



HAL
open science

Analyse cognitive d'expressions temporelles dans un dialogue homme-machine en langage naturel

Laurent Romary, Jean-Marie Pierrel

► **To cite this version:**

Laurent Romary, Jean-Marie Pierrel. Analyse cognitive d'expressions temporelles dans un dialogue homme-machine en langage naturel. Conférence AFCET-RFIA, 1989, Paris, France. hal-00521599

HAL Id: hal-00521599

<https://hal.science/hal-00521599>

Submitted on 23 Mar 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Analyse cognitive d'expressions temporelles dans un dialogue homme-machine en langage naturel.

Cognitive analysis of temporal expressions in a man-machine dialogue using natural language.

Laurent Romary - Jean-Marie Pierrel.

CRIN-INRIA Lorraine - B.P. 239
54506 Vandœuvre lès Nancy
Tél. : 83 91 20 00

La prise en compte du temps dans un dialogue homme-machine est une tâche d'importance qui n'a pas encore été traitée dans sa globalité. Nous proposons ici un modèle simplifié de représentation de ces informations temporelles qui vise justement à intégrer, en un même traitement, des niveaux d'analyse de la langue qui sont différenciés dans les systèmes de dialogue développés jusqu'ici. Plus particulièrement, nous abordons le problème de la représentation de la sémantique des expressions temporelles du langage naturel pour montrer comment notre modèle permet de reprendre les représentations couramment admises en les complétant de nouvelles informations d'origine contextuelle.

Temps, dialogue, langages naturels, cognition.

Dealing with time information in a man-machine dialogue is an important task, which has not yet been treated as a whole. In this paper, we propose a simplified model for representing those temporal information which intend to unify in a simple way, linguistic levels of analysis usually distinguished in recently designed dialogue systems. More precisely, we address the issue of the meaning representation of temporal expressions observable in natural languages. Thus, we show how this model allows us to shed further light on representations that have been proposed until now, by supplementing them with contextual information.

Time, tense, dialogue, natural languages, cognition.

1 Motivations et objectifs.

La présente étude s'insère dans le cadre des recherches sur le dialogue homme-machine actuellement en cours au CRIN-INRIA Lorraine. Alors que nous développons par ailleurs des systèmes de compréhension de dialogues opérationnels reposant sur des langages artificiels (Diapason : [Alinat 87] et PARTNER : [Morin 87]), la mise en œuvre de véritables dialogues en langage naturel pose encore de nombreux problèmes. En effet, il s'agit de faire intervenir différents niveaux de connaissances - phonologiques, syntaxiques, sémantiques et pragmatiques - pour non seulement reconnaître et comprendre les énoncés du locuteur, mais aussi raisonner sur l'univers de la tâche afin de lui fournir des réponses satisfaisantes.

La plupart des systèmes de gestion de dialogues développés jusqu'ici reposent sur des architectures modulaires où les différentes connaissances mentionnées ci-dessus sont traitées de façon totalement indépendante. Il est alors très difficile d'utiliser les résultats qui concordent à différents niveaux, sans passer par des étapes successives de transformation des données utilisées. Ceci limite fortement les performances de ces systèmes en temps, mais surtout au niveau de la qualité des résultats obtenus.

Une possible alternative consisterait à proposer un modèle unifié de traitement de ces différentes connaissances, afin de mettre en œuvre un système de gestion de dialogues qui échapperait à ces défauts. Comme il est bien évident qu'une telle entreprise n'est pas du tout envisageable à l'heure actuelle, nous proposons d'étudier un problème réduit, mais qui fait néanmoins intervenir tous les niveaux de connaissance d'un dialogue homme-machine : *le temps*. C'est ainsi que successivement, nous présenterons dans cet article :

- l'importance des informations temporelles dans un dialogue homme-machine et les fondements d'une unification possible de leurs traitements,
- une proposition pour un modèle cognitif de représentation du temps fondé sur un nombre réduit d'entités conceptuelles,
- l'application de ce modèle à l'étude des expressions temporelles du langage naturel,
- la mise en œuvre effective de ce modèle et son intérêt pour les problèmes de compréhension.

2 Importance du temps dans un dialogue homme-machine.

2.1 Structures linguistiques.

Le temps, vu comme la succession d'événements de nature quelconque, intervient à différents niveaux d'analyse des informations véhiculées par un dialogue. En premier lieu, tout dialogue, formé des différents énoncés du locuteur et de la machine, peut être analysé d'un point de vue temporel, en considérant chaque unité linguistique comme un événement perçu par les deux interlocuteurs. La finesse de ces unités dépend alors du degré de précision exigé à un instant donné, puisqu'il peut s'agir de phonèmes, de mots, d'énoncés, d'échanges ou même de sous-dialogues qui s'emboîtent pour former un dialogue complet [Roussanaly 88]. Ainsi, l'énoncé : "J'habite à Nancy", prononcé dans une situation d'interlocution particulière, s'analyse dans le cadre d'un schéma de succession question/réponse s'il intervient après l'énoncé "Où habitez-vous?". Il se décompose aussi en sous-unités syntagmatiques ("J'habite" + "à Nancy"), en mots et peut, si le support de communication est la parole, se ramener à une suite d'événements phonétiques telle que : $3+a+b+i+t...$

Cette manière d'envisager un dialogue n'est pas qu'un artifice d'analyse, dès lors qu'elle fournit une durée et une position à chaque unité linguistique. Ainsi, quand un système de dialogue est connecté à un module de reconnaissance de la parole, il est important de situer sur le signal les éléments linguistiques manipulés les uns par rapport aux autres. Cette information est alors utilisable pour effectuer des prédictions sur des portions d'énoncé non encore reconnues mais aussi pour *comprendre* la portée d'une intervention telle que "Que venez vous de dire ?" sur la base d'un raisonnement portant sur le temps.

