
Le temps et la langue

1) Introduction

Avant d'entamer notre travail sur l'inférence textuelle, nous avons besoin d'explorer la notion du temps dans ses différentes bannières, d'abord par rapport à la logique modale et aussi par rapport à la langue.

Le mot « temps » recouvre plusieurs significations en français, et il est nécessaire pour la compréhension de distinguer le temps grammatical du temps notionnel. Le second est représenté en logique par une ligne droite et infinie, avec un point marquant le présent et séparant le passé du futur. Le temps grammatical désigne les marques linguistiques utilisées pour exprimer le temps notionnel dans le langage (l'imparfait, le présent de l'indicatif, etc....).

Dans ce qui suit nous allons explorer ces deux notions du temps, du point de vu logique avec ces différentes représentations (structure de points, structure d'intervalles, événement et Allen) ensuite au point de vu langage.

Nous terminons avec une étude sur l'inférence temporelle élaborée par l'un des groupes les plus abouti dans le domaine.

2) La structure de points

La conception du temps est couramment reliée à la notion de point ou d'instant sur un axe temporel. Les points permettent en effet d'utiliser les structures de nombres (entiers, rationnels ou réels). Cette conception est largement utilisée dans la modélisation de phénomènes évoluant dans le temps.

Cette structure temporelle doit être manipulée avec un langage logique ; la logique du temps, historiquement très liée au développement des logiques modales. Elle est basée sur les connecteurs logiques habituels ($\wedge, \vee, \neg, \Rightarrow, \Leftrightarrow$) et les opérateurs temporels P (passé) et F (futur). Ainsi, si l'action de chanter effectuée par John est notée p, on aura les représentations suivantes :

- John chante : p
- John chanta : Pp
- John chantera : Fp
- John avait chanté : PpP (on se place dans le passé d'un point situé au passé lui-même)
- John aura chanté : FPp

Ces formules seront enrichies avec de nouveaux opérateurs similaires à ceux utilisés en logique modale (Bras, 1990).

Toutes les logiques dérivées de la logique du temps sont basées sur une ontologie de points. Nous allons maintenant nous intéresser à des ontologies d'intervalles.

3) La structure d'intervalles

Du point de vue philosophique, il semble que le concept de point dépourvu de durée ne correspond pas à la réalité :

Du point de vue linguistique, il est encore plus évident qu'une entité ponctuelle est mal adaptée pour l'expression de la référence temporelle. Même les expressions dites ponctuelles se réfèrent à des périodes étendus, comme dans les exemples suivants :

A six heures précises, Harry quitta son bureau.

Une structure d'intervalle est définie par $\langle I, <, \subseteq \rangle$, avec I un ensemble non vide d'entités temporelles, des relations de précédence ($<$) et d'inclusion (\subseteq). Voici quelques propriétés de cette structure :

\subseteq est un ordre partiel, elle est en effet :

Réflexive : $(\forall x \in I) x \subseteq x$.

Antisymétrique : $(\forall x \in I) (\forall y \in I) (x \subseteq y \wedge y \subseteq x \Rightarrow x=y)$.

Transitive : $(\forall x \in I) (\forall y \in I) (x \subseteq y \wedge y \subseteq z \Rightarrow x \subseteq z)$.

Nous pouvons également remplacer la relation (par la relation O (overlap) qui exprime que deux événements ont une partie commune, et définie par rapport à l'inclusion:

$xOy \Leftrightarrow (\exists z) (z \subseteq x \wedge z \subseteq y)$

La mise en place des logiques temporelles basées sur les sémantiques d'intervalles amènent à des résultats relativement complexes, qu'il n'est pas nécessaire d'exposer ici.

Des critiques ont été adressées aux sémantiques d'intervalles, notamment en ce qui concerne la difficulté de définir la vérité d'une proposition (vraie sur toutes intervalles ? sur au moins l'un deux ?). Ces problèmes ont provoqué la nécessité de concevoir une entité plus globale et plus complète.

