

CAHIER DU LAMSADE

Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la Décision
(Université Paris-Dauphine)
Unité de Recherche Associée au CNRS n° 825

MODÉLISATION FORMELLE DE TEXTES EXPRIMANT DES CONCEPTS TEMPORELS : CAS DES TEXTES JURIDIQUES

CAHIER N° 127
juin 1995

Rim FAIZ ¹
Michel GONDRAN ²

reçu : décembre 1994.

¹ LAMSADE, Université Paris-Dauphine, Place du Maréchal De Lattre de Tassigny, 75775 Paris Cedex 16, France.

² EDF, Direction des Etudes et Recherches, 1 avenue du Général de Gaulle, 92141 Clamart Cedex.

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Pages</u>
Abstract	i
Résumé	i
1. Introduction	1
2. Phases représentatives du corpus	2
3. Les concepts du langage formel de représentation de connaissances temporelles	3
3.1 Les objets (O)	4
3.2 Les unités temporelles	5
3.3 Les entités temporelles (Et)	5
3.3.1 Les événements (Ev)	5
3.3.2 Les propriétés (Pr)	7
3.3.3 Les processus (Pc)	9
4. Les fonctions (F)	10
4.1 Les fonctions objets (FO)	11
4.2 Les fonctions entités (FE)	11
4.3 Les fonctions temporelles (FT)	11
5. Analyse des difficultés de la traduction et interprétations par analogie	12
5.1 Traduction littérale semi-formelle	13
5.2 Traduction formelle	15
5.3 Traduction formelle relevant les problèmes d'ambiguïté et d'incomplétude	15
6. Syntaxe du langage formel de représentation de connaissances temporelles ...	17
7. Sémantique du langage formel de représentation de connaissances temporelles	18
7.1 Présentation des ensembles et des fonctions de base	18
7.2 Sémantique des fonctions	19
7.2.1 Les fonctions temporelles	19
7.2.2 Les fonctions événements et les fonctions résultats	19
7.2.3 Les expressions de calcul de date	19
8. Sémantique des fonctions temporelles ordinales (FTO)	20
8.1 Réduction du nombre des sémantiques à définir	21
8.2 Introduction des opérateurs (+) et (-) et calcul des fonctions élémentaires	21
8.3 <nombre ordinal> ::= x ème	24
8.4 <nombre ordinal> ::= x ème dernier	25
9. Sémantique des fonctions temporelles relationnelles (FTR)	26
9.1 <unité temporelle relative> ::= mois civil	27
9.2 <unité temporelle relative> ::= année civile	27
10. Conclusion	27
Bibliographie	29

FORMAL MODELIZATION OF TEXT EXPRESSING TEMPORAL CONCEPTS : CASE OF LEGAL TEXTS

Abstract

The following study defines a method to transform a natural language text into an Operational Data Processing System. This method involves two steps. The first is manual, it is a formalization of the natural language text into a formal language ; it is a translation, sentence by sentence. The second is automatic, it is a transformation of the defined formal language into an operational program.

The purpose of this paper is to define, first a formal language representing temporal knowledge and its syntax to translate text expressing temporal concepts, and second, a semantic of this formal language to interpret the result of this syntax and to pass automatically to an operational program. This language is mainly based on functions and sets.

In this paper we are interested particularly in the formalization of temporal knowledge in legal texts.

Key words : Artificial intelligence, natural language, temporal modelization, formal specification, temporal knowledges.

MODELISATION FORMELLE DE TEXTES EXPRIMANT DES CONCEPTS TEMPORELS : CAS DES TEXTES JURIDIQUES

Résumé

L'étude suivante s'inscrit dans une démarche de transformation d'un texte en langage naturel vers un système informatique opérationnel. Cette démarche se fait en deux étapes. Une première étape manuelle de formalisation du texte en langage naturel vers un langage formel ; c'est une traduction phrase par phrase. La seconde étape est automatique ; elle consiste en une transformation du langage formel défini vers un programme opérationnel.

L'objet de cet article est de définir d'une part un langage formel de représentation de connaissances temporelles, langage à la fois ensembliste et fonctionnel, et sa syntaxe permettant d'effectuer la traduction d'un texte exprimant des concepts temporels, d'autre part une sémantique de ce langage formel pour interpréter cette syntaxe et passer automatiquement au système informatique.

Dans cet article nous nous intéressons plus particulièrement à la formalisation des connaissances temporelles contenues dans les textes de lois.

Mots clés : Intelligence Artificielle, langage naturel, modélisation temporelle, spécification formelle, connaissances temporelles.

1. Introduction

Depuis le début des recherches en intelligence artificielle, on étudie le langage naturel, intéressant à deux points de vue : d'une part il constitue une fenêtre sur les processus cognitifs dont on aimerait bien avoir une meilleure compréhension et, d'autre part, il constitue un moyen de communication privilégié permettant de faciliter la généralisation de l'utilisation de l'ordinateur. C'est dans cette seconde optique que nous plaçons notre démarche.

Nous présentons dans cet article une approche permettant de transformer un texte en langage naturel vers un système informatique opérationnel. Cette démarche se fait en deux étapes. Une première étape manuelle de formalisation du texte en langage naturel vers un langage formel ; c'est une traduction phrase par phrase (Faïz, 1995^a), nous adoptons une idée similaire à celle de L. Ruqian et C. Cungen (Ruqian et Cungen 1992). La seconde étape est automatique (Faïz, 1995^b) ; elle consiste en une transformation du langage formel défini comme étant un langage ensembliste et fonctionnel, vers un programme opérationnel (cf. figure 1).

Pour valider cette étude, nous avons pris comme support le texte du chapitre 511C de l'Allocation Pour Jeune Enfant (APJE) extrait du Manuel Pratique des Questions de Personnel (EDF, 1989).

L'étude de la représentation de ces types de textes juridiques nous montre l'existence d'une dominance de relations de type temporel entre les concepts. En particulier, le calcul des dates des entités temporelles sera essentiel dans la représentation (Gondran et Faïz, 1995).

Il est en effet nécessaire de représenter, en plus du positionnement des entités temporelles les unes par rapport aux autres comme dans les logiques de J.F. Allen (Allen, 1981, 1983, 1984), (Allen et Hayes, 1985), de D. McDermott (McDermott, 1982), (McDermott et Hanks, 1985), (McDermott et Dean, 1987), (McDermott et Shoham, 1988) et de M.B. Vilain (Vilain, 1982), les relations de ces entités dans un repère absolu.