2.2 Espace de raisonnement.

A l'opposé des problèmes linguistiques, l'univers du discours fournit un espace de raisonnement où le temps tient aussi une place importante. Un système de dialogue doit en effet être en mesure de gérer les informations que le locuteur lui apporte, en reconnaissant notamment des schémas temporels courants tels que les suites cause-conséquence ou action-résultat. Ainsi, dans le cadre d'un système de renseignements administratifs, si le locuteur signale qu'il doit partir en vacances en Roumanie, le système doit inférer que celui-ci devra probablement faire une demande de visa et anticiper ainsi sur les énoncés à venir. Comme il est difficile d'envisager a priori tous les schémas de ce type pouvant apparaître dans un domaine aussi vaste que les renseignements administratifs, il est indispensable de procurer au système des moyens de mémorisation de nouveaux schémas en fonction de sa propre expérience.

2.3 Sémantique de la langue.

Entre les deux aspects décrits ci-dessus, la sémantique du langage permet d'associer à de nombreuses expressions ayant une portée temporelle particulière des représentations complexes sur lesquelles il sera possible de raisonner. En premier lieu, nous pouvons assimiler toute phrase simple à

la description d'une situation se déroulant dans le temps. Ainsi, les énoncés : "un coup de feu claqua", "j'ai fermé la porte" ou "la mer est bleue" font tous référence à un certain laps de temps pendant lequel l'événement décrit par chacun se produit. La situation ou la durée de ces événements peuvent être considérées différemment en fonction du niveau de connaissance du locuteur (ce que celui-ci a voulu dire), ou de l'auditeur (ce qu'il a compris), mais dans tous les cas, ce temps existe et doit donc être représenté. Par extension, on considérera que toute expression prédicative (par exemple : "la demande de carte d'identité") dénote une *zone temporelle* particulière. Dans la plupart des cas, cette zone est située plus précisément dans le temps grâce à différents marqueurs linguistiques qui accompagnent ces expressions.

Dans le cas de prédicats exprimés par des formes verbales, le temps grammatical, qui se traduit par des marques morphologiques et des auxiliaires, explicite des relations déictiques entre l'acte d'énonciation et l'événement décrit par celui-ci. Une information encore plus précise est alors souvent obtenue grâce à des locutions temporelles adverbiales qui peuvent être elles-mêmes déictiques ("hier", "demain") ou anaphoriques ("le lendemain", "trois jours plus tard"). A ceci s'ajoute une information aspectuelle qui permet d'exprimer un même événement de différentes façons suivant le point de vue temporel que l'on adopte. Ainsi, les énoncés "Hier, je chantais quand Leon est entré" et "j'ai chanté" peuvent très bien faire référence à la même action de chanter, mais dans un cas celle-ci est vue de l'intérieur (imparfait) et dans l'autre (passé composé), elle est à la limite considérée comme ponctuelle.

2.4 Nécessité d'une vision cognitive d'ensemble.

Nous observons que les différents points abordés ci-dessus concernent des domaines variés que plusieurs disciplines, l'intelligence artificielle et la linguistique notamment, ont abordés, chacune à des niveaux différents. L'étude du temps présente donc cet avantage d'autoriser l'abord simultané de tous ces niveaux sous un même angle. Pourtant, il ne faut pas retomber dans les écueils de la modularité qui conduirait à proposer un formalisme particulier pour chacun d'eux. Au contraire, le modèle que nous proposons et que nous allons développer, vise à adopter une vision d'ensemble *cognitive* de tous ces phénomènes pour les traiter sur la base d'un seul modèle. Notons enfin, l'importance de cette démarche pour l'étude de la communication homme-machine, puisqu'elle ouvre de nouvelles voies pour l'intégration des données contextuelles dans la compréhension d'un dialogue, tel que nous le montrons dans [Romary 89b].

3 Un modèle cognitif d'analyse et de représentation du temps.

3.1 Les éléments de base.

3.1.1 Les zones temporelles.

Définition : Toute entité susceptible d'être manipulée par un système intelligent et se déroulant dans le temps est représentée dans ce modèle par une *zone temporelle*. Les zones temporelles sont les seuls objets manipulés explicitement par ce modèle.

Origine : Les zones temporelles susceptibles d'être créées dans un système de dialogue homme-machine ont deux origines :

- elles sont perçues par le système comme un ensemble d'informations formant un tout conceptuel dans son environnement. C'est le cas par exemple des énoncés du locuteur, et plus particulièrement des unités les plus fines qui les composent.
- elles résultent d'une opération déductive effectuée à l'intérieur du système, soit pour construire une représentation de la sémantique d'un énoncé à valeur temporelle, soit plus généralement, lors d'un raisonnement sur l'univers de la tâche.