4) La structure d'événements

L'événement est une nouvelle entité primitive, de durée non nulle et fini, correspondant intuitivement à des fragments de notre perception du monde. Pour les linguistes comme pour les philosophes, les logiciens et les spécialistes de l'intelligence artificielle, la tendance est de préférer les événements aux intervalles car les événements ont une structure à portée non seulement temporelle, mais aussi spatiale.

Davidson a proposé de traiter les événements comme des objets, ajoutant à l'ensemble des individus d'un modèle, un ensemble d'événements, par exemple, la phrase *Marie aime Paul* n'est plus représentée par *aimer (Paul, Marie)*, mais par :

Aimer(e, Paul, Marie)

Une structure d'événement est définie par Kamp par le triplet $\langle E, \alpha, O \rangle$, où E est un ensemble d'entités de base non nulle, α est la relation de précédence, et O la relation de recouvrement si $e_1 O e_2$ alors une partie de e_1 au moins a eu lieu en même temps que e_2 .

α est asymétrique : $(e_1 \alpha e_2) \Rightarrow (e_2 \alpha e_1)$

α est transitive : $(e_1 \alpha e_2) \wedge (e_2 \alpha e_3) \Rightarrow (e_1 \alpha e_3)$

O est symétrique : $(e_1 O e_2) \Rightarrow (e_2 O e_1)$

O est réflexive : $(e_1 O e_2)$

Principe de séparation : $(e_1 \alpha e_2) \Rightarrow \neg (e_1 O e_2)$

Transitive mixte : $(e1 \alpha e2) \wedge (e2 O e3) \wedge (e3 \alpha e4) \Rightarrow (e1 \alpha e4)$

Principe de linéarité : $(e1 \alpha e2) (e1 O e2) (e2 \alpha e1)$

Ces conditions minimales sont dictées par l'intuition lorsque nous avons des événements et des relations qui les lient.

Nous avons présenté trois ontologies (structures de points, structures d'intervalles et structures d'événements). Il est fondamental de séparer le niveau temporel (points et intervalles) du niveau relatif à l'expérience du monde (événements). En effet, si les relations définies dans les structures d'événements sont des relations temporelles, les événements sont également des expériences, des « faits » qui ont lieu et qui déterminent la structure du temps. C'est pourquoi nous pouvons dire que la logique d'Allen, que nous allons présenter, permet de rattacher les deux notions.

5) La théorie d'Allen

Selon Allen, deux intervalles peuvent être liés entre eux par les 13 relations primitives suivantes (Bras, 1990). Où X et Y sont des termes de types intervalles de temps (on appelle « relation inverse » la relation correspondante entre Y et X) :

Relation	Symbole	Symbole relation inverse
X before Y	<	>
X equals Y	=	=
X meets Y	M	Mi
X overlaps Y	O	Oi
X during Y	D	Di
X starts Y	S	Si
X finishes Y	F	Fi

Tableau 2.1: Les relations d'Allen

Les relations sont mutuellement exclusives : une seule relation est possible entre deux intervalles.

Il est possible de composer les relations. Ainsi, la transitivité des relations entre intervalles est définie par:

$$\forall I \forall j \forall k ((I < j) \wedge (j < k) \Rightarrow I < k)$$

$$\forall I \forall j \forall k ((I m j) \wedge (j d k) \Rightarrow (I o k) \vee (I d k) \vee (I s k))$$

Il existe 169 relations de transitivité de ce type.

