ◆ **Conséquences :**
 - nombreux traits pour gérer ces contraintes : sem_np_subj_type, sem_np_obj_type, etc.
 - n'influencent cependant pas la structure de la grammaire.



Spécificités pour la parole (3) : sémantique



- ◆ Comme l'analyse est faite par Nuance, la représentation sémantique est spécifique à ce type d'application : elle se fait par concaténation (+ ou – complexe) de la sémantique des mots/phrases.
- ◆ Différentes représentations possibles : linear, nested, etc.



Représentation dans MedSLT

- ◆ Structure **plate** avec un niveau d'enchâssement
- ◆ Pas d'information sur le nombre et le déterminant
- ◆ Par exemple :

La douleur est-elle comme un coup de poignard?

[[degree,en_coup_de_poignard],[state,être],[symptom,douleur]
[tense,present],[utterance_type,sentence],[voice,active]]



Spécialisation pour la reconnaissance / génération (1)

[[degree,en_coup_de_poignard],[state,être],[symptom,douleur]
[tense,present],[utterance_type,sentence],[voice,active]]

- ◆ **Grammaire de génération** : plus contrainte que la GU pour générer un seul résultat pour chaque représentation : *La douleur est-elle comme un coup de poignard ?*
- ◆ **Grammaire de reconnaissance** : doit prévoir toutes les variations possibles : *Les douleurs sont – elles comme des coups de poignard? Cette douleur est-elle comme un coup de poignard ?*



Spécialisation à partir de la grammaire générale

- ◆ Fondamentale pour toute application linguistique
- ◆ Utilise une méthode d'apprentissage basée sur les corpus : *Explanation based learning* (Rayner).
- ◆ Est paramétrée par :
 - **Corpus** : définissent le type de voc + structures qui doivent figurer dans les grammaires spécialisées
 - **Règles de granularité** : spécifient comment la GU doit être restructurée: quels sont les constituants à garder + comment ils se combinent



Règles de granularité (1)

- ◆ Presque identiques pour les 3 langues, les deux tâches et domaines
- ◆ Aboutissent donc à des grammaires spécialisées de même granularité
- ◆ **Idée générale** : obtenir les grammaires les plus plates, les plus simplifiées et les plus généralisantes possibles

Comparaison de la granularité de la GU générale et spécialisée

.MAIN

```
med_utterance
  yn_question
  / np
  | / spec lex(la)
  | | nbar
  | \ n lex(douleur)
  | vp
  | / vbar
  | | / verb lex(est)
  | | | hyphen null
  | | | pronoun lex(elle)
  | | \ optional_adverb null
  | | vp_comps
  | | | adjp lex(frontale)
  | | optional_vp_postmods
  \ \ optional_pp null
```

.MAIN

```
med_utterance
  / np
  | / spec lex(la)
  | \ n lex(douleur)
  | vp
  | / vbar
  | | / verb lex(est)
  | | | pronoun lex(elle)
  | | \ optional_adverb null
  | | adjp lex(frontale)
  \ \ optional_pp null
```



Règles de granularité (2)



- ◆ **Seule différence** : traitement des groupes nominaux
 - pour les grammaires de génération, les règles apprennent des NP lexicalisés :
 - np → la douleur np → vos maux de tête
 - pour la reconnaissance, les règles forment les NP compositionnellement :
 - np → det n np → det adj n ...



Corpus

- ◆ Diffèrent en fonction du domaine, de la tâche et de la langue

Corpus : reconnaissance vs génération

Corpus de reconnaissance	Corpus de génération
Toutes les variantes : Est-ce que vous avez mal au niveau des yeux Avez-vous mal au niveau des yeux	La variante générée : Avez-vous mal au niveau des yeux
Un exemple de mot pour chaque type sémantique	Un exemple de chaque NP
Pas de règles orthographiques : L obsurité Au front	Règles orthographiques: La obsurité À le front



Corpus : domaines



Corpus de réponses du patient	Corpus de questions du docteur
1 ^{ère} personne Phrases déclaratives	2 ^{de} personne Phrases interrogatives



Evaluation des grammaires spécialisées pour la reconnaissance

Deux étapes :

- ◆ Comparer la reconnaissance dans les trois langues
- ◆ Comparer les différentes grammaires entre elles pour voir l'impact sur la reconnaissance.

Evaluation (1)

Français					Espagnol				Catalan			
	#Utt	WER	SER	Sem-ER	#Utt	WER	SER	SemER	#Utt	WER	SER	SemER
In train	119	3.7	12.6	<u>2.5</u>	138	6.1	16.7	<u>8.7</u>	178	7.3	27.0	<u>8.4</u>
In cov	208	10.9	38.0	<u>7.2</u>	145	4.4	18.6	<u>5.5</u>	55	8.3	32.7	<u>14.5</u>
In cov (all)	327	8.6	<u>28.6</u>	<u>5.5</u>	283	5.2	<u>17.7</u>	<u>7.1</u>	233	7.6	<u>28.3</u>	<u>9.9</u>
Out of cov	100	38.2	99.0	67.0	295	57.0	100.0	83.7	230	57.6	99.1	76.5



Erreurs de reconnaissance typiques en français

Phrases reconnues	Input
Avez-vous mal à le arrière de la tête	Avez-vous mal à l'arrière de la tête
Douleurs irradiant l épaule	La douleur irradie-t-elle l'épaule
La douleur dure plus de une heure	Est-ce que la douleur dure plus d'une heure
Avez-vous mal derrière la tête	Avez-vous mal à l'arrière de la tête



Evaluation (2)



Faire la reconnaissance avec la grammaire générale et de génération, pour mieux comparer les grammaires entre elles.

Evaluation (2) : reconnaissance avec la grammaire de génération

	#Utts	WER	SER	SemER
In training	89	2.5%	10.1%	2.2%
In coverage	68	5.7%	26%	8.8%
In Coverage (all)	157	3.9% (vs 8.6%)	14.7% (vs 28.6%)	5.1% (vs 5.5%)
Out of coverage	270 (vs. 100)	48.8%	100.0%	60.4%

Evaluation (3) : reconnaissance avec la grammaire générale

	#Utts	WER	SER	SemER
In training	121	24.1%	43.8%	21.5%
In coverage	223	28.5%	61.9%	26%
In Coverage (all)	344	27.2%	55.5%	24.4% (vs 5.5%)
Out of coverage	83 (vs 100)	49.9%	98.8%	72.3%



Temps de reconnaissance avec les trois grammaires

	Grammaire générale	Grammaire spécialisée reconnaissance	Grammaire spécialisée génération
xRT	0.57	0.25	0.16



Pourcentage de phrases ambiguës avec les trois grammaires

	Grammaire générale	Grammaire spécialisée reconnaissance
Espagnol	4.63	1.18
Français	1.37	1.15



Deux points en conclusion...

- ◆ Il est important d'avoir une méthode pour pouvoir dériver des reconnaisseurs linguistiques à partir de grammaires générales
- ◆ Les grammaires (reconnaisseurs) Regulus :
 - Plus des ensembles de règles ad hoc, dont la performance varie en fonction du programmeur
 - **Mais** : modèles dérivés de grammaires générales selon une méthodologie reproductible et bien définie.
- ◆ Le WER et le SER sont des mesures **peu fiables** pour ce type d'application