Propriétés : Comme il n'y a qu'une seule sorte de zones, les propriétés qui permettent de les différencier ne sont que temporelles et résultent soit des relations temporelles explicites qu'elles établissent entre elles et que nous allons décrire ci-après, soit de liens d'héritage qui les attachent à des zones temporelles plus abstraites. Les zones ne sont donc pas liées à une quelconque ligne des dates, puisque leur valeur temporelle est uniquement relative. Par la suite, nous étiqueterons les zones de façon à les visualiser plus facilement, mais aucun des mécanismes décrits ne repose sur ce marquage.

3.1.2 Les relations.

Nous n'introduisons entre les zones temporelles que deux relations distinctes : *l'adjacence* et *l'inclusion* :

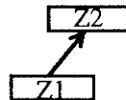
- Deux zones Z1 et Z2 sont adjacentes (noté : $adj(Z1, Z2)$ ou $adj_i(Z2, Z1)$) si Z1 est perçue par un système de représentation avant Z2 de manière distincte au niveau temporel.

Schématiquement cette relation sera représentée ainsi :



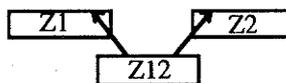
- Une zone Z1 est incluse dans une zone Z2 (noté : $inc(Z1, Z2)$ ou $inc_i(Z2, Z1)$) si Z1 est perçue par un système de représentation à l'intérieure de Z2 de façon distincte.

Nous représenterons cette relation ainsi :



L'adjacence et l'inclusion forment un ensemble minimal de relations admissibles au niveau cognitif comme le montrent notamment les études faites par Piaget (46). Loin de vouloir à tout prix copier le modèle humain, il nous est apparu important que dans un dialogue homme-machine, le système raisonne dans un univers de concepts proche de celui du locuteur afin d'assurer une meilleure compréhension réciproque. D'un côté, la relation d'adjacence représente la succession d'événements disjoints dans le temps et c'est par elle que vont s'exprimer par exemple les schémas de causation rencontrés dans l'univers de l'application. Parallèlement, l'inclusion est assimilable à une inclusion mathématique entre deux intervalles, mais possède une portée supplémentaire liée à la possibilité de raisonner suivant une granularité variable dans le temps. Ainsi si une zone est incluse dans une autre, cela reflète un détail de représentation qui n'est pas obligatoirement probant au niveau de la zone la plus importante.

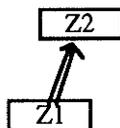
Propriétés : Les deux relations introduites s'excluent mutuellement mais ne forment pas un ensemble exhaustif des relations envisageables entre deux zones temporelles quelconques. Nous avons en effet voulu éviter d'introduire une relation de chevauchement ('overlaps') tel qu'elle apparaît dans différents autres travaux ([Allen 83], [Van Eynde 87]), car celle-ci ne correspond pas à une véritable relation perçue ou exprimée par le langage naturel. La perception et l'analyse de deux événements qui se chevauchent nécessite en effet de préciser la structure plus fine de ces deux événements au niveau de la partie commune. Cela revient donc, si on étudie deux zones temporelles Z1 et Z2 qui se chevauchent à introduire par exemple une troisième zone Z12 incluse dans les deux simultanément de la façon suivante :



3.2 Les outils d'analyse.

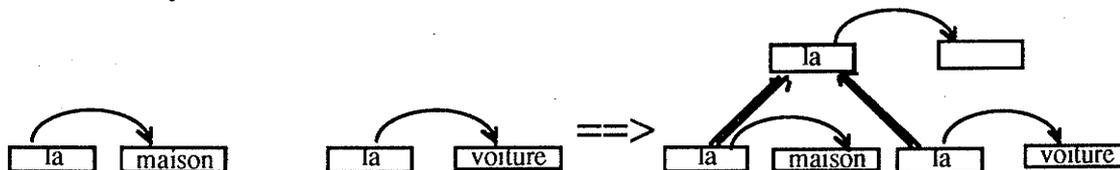
3.2.1 Mécanismes d'héritage.

Toute opération faisant intervenir le temps nécessite l'utilisation de schémas standards tels que des suites causes-conséquences pour des raisonnements sur l'univers du discours, ou des structures linguistiques pour la reconnaissance des énoncés du locuteur. Si, dans le cadre d'un dialogue homme-machine, on désire conserver au système une certaine souplesse de fonctionnement, il est indispensable que de tels schémas ne soient pas figés mais puissent être appris au fur et à mesure du fonctionnement du système. La mise en place d'une relation d'héritage entre zones temporelles correspond alors bien avec ces objectifs puisqu'elle permet la mémorisation de propriétés générales, tout en laissant pour chaque instance une liberté de structure qui lui est propre. Nous schématiserons qu'une zone Z1 hérite d'une zone Z2 (ou classe de zones) de la façon suivante :



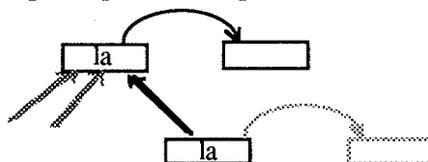
Le mécanisme d'héritage entre zones temporelles ne repose pas sur la localisation des propriétés au niveau de la classe elle-même, mais plutôt sur l'utilisation des anciennes propriétés possédées par les autres instances de cette classe. Ainsi, au fur et à mesure que de nouvelles zones sont attachées à une classe donnée, les propriétés temporelles de cette dernière vont nécessairement évoluer. Par exemple, la connaissance de la durée d'une zone référée par une expression telle que "la matinée" dépendra des anciens contextes dans lesquels a pu intervenir cette même expression.