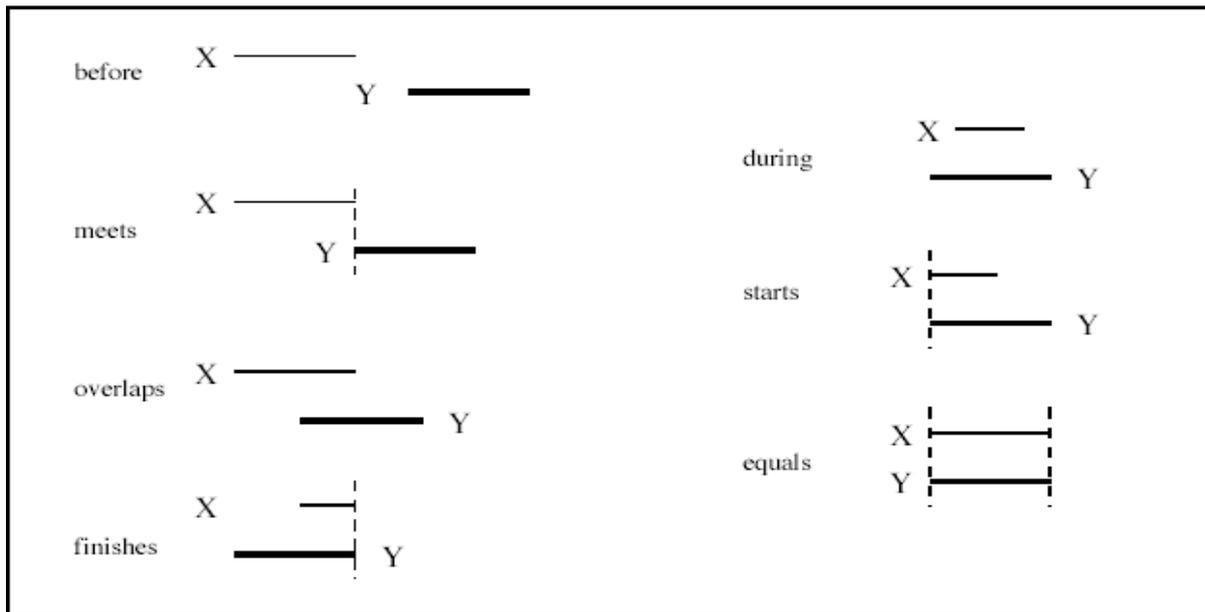


Figure 2.1: Représentation des relations d'Allen

Deux intervalles peuvent être reliés par une relation primitive, mais aussi par une relation complexe ; il est ainsi possible de représenter une connaissance incomplète des relations.

La connaissance temporelle sur un ensemble d'intervalles peut être représentée par un réseau de contraintes. Il s'agit d'un graphe orienté dont les nœuds représentent les intervalles et dont les arcs sont étiquetés par la relation entre les intervalles.

L'exemple suivant, très simple, permet d'illustrer rapidement le raisonnement sur les intervalles :

Paul entra dans la pièce (1). Marie regardait la télévision (2) .Elle l'éteint (3).

(1) Et (2) introduisent l'assertion temporelle suivante :

I entre during I regarde_télévision

Puis, en examinant (2) et (3), nous obtenons :

I regarde_télévision meet I enteindre- télévision

5) Le temps dans la langue

Qu'est-ce qui distingue le temps linguistique des autres notions de temps? "Ce que le temps linguistique a de particulier c'est qu'il est organiquement lié à l'exercice de la parole, qu'il se définit et s'ordonne comme fonction du discours. Ce temps a son centre – un centre, à la fois, générateur et axial - dans le présent de l'instance de la parole" (Benveniste, 1974). Le discours instaure un *maintenant*, moment de l'énonciation. En opposition au *maintenant*, nous créons un *alors*. Ce *maintenant* est donc le fondement des oppositions de la langue.