L'objet de cette étude est de définir un langage formel de représentation de connaissances temporelles pour la formalisation de textes exprimant des concepts temporels. La syntaxe de ce langage formel permettra d'effectuer la traduction ; la sémantique permettra, quant à elle, d'interpréter cette syntaxe pour passer à la phase d'informatisation (Faïz, 1995^b).

Nous présenterons tout d'abord, dans la section 2, un extrait de phrases représentatives des problèmes posés. Puis, à la section 3, nous introduirons les concepts du langage formel. A la section 4, nous définirons trois types de fonctions, à savoir les fonctions objets, les fonctions entités et les fonctions temporelles. A la section 5, nous passerons par trois étapes afin d'analyser les difficultés de la traduction et les interprétations par défaut nécessaires pour éliminer les ambiguïtés et obtenir un langage formel de représentation de connaissances temporelles, précis et non ambigu. Ce langage formel est à la fois ensembliste et fonctionnel. La présentation de la syntaxe sera proposée à la section 6. La sémantique des fonctions définies sera présentée aux sections 7, 8 et 9. Enfin, nous indiquerons les perspectives futures de cette étude.

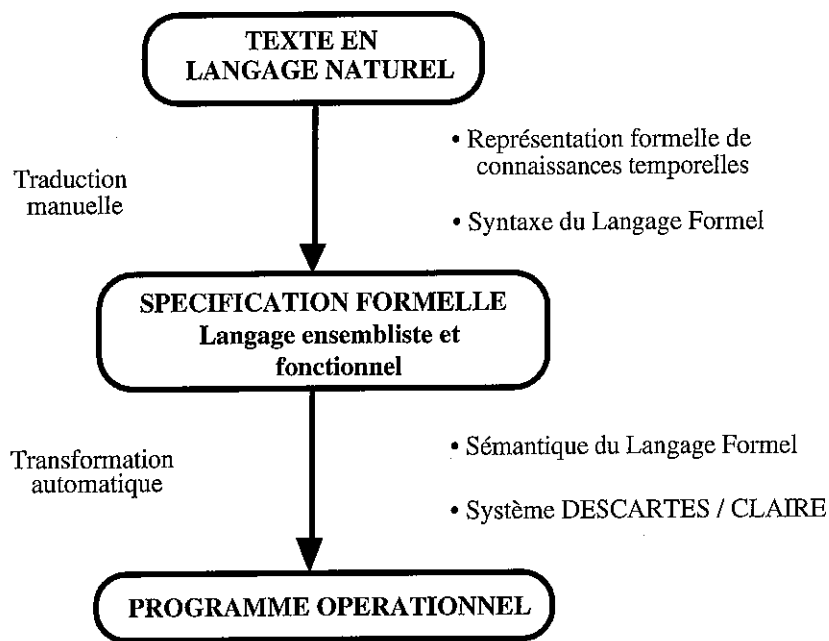


Figure 1. Passage d'un texte en Langage Naturel au Programme Opérationnel

2. Phrases représentatives du corpus

En sciences humaines, les textes les plus formalisés sont les textes juridiques et ils se prêtent donc beaucoup mieux que d'autres à une analyse formelle. En effet, dans un texte juridique qui spécifie les droits et les obligations de chacun, il y a un effort de précision dans la rédaction pour tenir compte, par exemple, des différents cas possibles, ce qui fait que ces textes sont, plus que d'autres, cohérents et complets (cf. (Bourcier, 1995), (Bourcier et Mackay, 1992)). La présentation de ces textes est en général structurée et leur formulation obéit à des règles d'expression assez systématiques.

Le problème essentiel au niveau de la représentation de ces types de textes n'est pas seulement lié à la logique déontique comme on pourrait le croire (*le terme déontique est celui qui a été adopté par les logiciens pour décrire les logiques qui permettent de raisonner sur des actions obligatoires, permises ou interdites* (Hilpinen, 1981), (Kalinowski, 1965, 1972), (Von Wright, 1951, 1968)) mais aussi à la représentation du temps (Bestougeff et Ligozat, 1989), c'est-à-dire à la logique temporelle.

En effet, l'analyse d'un corpus de texte de lois d'une trentaine de pages (environ 10000 mots) nous a permis de relever des régularités de formulation qui soulignent la présence de connaissances temporelles dans ce type de textes.

Ces connaissances apparaissent dans ces textes juridiques sous des formes diverses : temps des verbes, concepts temporels tels que : "jour", "date", "période", conjonctions temporelles telles que "suivant le", "à compter de", "au cours de", etc. Cette diversité reflète l'importance des notions temporelles dans les textes juridiques comme le montrent les quelques exemples suivants extraits du texte de l'Allocation Pour Jeune Enfant (EDF, 1989). Ce texte fixe les conditions générales d'ouverture du droit et d'attribution de l'Allocation Pour Jeune Enfant (A.P.J.E.) aux agents travaillant à l'EDF.

P1 : *"L'allocation pour jeune enfant sans conditions de ressources est versée du premier jour du mois civil suivant le troisième mois de grossesse, au troisième mois de vie de l'enfant".*

P2 : *"L'allocation pour jeune enfant avec conditions de ressources est versée à compter du quatrième mois de vie, jusqu'à ce que le dernier enfant atteigne son troisième anniversaire".*

P3 : *"Le droit à l'allocation pour jeune enfant est ouvert à compter du premier jour du mois civil suivant le troisième mois de grossesse".*

P4 : *"Le droit à l'allocation pour jeune enfant s'ouvre au premier jour du mois civil suivant celui au cours duquel l'enfant est accueilli au foyer".*

P5 : *"Le droit à l'allocation pour jeune enfant s'éteint au dernier jour du mois civil au cours duquel l'enfant atteint son troisième mois de vie si les ressources de la famille excèdent le plafond de ressources annuel".*

P6 : *"Le droit à l'allocation pour jeune enfant s'éteint au plus tard le dernier jour du mois civil précédant celui au cours duquel l'enfant atteint son troisième anniversaire".*

P7 : *"Le droit à l'allocation pour jeune enfant s'éteint au premier jour du mois civil suivant celui au cours duquel l'interruption de grossesse est survenue".*

P8 : *"Versée mensuellement dès le mois civil qui suit le troisième mois de la grossesse, l'allocation pour jeune enfant est servie jusqu'au troisième mois de vie de l'enfant".*