Les mécanismes liés à cette relation d'héritage sont de deux types. Tout d'abord l'apprentissage s'effectue par induction structurelle et création d'une nouvelle zone plus abstraite, dès lors que deux schémas temporels sont connus. Ainsi, on peut apprendre la structure d'un groupe nominal général commençant par "la" en combinant les informations comprises dans les expressions "la maison" et "la voiture" de la façon suivante :



Après quoi une deuxième opération, de restitution d'information cette fois, est possible, quand une nouvelle instance de "la" apparaît. Il en résulte une prédiction relative à une zone qui doit suivre cette

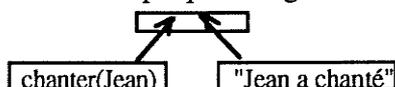
instance. Plus de précision concernant cette prédiction peut être obtenue en consultant les anciennes instances de "la", conformément aux principes établis pour notre relation d'héritage :



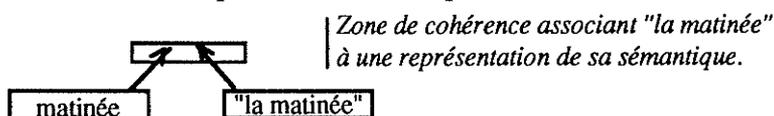
Divers problèmes liés à ces opérations concernent le choix des structures sur lesquelles l'apprentissage va s'effectuer et les propriétés temporelles à conserver lors d'un apprentissage particulier. Ces aspects sont discutés dans [Romary 89].

3.2.2 Zones de cohérence.

Les zones de cohérence sont des zones qui ont acquis par apprentissage une structure temporelle particulière associant entre elles plusieurs autres zones. Parmi les nombreux usages qui peuvent en être fait ([Romary 88]), elles sont pour nous un outil important de l'étude de la sémantique du langage naturel car elles associent à une partie d'énoncé un élément de représentation qui lui est propre. Par exemple, à toute phrase simple - indépendamment de son temps de conjugaison - il est possible d'associer une zone temporelle représentant l'événement qu'elle décrit. La construction correspondante passe alors par une zone de cohérence que nous représentons pour la phrase "Jean a chanté" où l'énoncé est distingué de sa sémantique par des guillemets :



Ce type d'association ne se limite pas à un niveau de la phrase, puisque l'on peut associer une zone temporelle à une partie d'énoncé telle que : "la matinée" qui décrit elle aussi une situation :



Ainsi, à tous les niveaux d'un énoncé (ou même d'un dialogue), nous construisons des éléments de représentations qui vont s'emboîter pour former une représentation complète. Les zones de cohérence permettent alors de centraliser de telles associations au niveau d'un seul élément et donc d'envisager de manière relativement simple l'automatisation de ces traitements.

3.2.3. Zones d'attention.

Lors d'une opération de déduction ou de reconnaissance, il arrive souvent que nous puissions faire une prédiction relative à l'apparition d'une zone temporelle, sans pouvoir pourtant en déterminer l'origine. C'est pour représenter ce phénomène que nous avons introduit le concept de zone d'attention. Ainsi nous représenterons l'expression "Après minuit,..." comme suit :



Les zones d'attention correspondent donc à des prédictions incertaines prêtes à être remplacées par la première information disponible. Elles vont donc servir en particulier à relier différentes expressions, propositions ou phrases qui se complètent dans un récit ou un dialogue. Si en complément de "Après minuit", apparaît "je suis parti", l'action décrite par cette dernière proposition trouvera naturellement sa place :



Bien sûr, l'information complémentaire peut être mentionnée avant ou après l'apparition effective de la zone d'attention ; comme dans "Je suis parti après minuit". Dans le cas d'un dialogue, ce peut être un moyen de comprendre le lien entre la question : "Quand es-tu parti ?" et la réponse : "Après minuit". Ces différentes approches sont un atout pour notre modèle puisqu'il intègre ainsi les différents niveaux de structure d'un dialogue homme machine en une même représentation.

La zone d'attention peut être par ailleurs rapprochée du point de référence introduit par Reichenbach (1947) et repris dans de nombreux travaux concernant le temps dans le langage naturel ([Yip 85],[Borillo 88]). Les deux outils visent au même but pour représenter par exemple les temps grammaticaux sans relier directement le temps du discours au temps de l'événement décrit. Cependant, dans notre cas, la zone d'attention n'est pas qu'un artifice de traitement, car elle correspond effectivement à une zone temporelle qui n'a pas encore été déterminée. Un autre avantage de la zone d'attention est qu'elle s'intègre plus spécifiquement dans la logique de notre modèle et son usage n'est pas de ce fait limité à l'étude de la langue.

3.3 Evaluation comparative de ce modèle.

Puisqu'il s'appuie avant tout sur une structure d'événements plutôt que sur une structure de dates, notre modèle peut être opposé à celui de Allen (83, 84), très utilisé en intelligence artificielle. Allen s'appuie sur une explicitation exhaustive des relations pouvant exister entre deux intervalles de temps, sans faire appel aux relations sous-jacentes entre leurs bornes. Nous les rappelons dans la table 3.1.