5.1) Le modèle de Reichenbach

Reichenbach a proposé, pour modéliser la sémantique des temps grammaticaux, les trois repères suivants :

E le moment de l'événement

S le moment de l'énonciation ou de la parole (Speech Time)

R le moment de référence

Les relations possibles entre repères sont la relation de simultanéité) notée « , » et la relation de précédence notée « _ ». La nouveauté réside surtout dans l'ajout d'un moment de référence, qui permet de prendre en considération certains temps composés. Ainsi, la représentation de quelques temps grammaticaux à l'aide du modèle de Reichenbach est la suivante :

Passé simple je vis Paul E, R_S

Plus-que-parfait j'avais vu Paul E_R_S

Futur je verrai Paul S_E,R

Futur antérieur j'aurai vu Paul S_E_R

5.2) Les adverbiaux temporels

Un adverbial est un élément (mot ou groupe de mots) ayant une fonction similaire à celle d'un adverbe ou d'un complément circonstanciel, c'est-à-dire qu'il modifie le verbe auquel il est rattaché (Charolles, 1997). Nous pouvons le supprimer sans rendre la syntaxe ni la sémantique de la phrase incorrecte. Ainsi, les passages soulignés des exemples suivants ont une fonction adverbiale temporelle :

Paul arrive demain.

Marie est revenue à cinq heures.

Nous pouvons distinguer :

Les adverbiaux de référence temporelle dont le rôle est d'exprimer la localisation d'un événement dans le temps : *demain*.

Les adverbiaux de durée : *pendant une heure, en trois jours*

Les adverbiaux de durée : *pendent une heure*.

Les adverbiaux de fréquence : *souvent, tous les mois*.

Les adverbiaux itératifs : *trois fois, plusieurs fois*.

Les adverbiaux de quantification : *toujours, quelquefois*.

Les adverbiaux prépositionnels : *encore, déjà*.

6) L'inférence temporelle

Si l'annotation des marqueurs du temps dans le discours sont l'objet de plusieurs sujets de recherches, l'étude de l'inférence temporelle et ses applications ne sont qu'à ses débuts. Ce problème commence à générer des travaux en informatique linguistique liés aux enjeux que représentent les informations temporelles entre autre pour la recherche d'information et les systèmes questions-réponses.

Avec l'exploration de ce nouveau champ d'action dans le traitement du langage naturel, l'inférence temporelle nous permet d'établir des relations temporelles existantes entre événements dans un texte, de détecter les relations existantes entre expressions temporelles et aussi les relations entre expressions temporelles et événements.

Dans ce qui suit nous présentons l'une des recherches les plus abouties dans le domaine.

6.1) Le travail du groupe Human Language Technology Research Institut (HLTRI) sur l'inférence temporelle :

HLTRI est un groupe de recherche travaillant sur l'inférence temporelle. Il est aussi membre de l'organisation fondatrice du langage (TimeML⁸) qui est un langage de spécification d'événements et d'expressions temporelles dans le langage naturel.

Afin d'étudier l'inférence temporelle dans le langage naturel, le groupe (HLTRI) a établi un grand corpus de questions-réponses qui sont fondées sur la recherche d'information temporelle.

Les questions sont annotées comme ceci:

- Expressions temporelles, annotées par la balise TIMEX3.
- La balise EVENT correspond à un événement.
- LIEN est une balise qui code les relations entre éléments temporels.

Pour découvrir les relations temporelles entre les événements dans un texte, le groupe a utilisé la représentation graphique.

Les nœuds du graphe sont représentés par les événements et les arcs entre les nœuds sont soit des relations TLink, SLink ou ALink.

Pour classer les événements dans un même texte, il utilise les trois relations ALINK, TLINK, SLINK et entre les événements de deux textes différents il n'utilise que le module TLINK.

- TLink, représentant les relations temporelles entre les événements ou entre un événement et une expression temporelle.

- SLink ou relation de subordination, est utilisée pour introduire des contextes et des relations entre deux événements.

- ALink ou relation aspectuelle, représentant la relation aspectuelle entre un événement et son argument (en général c'est un autre événement).

Afin d'avoir toutes les relations temporelles possibles entre les événements des deux textes, le groupe a conçu un module d'inférence temporelle.