P9 : *"Le premier examen prénatal doit être subi avant la fin du troisième mois de grossesse".*

3. Les concepts du langage formel de représentation de connaissances temporelles

Notre ontologie est construite à partir de quelques concepts fondamentaux qui sont décrits dans les sections suivantes :

- Les objets (*APJE, enfant, mère,...*) qui sont des entités élémentaires du domaine d'application ;
- les unités temporelles (*jour, semaine, mois, année, mois civil, ...*) qui sont des concepts associés à des intervalles de temps. Le grain temporel (*jour*) est ici l'unité atomique de temps ;
- les entités temporelles qui sont des événements (*naissance de l'enfant, grossesse de la mère, ...*), des propriétés (*droit à l'APJE*) et des processus (*passation examens prénataux de la mère*). On retrouve ainsi les trois types d'entités liées au temps d'Allen (Allen 1984) ;
- les intervalles de temps qui représentent la période de durée d'une entité temporelle et les relations temporelles (*suivant le, au cours de, précédant le, ...*) entre les unités temporelles et ces intervalles de temps ;
- les fonctions objets ;
- les fonctions entités (fonction-événement, fonction-processus, fonction-propriété) ;
- les fonctions temporelles (relationnelles et ordinales).

Dans la section 3.1, nous introduisons les objets du domaine d'application. Dans la section 3.2, nous définissons les différents types d'unités temporelles. La section 3.3 est consacrée à la définition des entités temporelles (types d'événements, de propriétés et de processus). Enfin, dans la section 3.4, nous définissons les deux types d'intervalles de temps et nous introduisons les relations temporelles.

On notera **E** l'ensemble des entités (cf. figure 3), **O** l'ensemble des objets du domaine, **Et** l'ensemble des entités temporelles, **Dt** l'ensemble des dates d'intervalles, $E = \{O, Et, Dt\}$.

3.1 Les objets (O)

Les objets sont des entités élémentaires sur lesquels sont définis les entités temporelles du domaine d'application. *Exemples : APJEscr (APJE sans conditions de ressources), APJEacr (APJE avec conditions de ressources), enfant, mère.*

En fait, les objets qui sont des termes du domaine d'application, ne sont pas complètement indépendants. En effet, ils sont liés entre eux par des relations que l'on peut présenter par un schéma conceptuel. Ce dernier décrit les entités du domaine d'application et les relations entre ces entités (cf. figure 2).

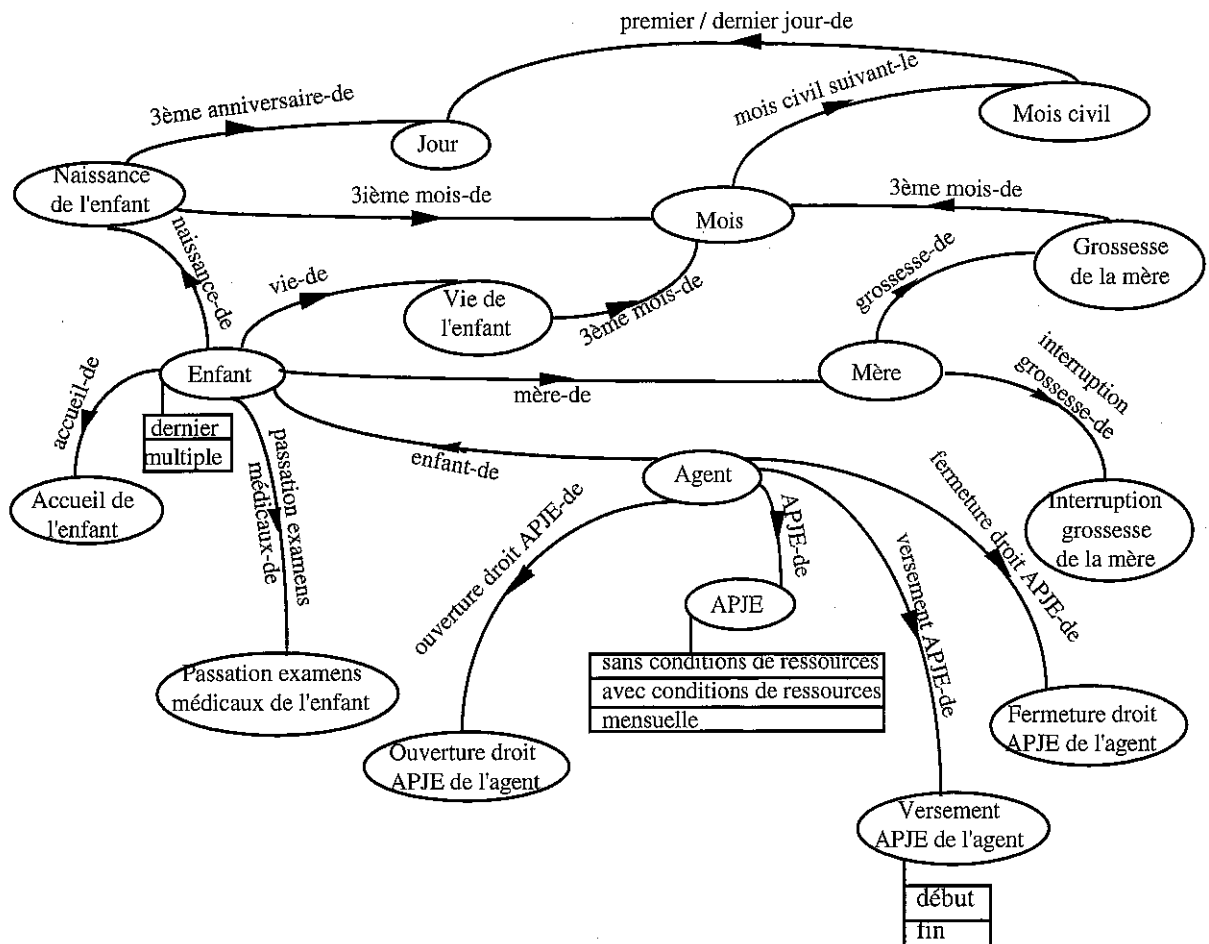


Figure 2. Schéma conceptuel des entités

3.2 Les unités temporelles

La modélisation des unités et des entités temporelles doit se faire, comme le propose d'une manière générale Kayser (cf. Kayser, 1987), à **profondeur variable**. Ici la profondeur correspond à la **granularité temporelle** g du contexte (cf. (Hobbs, 1985), (Euzenat, 1993), (Gayral et Grandemange, 1991), par exemple ; seconde, jour, mois, etc.