Relation	Symbole	Symbole pour l'inverse	Exemple
X before Y	<	>	XXX YYY
X equal Y	=	=	XXX YYY
X meets Y	m	mi	XXXYYY
X overlaps Y	o	oi	XXX YYY
X during Y	d	di	XXX YYYYY
X starts Y	s	si	XXX YYYYY
X finishes Y	f	fi	XXX YYYYY

Table 3.1: les 13 relations de Allen (83).

Nous avons montré par ailleurs ([Romary 88]), combien cette structure était redondante, dès que la notion de borne d'intervalle - et donc d'instant - n'avait pas d'importance pour un système de raisonnement donné. Ainsi, dans le cadre d'un dialogue homme-machine, aucune information n'est disponible permettant d'affirmer que deux intervalles se côtoient strictement, à moins de se placer dans le contexte d'un discours mathématique qui n'est pas de notre ressort ici. Nos deux relations apparaissent donc comme une simplification pour la représentation du temps, sans que nous perdions pour autant de puissance par rapport aux informations véhiculées par le langage. Reste la relation de chevauchement, dont nous avons montré qu'elle n'était pas nécessairement pertinente au niveau cognitif.

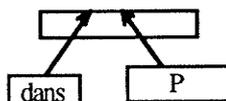
Une autre différence importante avec le modèle de Allen est que nous ne faisons pas de distinction ontologique entre certains objets conceptuels tels que action, état ou processus. Ces catégories sont difficilement acceptables dès que l'on désire obtenir une certaine souplesse d'analyse pour un système de communication homme-machine. En effet, une fois celles-ci adoptées, un prédicat particulier de la langue doit absolument se situer dans l'une d'entre-elles même si en réalité la structure temporelle de ce prédicat ne correspond pas exactement avec la référence fournie a priori. Dans notre représentation, la définition de propriétés temporelles particulières pour une zone passe par notre relation d'héritage. Celle-ci, grâce aux mécanismes d'apprentissage et de restitution, permet d'envisager une organisation plus complexe des zones temporelles, qui s'adapte aux circonstances d'analyse.

Enfin, et nous nous rapprochons de Allen sur ce point, nous n'avons pas adopté de structure d'instant particulière comme l'ont fait McDermott (82) ou Nef (84) qui préconisent une vision arborescente du temps afin de représenter l'incertitude existant dans le futur et donc les différents possibles qui peuvent succéder à l'instant présent (les 'chroniques' de McDermott par exemple). En fait, une telle incertitude n'existe pas que dans le futur. Entre deux zones temporelles quelconques, correspondant par exemple à deux éléments d'information relatifs à un événement connu du système, il est possible de construire différentes hypothèses pour le passage de l'une à l'autre, qui sont autant de chemins temporels pouvant coexister dans un espace de représentation. Nous avons donc choisi de ne pas limiter les formes que peuvent prendre nos représentations temporelles.

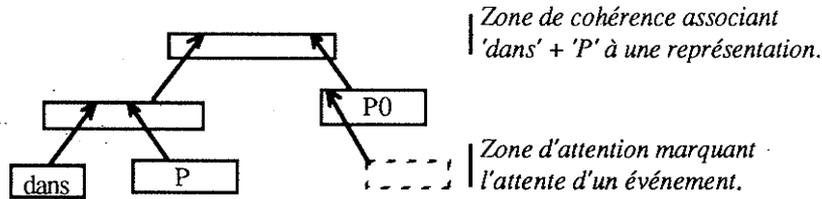
4. Application à l'étude des expressions temporelles du langage naturel.

4.1 Reconnaissance de structures.

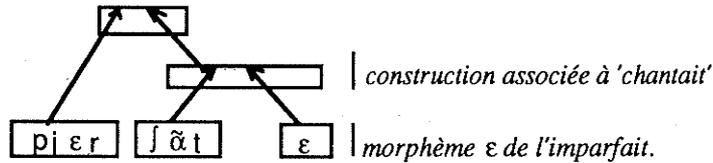
Avant de songer à interpréter une expression linguistique, il est indispensable de reconnaître dans sa structure les indices spécifiques porteurs de signification. Cette opération s'intègre naturellement dans la définition de notre modèle, puisque tous les mots du lexique ou les marques morphologiques se représentent eux aussi par des zones temporelles. De plus les mécanismes liés à la relation d'héritage conduisent à instancier des structures syntaxiques particulières sur la base d'indices tels que les mots grammaticaux par exemple, qui conduisent à très peu de constructions. Ainsi, pour l'expression "Dans la nuit", la reconnaissance de 'dans' conduit à l'instanciation d'une structure temporelle particulière envisageant la présence d'un groupement nominal 'P' après le mot déclencheur :



En supposant que l'on a associé à P une zone temporelle représentant sa signification et que nous étiqueterons 'P0', nous pouvons construire dans une même zone de cohérence la signification de l'expression : 'dans' + 'P' de la façon suivante :

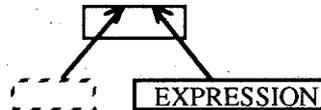


Dans le cas d'indices morphologiques, le processus est sensiblement le même puisqu'il s'agit de reconnaître dans le message qui parvient au système une structure temporelle particulière conduisant à l'établissement d'une représentation par l'intermédiaire d'une zone de cohérence. Simplement, cette analyse exigera que l'on descende au niveau du phonème comme dans le cas de la phrase "Pierre chantait" où la terminaison '-ait' doit être extraite de la façon suivante :



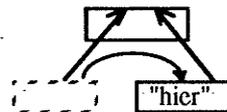
4.2 Déictiques.