À partir des différents liens TLINK, ALINK et SLINK existant entre les expressions temporelles et les événements, le module infère de nouveaux liens non détectés auparavant. Pour cela le groupe a défini plusieurs règles d'inférences qui sont citées ci-dessous :

⁸ TimeML a été développé dans le cadre de trois ateliers AQUAINT et des projets. En 2002, TERQAS atelier vise à renforcer la langue naturelle de répondre à la question des systèmes de réponse temps-fondé des questions sur les événements et les entités dans des articles de journaux. La première version de TimeML a été définie et la TimeBank corpus a été créé comme une illustration. Tango a un atelier de suivi dans lequel un outil graphique d'annotation a été développé. Actuellement, le TARSOI projet développe des algorithmes qui balise les événements et le temps des expressions NL textes dans le temps et l'ancrage et l'ordre des événements. En outre, TimeML a été examinée et encouragée dans: ARTE atelier ACL : Annoter et Raisonnement sur le temps et les événements (Juillet 2006), Séminaire Dagstuhl Annoter, l'extraction et le raisonnement sur le temps et les événements (avril, 2005).

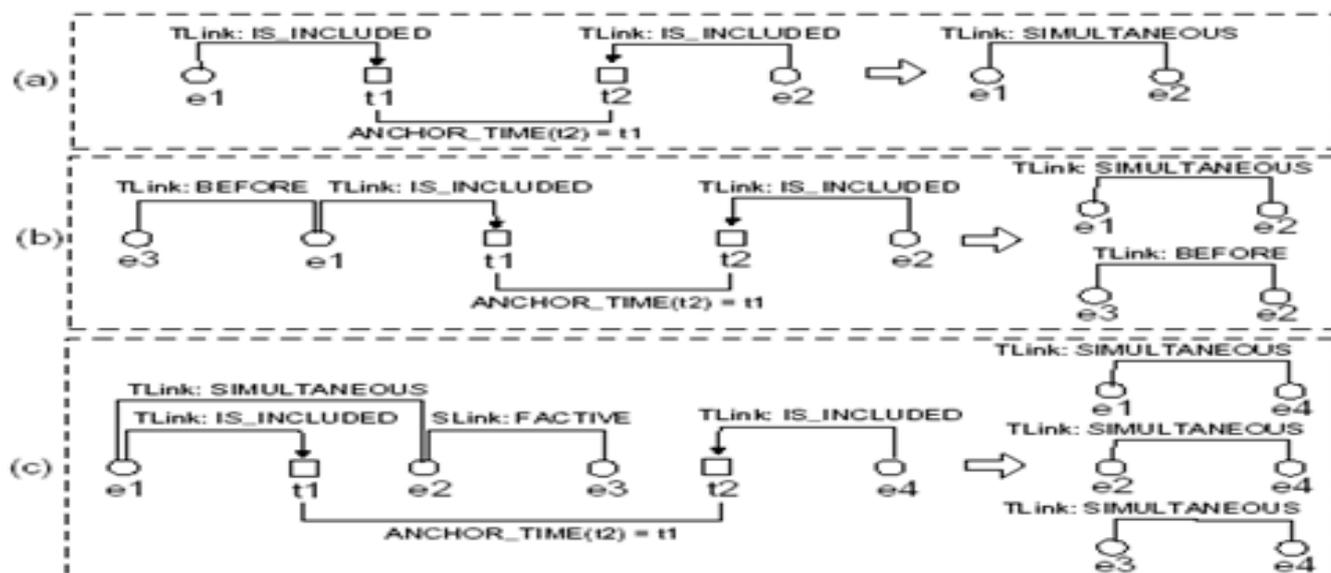


Figure 2.2: Règles de l'inférences temporelles

Concrètement le module suit les étapes suivantes :

Etape1:trouver T1 et T2, deux expressions temporelles dans la phrase ou des phrases adjacentes.