La granularité a l'avantage de permettre d'exprimer les données automatiquement dans une unité qui sera considérée comme pertinente. Si cette unité se révélait ne pas être pertinente, elle peut, bien sûre, être convertie. A cet égard, il faut disperser la confusion qui réside bien souvent entre granularité et format. Dire qu'une expression temporelle doit être exprimée en jours, mois, et année, c'est dire deux choses :

- Que le format d'expression de l'unité est jour, mois et année.
- Que la granularité de ce format est le jour.

D'une manière générale, pour une granularité minimale g , il existe plusieurs types d'unités temporelles :

- **les unités temporelles précises** qui correspondent à un nombre précis d'unités g ; dans notre cas où le grain temporel g est le jour, on aura les unités temporelles suivantes : *jour* (*grain temporel*), *semaine* (= 7 jours), *quinzaine* (= 15 jours);

- **les unités temporelles imprécises** correspondant à un nombre d'unités g (ici à un nombre de jours) qui n'est pas complètement défini : *mois*, *année* ;

- **les unités temporelles relatives** qui sont imprécises tant qu'on n'a pas défini l'objet sur lequel elles portent mais qui deviennent précises lorsqu'on en précise l'objet ; *exemple* : *mois civil*.

Remarque :

L'unité atomique de temps est, dans ces textes, le *jour* qui est la granulation minimale. Pour d'autres types de problèmes, il faudrait prendre une granularité plus petite (heure, minute, seconde, ...) ou plus grande (mois, années, siècles, ...).

3.3 Les entités temporelles (Et)

Elles se différencient en considérant les ensembles d'intervalles de temps où elles ont lieu (cf. figure 3). On remarquera que chaque entité temporelle peut connaître des aléas ou des accidents qui peuvent changer sa date de fin. Ces entités temporelles sont de trois types :

3.3.1 Les événements (Ev)

Un **événement** est un phénomène qui se déroule dans le temps **sans interruption**. Allen (Allen, 1984) note $OCCUR(e, i)$ le prédicat qui signifie qu'un événement e s'est produit sur un intervalle i . $OCCUR(e, i)$ est vrai seulement si l'événement s'est produit pendant l'intervalle de temps i et s'il n'y a pas de sous-intervalles de temps i' de i sur lequel l'événement s'est produit. En d'autres termes, un événement se produit pendant le plus petit intervalle de temps qu'il est nécessaire pour qu'il se produise. Ainsi, pour tout événement e et intervalles de temps i et i' , on a l'axiome :

$$OCCUR(e, i) \ \& \ IN(i', i) \Rightarrow \neg OCCUR(e, i')$$

(où IN désigne la relation "sous-intervalle").

Desclés (Desclés, 1990, 1991), quant à lui, définit un événement comme : "l'aspect d'une situation perçue comme une discontinuité qui prend place sur un arrière fond statique. L'événement est perçu sous forme d'une occurrence avec un changement initial et un changement final". Desclés donne l'exemple "*Le commandant a ouvert la porte du fort à 6 heures du matin*" qui a la valeur aspectuelle d'événement.

La notion d'événement implique une durée dans le temps. Aussi, McDermott (McDermott, 1982, 1985) introduit-il les intervalles pour traiter les événements, un intervalle étant défini comme un ensemble totalement ordonné et convexe d'états. Un événement est défini comme un ensemble d'intervalles, intuitivement ces intervalles durant lesquels l'événement se produit une fois, sans "qu'il reste" de temps des deux côtés. La formule (*Occ s1 s2 e*) est utilisée pour signifier que l'événement *e* se déroule entre les états *s1* et *s2*. Cette formule est vraie si et seulement si l'ensemble des états compris entre *s1* et *s2* est inclus dans *e*.

En fait, les événements de McDermott recouvrent les notions d'événements et de processus d'Allen (cf. Haton et al., 1991).

En réalité, un événement pourrait se dérouler dans le temps sans interruption, comme le précisent Allen et McDermott, mais il peut aussi arriver à un instant précis du temps et, dans ce cas, il serait analogue à la notion d'état de McDermott où il définit un état comme étant un "instantané" de l'univers et possédant une date. Pour McDermott, un état correspond à l'état de l'univers à cette date.

Pratiquement, il peut être intéressant de définir deux types d'événements (*Ev*) : les événements que l'on peut considérer de **ponctuels** ou **instantanés** (*Evi*) par rapport au grain temporel *g* (du contexte en question) et les événements que l'on peut considérer de **duratifs** (*Evd*) par rapport au grain temporel *g*, $Ev = \{Evi, Evd\}$. Ces définitions sont donc contingentes par rapport au contexte. Dans ce texte et dans la plupart des textes réglementaires, le grain temporel est le *jour*.

L'introduction de deux types d'événements permet de proposer une sémantique plus précise et plus explicite car, étant donné la présentation utilisée par McDermott, il ne s'avère pas possible de définir une sémantique explicite pour toutes les expressions manipulées. De même, la théorie définie par Allen paraît difficilement caractérisable étant donné la richesse des axiomes introduits.

On considère donc les deux types d'événements suivants :

- L'événement instantané (*Evi*)

C'est un événement qui est considéré comme instantané par rapport au grain temporel absolu (c'est le grain temporel du calendrier absolu, cf. §3.4), et sa date de début est égale à sa date de fin. En notant $deb_g(e)$, la date de début de l'événement *e* par rapport au grain *g* et $fin_g(e)$ la date de fin de l'événement *e* par rapport au grain *g*, on a $deb_g(e) = fin_g(e)$. Un tel événement instantané correspond à la notion d'état de McDermott (McDermott, 1982, 1987). *Exemples : naissance de l'enfant, accueil de l'enfant, décès de l'enfant, interruption de grossesse.*

Ainsi, un événement instantané *e* par rapport au grain $g \in G$ (ensemble des granularités), est défini par la formule suivante :

$$\text{EvtInstantané}_g(e) \Leftrightarrow \text{déb}_g(e) = \text{fin}_g(e)$$

- L'événement duratif (Evd)