Une référence déictique consiste à positionner l'action courante par rapport à l'expression qui exprime cette action. Dans notre analyse, la forme générale des constructions obtenues sera alors :

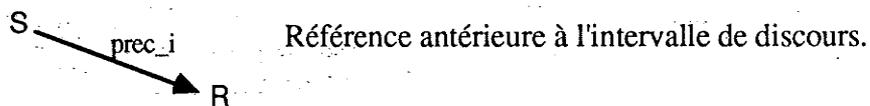


A cette représentation vont s'ajouter différentes informations, suivant le degré de connaissance du système relativement à l'expression courante. En effet, il n'existe pas de façon générale, une unique représentation pour une expression temporelle donnée. Bien plus, pour un même auditeur, le niveau de complexité de la représentation associée à une expression pourra varier suivant les besoins, c'est à dire suivant les contextes d'interprétation. Pour illustrer ceci, nous focaliserons notre attention sur l'analyse d'une expression relativement simple : 'hier'.

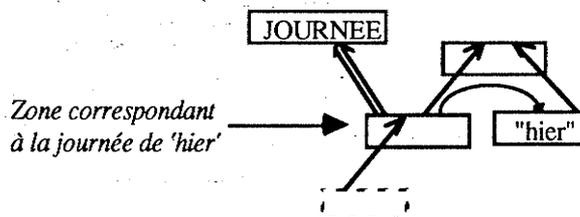
En prenant une interprétation "immédiate" de 'hier', telle que l'on peut la rencontrer dans [Borillo 88] ou [Van Eynde 87], nous pouvons situer l'action de l'énoncé dans le passé par rapport à celui-ci, ce qui ajoute une relation temporelle à la représentation de base que nous venons de donner :



On peut alors rapprocher cette représentation de celle, analogue, proposée par A. et M. Borillo sur la base des travaux de Yip (85) :



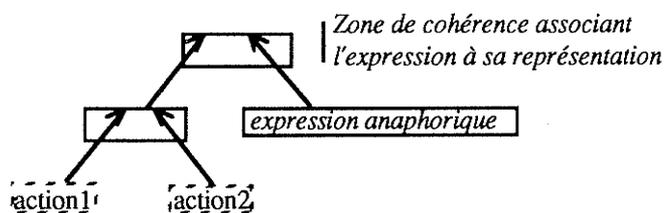
Notre représentation n'apporte alors rien de plus que celles qui ont déjà été proposées. Cependant, les connaissances que peut avoir un locuteur/auditeur de la sémantique de ce mot ne se limitent pas à une simple relation temporelle. Il peut être important, pour effectivement *comprendre* 'hier' de savoir aussi que l'action se situe dans une journée passée par rapport à l'énoncé. Auquel cas il sera nécessaire d'instancier une zone temporelle intermédiaire, héritant par exemple de la classe générale des journées de la façon suivante :



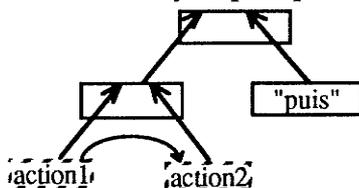
Cet apport supplémentaire d'information est important, car il permet de ne pas limiter la représentation associée à une expression linguistique sous la forme d'une construction figée, mais plutôt de moduler à loisir de telles représentations.

4.3 Anaphoriques.

L'analyse des expressions anaphoriques est similaire à celle effectuée pour les déictiques si ce n'est qu'elle fait intervenir deux zones d'attention, l'une destinée à accueillir l'ancienne action du discours ('action1') et l'autre pour l'action courante décrite par l'énoncé ('action2'). La forme de base associée à une telle expression est alors :



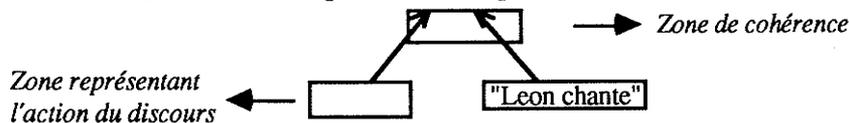
Là encore ce schéma de base se complète suivant les expressions rencontrées. Ainsi l'adverbe 'puis' exprime une relation temporelle de précédence entre 'action1', action décrite par un énoncé précédent et 'action2', de l'énoncé courant commençant par "puis", de la façon suivante :



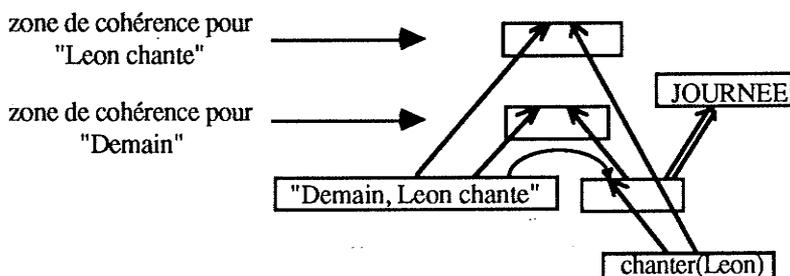
Dans le cas d'expressions plus complexes telles que "la semaine suivante" ou "la veille", il faudra de nouveau faire intervenir des connaissances supplémentaires en fonction des exigences du contexte d'interprétation.