Etape2:Rechercher des événements E1 et E2 lié à T1 et T2 respectivement.

Etape3:Trouver une relation CE1 lien entre E1 et d'autres événements.

Etape4:Trouver relation CE2 lien entre E2 et d'autres événements.

Etape5:Utiliser une inférence temporelle reliant CE2 et CE1.

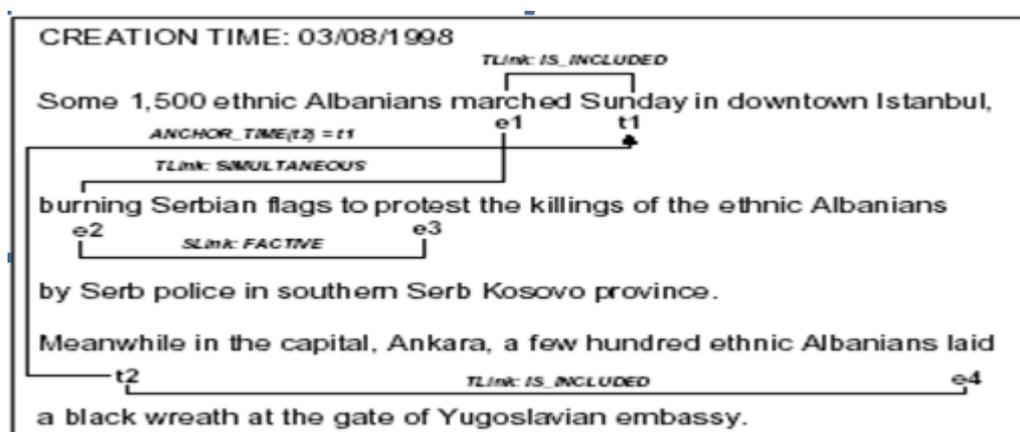


Figure 2.3: Application des règles de l'inférences sur un exemple du corpus RTE

Lors de l'application de la procédure à l'exemple illustré dans la figure 2.3 le module suit les étapes suivantes :

Etape 1: trouver les expressions temporelles t1 et t2.

Etape 2: événements e1 et e4 reliées à t1 et t2 avec TLink : is_includes.

Etape 3: détecter la chaîne des événements (e1, e2, e3).

Etape 5: T1 et T2 sont liés (par un ANCHORTIME (t2)=t1), ce qui signifie que e1, e2, e4 et e3 sont simultanés.

6.2) Synthèse

Ce groupe s'est focalisé sur la déduction de nouvelles relations entre événements. Cette étude sur l'inférence temporelle a permis d'établir plusieurs règles d'inférences reliant les événements et les expressions temporelles.

7) Conclusion

Dans ce chapitre nous avons exploré la logique temporelle et ses applications dans le traitement du langage Naturel. Nous avons aussi illustré avec les travaux du groupe (HLTRI) les différents types d'inférences temporelles existants, Nous avons remarqué que ce groupe ne se base que sur l'amélioration des détections des relations temporelles existantes entre événements et expressions temporelles.

Nous nous sommes inspirés de ces travaux dans notre façon de procéder pour élaborer le corpus et concevoir nos inférences.

Nous allons montrer dans les prochains chapitres comment nous avons concrétisé cet objectif.

Partie 2

Conception, réalisation et mise en œuvre du système TIMINF

Résumé :

Cette partie de notre mémoire est composée de trois chapitres qui regroupent la conception et la réalisation de notre projet.

Dans le chapitre trois, nous avons entrepris une démarche expérimentale à base de corpus afin de dégager les différentes classes d'inférence temporelle et à partir de cette analyse, nous avons conçu l'architecture du système de reconnaissance d'inférence textuelle TIMINF présenté dans le chapitre quatre.

Nous nous sommes intéressés dans le dernier chapitre à l'évaluation des sorties de notre système en le confrontant à un corpus de test adapté.