C'est un événement qui se déroule dans le temps **sans interruption** par rapport au grain temporel g avec $\text{déb}_g(e) < \text{fin}_g(e)$. Il correspond donc à la notion d'événement d'Allen (Allen, 1984). *Exemples : grossesse de la mère, vie de l'enfant.*

Ainsi, un événement duratif e par rapport au grain $g \in G$ (ensemble des granularités), est défini par la formule suivante :

$$\text{EvtDuratif}_g(e) \Leftrightarrow \text{déb}_g(e) < \text{fin}_g(e)$$

La durée d'un événement sera définie par rapport au grain g par la relation :

$$\text{durée}_g(e) = \text{fin}_g(e) - \text{déb}_g(e) + \text{durée}(g)$$

La durée réelle de l'événement e vérifiera les inégalités suivantes :

$$\forall g \in G, \text{fin}_g(e) - \text{déb}_g(e) < \text{durée réelle}(e) \leq \text{fin}_g(e) - \text{déb}_g(e) + \text{durée}(g)$$

La **date de début** d'un événement temporel sera en général **connue**, la **date de fin** pourra être **connue par défaut**, **aléatoire** ou **inconnue** ; *par exemple ; la date de fin de vie de l'enfant est inconnue (cf. P1) et peut dépendre d'un événement aléatoire regrettable : le décès de l'enfant.*

La date de fin de grossesse est un événement instantané dont la date est aléatoire mais qui dépend aussi d'un autre événement aléatoire : l'interruption de grossesse (cf. P7).

Remarque :

Il existe un grand nombre d'autres classifications des événements. Par exemple, on peut classer les différents événements en événements "naturels" non administratifs (*grossesse de la mère, vie de l'enfant, accueil de l'enfant, décès de l'enfant, interruption de grossesse, naissance de l'enfant, ...*) et en événements administratifs (*versement de l'APJE, ouverture du droit à l'APJE, fermeture du droit à l'APJE, ...*). Mais ces deux dernières classifications ne permettent pas de préciser dans le temps comment ces types d'événements se produisent.

3.3.2 Les propriétés (Pr)

On reprend la définition d'Allen (Allen, 1984) où si une propriété p est vraie pendant un intervalle i , elle est vraie pendant tout sous-intervalle de i . Cela exprime le caractère homogène des propriétés représentées par Allen. En utilisant le prédicat HOLDS, Allen énonce l'axiome suivant:

$$\text{HOLDS}(p, i) \Leftrightarrow (\forall i'. \text{IN}(i', i) \Rightarrow \text{HOLDS}(p, i'))$$

(où IN désigne la relation "sous-intervalle").

Intuitivement analogues aux propriétés d'Allen, les faits sont identifiés par McDermott (McDermott, 1982, 1987) à des ensembles d'états. Un fait est l'ensemble des

états dans lequel il est vérifié. Par exemple, (POSE-SUR A B) dénote un fait, en l'occurrence l'ensemble des états où A est posé sur B. De façon similaire au HOLD de Allen, McDermott emploie la notation TRUE (s, f) pour signifier que le fait f est vrai en l'état s .

En fait, une propriété peut être vraie durant un intervalle de temps et on parlera alors de propriété durative ; elle peut aussi être vraie à un instant précis du temps et on parlera alors de propriété instantanée. Pour Allen, une propriété p est vraie dans un intervalle i ; si elle est vraie pour tout sous-intervalle de i , ce "sous-intervalle" pourrait être réduit à un instant.

Nous introduirons finalement deux types de propriétés : les **propriétés instantanées (Pri)** et les **propriétés duratives (Prd)**, $Pr = \{Pri, Prd\}$.

- Les propriétés instantanées (Pri)

Une propriété instantanée est une propriété pr qui est définie à un instant précis par rapport au grain g , on a $déb_g(pr) = fin_g(pr)$, *exemple : être né le 15 août*. Comme l'événement instantané, c'est une définition contingente et qui dépend du grain temporel lié au contexte.

Cette introduction de propriétés et d'événements instantanés va nous permettre de clarifier le débat sur ces entités et de proposer une sémantique précise.

- Les propriétés duratives (Prd)

Une propriété durative est une propriété qui est vraie sans interruption sur un intervalle plus grand que le grain temporel. A la propriété pr est associée sa **date de début** $déb_g(pr)$ et sa **date de fin** $fin_g(pr)$ avec $déb_g(pr) < fin_g(pr)$. L'intervalle $[déb_g(pr), fin_g(pr)]$ sera le plus grand intervalle où la propriété est vraie. *Exemples : enfant en vie, être en état de grossesse, droit de l'APJE*.

Comme pour les événements temporels, la **date de début** d'une propriété temporelle sera en général **connue** ; la **date de fin** pourra être **connue par défaut, aléatoire** ou **inconnue**. *Par exemple, la date de fin du droit à l'APJE est normalement connue (cf. P5) mais dépend aussi d'un événement aléatoire : la modification de la situation de famille, qui est aussi un aléa pouvant changer cette date de fin. P5 ne donne que la valeur par défaut de la date de fin du droit de l'APJE*.

Remarque :

Il existe en fait une **relation sémantique** très forte entre les **événements** et les **propriétés** puisqu'un **événement va créer un changement d'état** du monde et on pourra alors parler de **la propriété correspondant à ce nouvel état**. Les propriétés caractérisent l'état. Ainsi, l'événement *grossesse* va créer la propriété *être en état de grossesse*, l'événement *vie de l'enfant* va créer la propriété *enfant en vie*, etc.

On rappelle la définition d'un **état** du Petit Robert : "Un état est une manière d'être (d'une personne ou d'une chose), considérée dans ce qu'elle a de durable (opposé à devenir).

3.3.3 Les processus (Pc)

“Un processus est un ensemble de phénomènes, conçu comme actif et organisé dans le temps”. Petit Robert.

Desclés (Desclés, 1990, 1991, 1994) définit un processus comme : “l’aspect d’une situation caractérisée par un changement initial (un premier instant ou un début). Le processus part d’un état initial (antérieur et contigu au processus), il se déploie en phases successives en étant orienté vers un état final (postérieur et contigu au processus) qui peut être éventuellement atteint ou ne pas être atteint”. Desclés donne l’exemple “*En ce moment, Jean ouvre la porte du garage*” qui a la valeur aspectuelle de processus.