4.4 Temps et aspect.

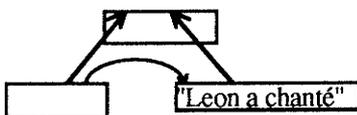
Nous avons déjà indiqué que pour une phrase simple telle que : "Leon chante", nous associons au prédicat exprimé par le verbe, une zone temporelle correspondant à l'action de l'énoncé :



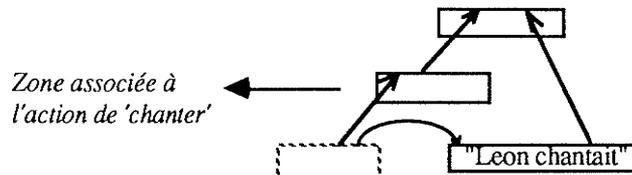
La prise en compte du temps grammatical de l'énoncé consiste alors à compléter cette représentation par des relations temporelles éventuelles (passé ou futur), ainsi que par des zones d'attention pour représenter la manière dont l'action est envisagée (l'aspect), mais aussi afin de lier entre eux les différents énoncés d'un discours. Dans le cas du présent, dont les valeurs peuvent être multiples - passé proche, présent effectif ou futur - le schéma ci-dessus ne peut être complété et nous garderons donc cette vision atemporelle du présent. Bien souvent, le contexte précise de lui-même les positions relatives de l'énoncé de la situation. Ainsi, dans "Demain, Leon chante", 'demain' apporte une relation d'antériorité du discours sur la situation que nous pourrions schématiser ainsi :



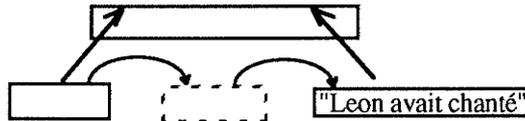
Pour le passé composé (ou le futur), la situation est encore relativement simple puisqu'il existe une relation bien établie entre les deux zones temporelles à comparer. Par exemple, la phrase "Leon a chanté" se représente de la façon suivante :



L'interprétation de temps à forte valeur aspectuelle tels que l'imparfait (où tous les temps progressifs de l'anglais) nécessite la prise en compte d'une zone d'attention indiquant que l'on s'intéresse à la structure fine de l'action courante. Ainsi "Leon chantait" est un énoncé qui ne se suffit pas à lui-même et qui demande la description d'au moins une situation nouvelle. De plus, la marque du passé porte sur cette situation non encore déterminée, puisque Leon peut très bien être encore en train de chanter. L'énoncé précédent se représente donc de la façon suivante, la zone d'attention indiquant que le passé composé implique une répercussion de la situation sur "l'instant présent" :



Dans le cas de temps complexes tels que le plus que parfait ou le futur antérieur, les zones d'attention permettent de rejeter rétrospectivement dans le passé l'événement décrit par l'énoncé. Ainsi, nous représentons la phrase "Leon avait chanté" de la façon suivante :



Enfin, les différentes structures présentées ci-dessus peuvent se combiner pour aboutir à une représentation complète d'un dialogue ou d'un récit tel que celui que nous donnons en annexe accompagné d'une représentation possible.

5 Mise en œuvre du modèle.

5.1 Opérations effectuées.

La réalisation d'un système qui s'appuie sur le modèle ci-dessus passe par la définition de différentes fonctionnalités pouvant être automatisées. Parmi celles-ci, nous avons développé :

- un mécanisme d'appariement de zones temporelles qui associe deux groupements de zones en fonction des relations d'adjacence et d'inclusion. L'apprentissage et la restitution d'informations temporelles s'effectuent alors respectivement par simplification ou par complétion des propriétés temporelles qui ont pu être mises en commun ou non par appariement;
- un mécanisme de déduction temporelle par propagation de contraintes qui s'appuie sur les transitions élémentaires présentées figure 5.1. Ce mécanisme permet aussi de s'assurer qu'un ensemble de zones est localement cohérent au niveau temporel.

<i>a r l b</i> \ <i>b r 2 c</i>	<i>prec</i>	<i>prec_i</i>	<i>in</i>	<i>in_i</i>
<i>prec</i>	<i>prec</i>	pas d'info	{ <i>prec,in</i> } (1)	<i>prec</i>
<i>prec_i</i>	pas d'info	<i>prec_i</i>	{ <i>prec_i,in</i> } (2)	<i>prec_i</i>
<i>in</i>	<i>prec</i>	<i>prec_i</i>	<i>in</i>	pas d'info
<i>in_i</i>	{ <i>prec,in_i</i> } (3)	{ <i>prec_i,in_i</i> } (4)	{ <i>in,in_i</i> } (5)	<i>in_i</i>

Figure 5.1 : transitions élémentaires pour deux relations r_1 et r_2 .

5.2 Implémentation.

Un atelier graphique de manipulation de zones temporelles est en cours d'implémentation et intègre déjà les fonctionnalités d'appariement, d'apprentissage, de restitution et de déduction temporelle. Réalisé en Common Lisp sur station de travail Sun, il autorise un accès direct aux zones temporelles pour étudier des structures possibles ainsi que des stratégies de recherche de schémas standards le long de notre relation d'héritage.

Dans le cas de la représentation d'expressions temporelles, plus particulièrement développée ici, nous envisageons de proposer un outil d'étude systématique de ces expressions pour déterminer quel contexte d'analyse entraîne l'utilisation d'un schéma de représentation particulier pour une expression donnée. Cette dernière tâche doit alors s'effectuer avec l'aide de linguistes auxquels nous faisons d'ors et déjà appel.