Pour Allen (Allen, 1984), si un processus se produit pendant un intervalle de temps i , il peut aussi se dérouler pendant des sous-intervalles de i mais il peut ne pas se produire pendant tous les sous-intervalles de i . Allen donne l’exemple “*je marche*” qui n’est pas vrai pour tous les sous-intervalles de i . Il emploie la notation OCCURING (p , i), pour exprimer qu’un processus p se déroule pendant l’intervalle i .

$$\text{OCCURING}(p, i) \Rightarrow \exists i'. \text{IN}(i', i) \ \& \ \text{OCCURING}(p, i').$$

Nous définissons un processus comme une suite d’événements temporels de même type qui se produisent pendant un intervalle de temps qui est l’intervalle du processus. Il aura une **date de début** $\text{déb}(pc)$ et une **date de fin** $\text{fin}(pc)$ avec $\text{déb}(pc) < \text{fin}(pc)$. Exemples : *passation des examens prénataux de la mère*.

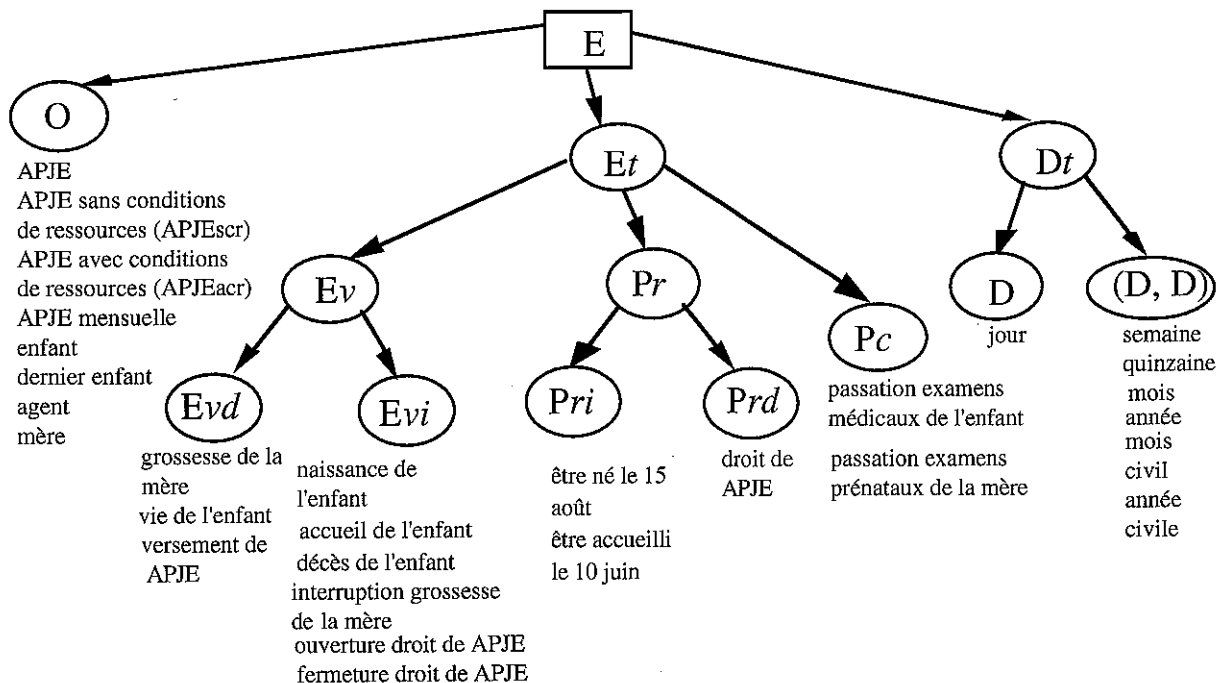


Figure 3 : Typage des ensembles de base

3.4 Intervalles de temps et relations temporelles

La période de durée d’une entité temporelle (*événement, propriété, processus, etc.*) correspond à un intervalle de temps. Ces intervalles serviront à la sémantique du langage (cf. § 7, 8 et 9).

B. Moulin considère dans son modèle (Moulin, 1993) des objets temporels (jour, année, etc.) qui sont des concepts associés à des intervalles de temps et des situations temporelles qui décrivent des états, des processus ou des événements qui sont aussi associés à des intervalles de temps. Il considère un repère absolu du temps RT comme étant composé d'un ensemble d'éléments appelés "point du temps" et d'une relation d'ordre définie entre ces éléments. Pour lui, un intervalle de temps élémentaire est un sous-ensemble continu de RT spécifié par une liste de paramètres (point de temps de début, point de temps de fin, échelle de temps, durée et échelle de durée).

Dans notre modèle, les intervalles de temps se décomposent en **intervalles absolus** et en **intervalles imprécis**.

- L'intervalle absolu

C'est un intervalle dont la date de début et la date de fin sont définies dans le calendrier absolu ; *par exemple, les vacances de printemps de l'année 1994 sont du 9 avril au 25 avril. On remarque que le "mois civil suivant le troisième mois de grossesse" correspond à un intervalle absolu.*

- L'intervalle imprécis

C'est un intervalle temporel dont au moins une date de début ou une date de fin est imprécise dans le calendrier absolu ; par exemple, l'intervalle *troisième mois de grossesse* est imprécis car l'événement *grossesse* a une date de début de conception qui est partiellement connue à un instant précis.

On définira des **relations temporelles** entre les unités temporelles et les intervalles de temps. Ce sont les relations classiques introduites dans les logiques temporelles permettant d'exprimer les positions relatives entre les entités temporelles, par exemple : *suivant-le, précédent-le, au cours-de, avant-la fin-de, etc.*

Il est intéressant de représenter, en plus du positionnement des entités temporelles les unes par rapport aux autres comme dans les logiques de J.F. Allen (Allen, 1981, 1984, 1985) et de D.McDermott (McDermott, 1982, 1987), les relations de ces entités dans un **repère absolu**. On prendra pour cela notre **calendrier habituel** qui sera appelé le **calendrier absolu**.

Un élément dans le calendrier sera représenté par une **date**. Cette date est définie de manière contingente car elle dépendra du grain temporel g , c'est donc une fonction de g , notée **dat_g**. Le calendrier lui-même correspond à l'**ensemble des dates**.

4. Les fonctions (F)

Elles sont définies sur les ensembles présentés ci-dessus. Ces fonctions définissent des concepts complexes à partir des entités du domaine d'application et des associations entre ces entités. On notera **F** l'ensembles de ces fonctions (cf. figure 4).

Une fonction est définie par son domaine, c'est-à-dire son ensemble de départ, et son co-domaine, c'est-à-dire son ensemble d'arrivée.

Nous introduirons successivement trois types de fonctions : les **fonctions objets**, les **fonctions entités** et les **fonctions temporelles**. Elles se différencient en fonction du domaine et du co-domaine. L'interprétation de ces fonctions permettra le calcul des dates (cf. § 7, 8 et 9).

4.1. Les fonctions objets (FO)

Ces fonctions s'appliquent sur les objets ; elles vont permettre de passer d'un objet à un autre. Si O est l'ensemble des objets, c'est une fonction $f \in FO$ de O dans O , $f: O \rightarrow O$, par exemple, *mère-de*, *APJE-de*.

4.2. Les fonctions entités (FE)

Ces fonctions vont permettre de passer d'un objet à une entité temporelle. Si O est l'ensemble des objets et Et l'ensemble des entités temporelles, c'est une fonction $f \in FO$ de O dans Et , $f: O \rightarrow Et$.

Elles seront de trois types :

- Fonctions-événements (Fev)

Elles permettent de passer d'un objet à un événement, $f \in Fev: O \rightarrow Ev$, par exemples *vie-de*, *grossesse-de*, *accueil-de*, *décès-de*, *naissance-de*.

- Fonctions-propriétés (Fpr)

Elles permettent de passer d'un objet à une propriété, $f \in Fpr: O \rightarrow Pr$, par exemples *droit-de*.

- Fonctions-processus (Fpc)

Elles permettent de passer d'un objet à un processus, $f \in Fpc: O \rightarrow Pc$, par exemples : *passation examens médicaux-de*.

4.3 Les fonctions temporelles (FT)

Elles pourront être construites de plusieurs façons, en particulier à partir d'unités temporelles, de relations temporelles et de nombre ordinal. On distingue :

- Les fonctions temporelles relationnelles (FTR)

On construit une **fonction temporelle relationnelle** à partir d'une **relation temporelle** en la combinant avec une **unité temporelle relative**. Par exemple, avec l'unité temporelle relative *mois-civil*, on peut définir les fonctions suivantes : *mois-civil suivant-le*, *mois-civil précédant-le*, *mois-civil au cours-duquel*.

- Les fonctions temporelles ordinales (FTO)

On construit une **fonction temporelle ordinale** à partir d'une **unité temporelle** en la combinant avec un **nombre ordinal** ou un **intervalle ordinal**. Exemples :

- avec un nombre ordinal : *3ème mois de*, *premier jour de*, ...
- avec un intervalle ordinal : *10 premières semaines de*, ...

Afin de rendre ces fonctions plus explicites, on les regroupe en deux autres types de fonctions qui se différencient en fonction du co-domaine :

- **Les fonctions temporelles date (FTD) :**

Ce sont des fonctions relationnelles ou ordinales qui permettent de passer d'une date (D) ou d'un couple de dates (D, D) ou d'une entité temporelle à une autre date. Si Dt est l'ensemble des dates d'intervalles $Dt = \{D, (D, D)\}$ et si Et est l'ensemble des entités temporelles, c'est une fonction $f \in FTD$ de $Dt \cup Et \rightarrow D$, par exemples *premier jour-du*, *dernier jour-du*, *3ème jour-du*.

- **Les fonctions temporelles intervalle (FTI) :**

Ce sont des fonctions relationnelles ou ordinales qui permettent de passer d'une date ou d'un couple de dates ou d'une entité temporelle à un couple de dates. C'est une fonction $f \in FTD$ de $Dt \cup Et \rightarrow (D, D)$, par exemples *3ème mois-de*, *mois civil suivant-le*, *10 premières semaines-de*, *3ème anniversaire-de*.

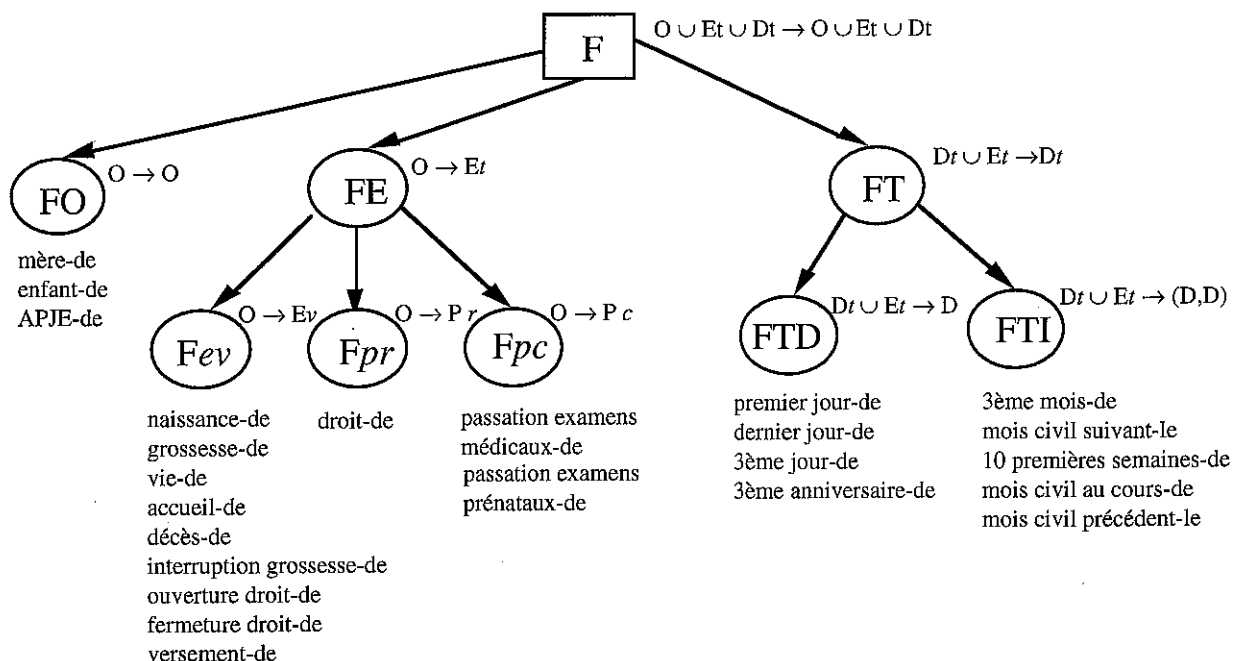


Figure 4 : Typage des fonctions de base

5. Analyse des difficultés de la traduction et interprétations par analogie

Après de multiples lectures et avant de pouvoir procéder à la simplification du texte, il reste encore beaucoup de problèmes inhérents aux tournures administratives que prennent obligatoirement ces textes. Il nous est indispensable d'arriver à lever les ambiguïtés dues surtout à un manque de précision.