6 Conclusion.

Nous avons présenté dans cet article un modèle de représentation des informations temporelles dans un dialogue homme-machine et son application possible à l'analyse d'expressions linguistiques faisant référence au temps. Bien que cette dernière étude n'ait pas été exhaustive, nous avons voulu montrer l'avantage d'utiliser un formalisme général par rapport aux méthodes proposées jusqu'ici, telles qu'une représentation suivant les trois points E,R et S ([Yip 85], [Borillo 88]). Notre approche semble présenter en fin de compte deux attraits pour l'étude du temps dans un dialogue :

- une fois l'analyse d'un énoncé effectuée, la représentation obtenue est directement utilisable par un système général de raisonnement sur le temps reposant sur le même formalisme. Il n'y a pas de transformation à effectuer, ce qui présente aussi l'avantage de ne pas avoir à séparer systématiquement les traitements en modules successifs.

- l'analyse en elle-même d'expressions temporelles n'est pas figée car elle peut faire intervenir des connaissances contextuelles, soit directement à partir de l'expression linguistique, soit grâce à des informations de niveaux supérieurs (raisonnement), en profitant là encore du formalisme unique.

Notre modèle de représentation du temps semble donc une voie intéressante pour l'étude du dialogue homme-machine dans son ensemble avec pour objectif à moyen terme d'aboutir à une unique

représentation des différentes informations nécessaires à son traitement automatique. En particulier, les informations linguistiques ne doivent plus, comme c'est le cas à l'heure actuelle être complètement déconnectées des données de haut-niveau manipulées par exemple par un module de raisonnement. Une solution à ce problème semble pouvoir passer par la définition d'un modèle unique de représentation dont nous avons essayé ici de présenter les principes de base en ne nous intéressant qu'aux seules informations temporelles.

7 Références.

- (Alinat 87) P. Alinat, E. Gallais, J.P. Haton, J.M. Pierrel et P. Richard, "A continuous speech dialog system for oral control of sonar console", Proc. *IEEE ICASSP-87*, 1987.
- (Allen 83) James F. Allen, "Maintaining knowledge about temporal intervals", *Communications of the ACM*, Vol.26 n°11, 1983, pp.832-843.
- (Allen 84) James F. Allen, "Towards a general theory of action and time", *A.I. Journal*, pp.123-154.
- (Borillo 88) Andrée Borillo et Mario Borillo, "Une approche cognitive du raisonnement temporel", *Actes des journées internationales du PRC-GRECO Intelligence Artificielle*, Toulouse, 14-15 mars, 1988, pp.11-36.
- (McDermott 82) D. McDermott, "A temporal logic for reasoning about processes and plans". *Cognitive Science*, Vol.6, 1982, pp.101-155.
- (Morin 87) P. Morin et J.M. Pierrel, "PARTNER : un système de dialogue oral homme-machine", *Actes du congrès COGNITIVA*, Paris, 1987, pp.354-361.
- (Nef 84) Frédéric Nef, *Sémantique de la référence temporelle en français moderne*, Peter Lang, Bern, 1984.
- (Piaget 46) Jean Piaget, *Le développement de la notion de temps chez l'enfant*, P.U.F., Paris, 1946, 3ème ed., 1981.
- (Reichenbach 47) H. Reichenbach, *Elements of Symbolic Logic*, New York, The Free Press, 1947.
- (Romary 88) L. Romary, "A cognitive model for the representation of time in a man-machine dialogue", rapport CRIN n°, Nancy, 1988.
- (Romary 89a) L. Romary, *Vers la définition d'un modèle cognitif pour le représentation du temps dans un système de dialogue homme-machine*, Thèse, Université de Nancy I, 1989.
- (Romary 89b) L. Romary et J.-M. Pierrel, *Should a man-machine dialogue system be modular ?*, Eurospeech 89, Paris, 26-28 sept., 1989.
- (Roussanaly 88) A. Roussanaly, *DIAL : la composante dialogue d'un système de communication orale homme-machine finalisée en langage naturel*, Thèse de doctorat de l'université de Nancy I, 1988.
- (Van Eynde 87) Frank Van Eynde, "Time, A unified theory of tense, aspect and Aktionsart", rapport Eurotra, Université Catholique de Leuven, 1987.
- (Yip 85) Kenneth Man-kam Yip, "Tense, aspect and the cognitive representation of time", *proc. IJCAI 85*, Los Angeles, pp.806-814.

8 Annexe : analyse d'un texte.

Extrait du roman "le nom de la rose" de U. Eco (Grasset) :

"C'était une belle matinée de la fin novembre. Dans la nuit, il avait neigé un peu, mais le terrain était recouvert d'un voile frais pas plus haut que trois doigts. En pleine obscurité, sitôt après laudes, nous avons écouté la messe dans un village de la vallée. Puis nous nous étions mis en route vers les montagnes, au lever du soleil.

Comme nous grimpons par le sentier abrupt qui serpentait autour du mont, je vis l'abbaye."

Représentation temporelle de l'extrait sur la base des différentes structures présentées au paragraphe 5. Chaque zone temporelle est étiquetée en fonction de l'expression linguistique qui l'a dénotée (pour plus de détails sur la construction de cette représentation, voir [Romary 89]) :