Certaines ambiguïtés sont dues, par exemple, à la variabilité de la durée des mois : si l'enfant est né le 29 février 1992, la date où l'enfant atteint son troisième anniversaire sera-t-elle le 28 février ou le 1er mars 1995 ? Si la date présumée de conception est le 31 mars 1994, le quatrième mois de grossesse sera-t-il l'intervalle du 30 juin au 30 juillet, du 30 juin au 31 juillet ou du 1er juillet au 31 juillet 1994 ?

Deux interprétations sont possibles :

1) Soit une interprétation qui correspond au fait qu'on ne lève pas l'ambiguïté ; on garde l'imprécis et, pour cela, on représente la date en question par un intervalle imprécis. Dans notre dernier exemple, la date de début est imprécise, elle est représentée par l'intervalle : [(30, 06, 94), (01, 07, 94)]. La date de fin est aussi représentée par l'intervalle : [(30, 07, 94), (31, 07, 94)], (*une date est représentée par le triplet (jour, mois, année), cf. §7*).

2) Soit une autre interprétation où on peut rendre la date finale précise et c'est cette dernière interprétation qu'on présentera dans la sémantique (cf. §7, 8, 9). Dans ce cas, on lève l'imprécision en tenant compte du contexte. Dans notre dernier exemple, la date de conception est le 31 mars 1994 ; on prendra comme date de début le dernier jour du troisième mois à partir de cette date, c'est-à-dire le 30 juin 1994 et comme date de fin le dernier jour du quatrième mois, c'est-à-dire le 31 juillet 1994. On prendra donc comme intervalle précis le [(30, 06, 94), (31, 07, 94)].

A partir de l'exemple du texte de l'APJE et en utilisant les concepts définis aux §3 et 4, on peut maintenant essayer de faire une traduction formelle des phrases du §2.

Nous allons voir que trois étapes seront nécessaires pour arriver aux calculs des dates et avoir une spécification formelle précise et non ambiguë : Une première étape, du langage naturel à une traduction littérale semi-formelle ; une seconde étape, de la traduction littérale à une traduction formelle mais imprécise et incomplète et une troisième étape relevant les problèmes d'ambiguïté et d'incomplétude.

5.1. Traduction littérale semi-formelle

Dans les travaux de L. Ruqian et C. Cungen (Ruqian et Cungen 1992), ces auteurs s'intéressent à l'acquisition des connaissances à partir de livres, qu'ils considèrent comme une procédure de traduction d'un texte en langue naturelle (ici le chinois) en une base de connaissances.

Ce principe est discutable, mais si nous mentionnant ces travaux c'est parcequ'il faut reconnaître à ces auteurs le mérite de s'attaquer à de vrais textes, et de reconnaître pragmatiquement qu'une traduction automatique directement à partir de textes est hors de portée d'un système informatique. Pour cette raison ils proposent une traduction en deux étapes :

- (1) réécriture par le cogniticien du livre dans un langage spécifique (langage de description de la connaissance livresque, BKDL) ;
- (2) traduction (compilation) par un programme en une base de connaissance.

Pour juger de la fiabilité d'une telle procédure, il faut d'abord pouvoir mesurer la charge de travail exigée du cogniticien pour traduire un texte en un programme BKDL. Les auteurs donnent peu de précision sur ce point ; ils indiquent simplement que ce langage descriptif est un sous-ensemble du chinois, que les programmes obtenus par traduction ressemblent beaucoup à des textes en chinois. La description qui est donnée de ce langage n'est pas suffisamment précise pour que l'on puisse se faire une idée par soi-même du niveau de difficulté de la traduction manuelle.

Dans cette partie on fera une traduction graduelle du texte en langage semi-formel, c'est-à-dire qu'on écrira formellement les relations entre les entités du domaine d'application.

Prenons sur un exemple l'expression : *premier jour-du (mois-civil suivant-le (3ème mois-de (grossesse-de (mère))))*. Quelles sont les connaissances acquises pour permettre de mettre ces parenthèses ?

En fait l'unité temporelle *mois civil* est imprécise car on n'a pas défini l'objet sur lequel elle porte, par contre *mois civil suivant-le (3ème mois-de (grossesse-de (mère)))* est précise. Pour tenir compte des erreurs de parenthésage, un analyseur syntaxique se charge de vérifier la bonne place des parenthèses.

Les phrases du §2 deviennent en traduction littérale formelle :

P1 : APJE sans conditions de ressources est versée **du** [premier jour-du (mois-civil **suivant-le** (3ème mois-de (grossesse-de (mère))))] **au** [3ème mois-de (vie-de (enfant))].

P2 : APJE avec conditions de ressources est versée **à compter-du** [4ème mois-de (vie-de (enfant))] **jusqu'au** [3ème anniversaire-de (naissance-de (dernier enfant))].

P3 : Droit (APJE) est ouvert **à compter-du** [premier jour-du (mois-civil **suivant-le** (3ème mois-de (grossesse-de (mère))))].

P4 : Droit (APJE) s'ouvre **au** [premier jour-du (mois-civil **suivant-le** (mois-civil **au cours-duquel** (enfant est accueilli au foyer)))].

P5 : Droit (APJE sans conditions de ressources) s'éteint **au** [dernier jour-du (mois-civil **au cours-duquel** (enfant atteint son 3ème mois-de vie))].

P6 : Droit (APJE avec conditions de ressources) s'éteint **au plus tard-le** [dernier jour-du (mois-civil **précédant-le** (mois-civil **au cours-duquel** (enfant atteint son 3ème anniversaire)))].

P7 : Droit (APJE) s'éteint **au** [premier jour-du (mois-civil **suivant-le** (mois-civil **au cours-duquel** (interruption de grossesse est survenue)))].

P8 : APJE est versée mensuellement **dès-le** [mois-civil **suivant-le** (3ème mois-de (grossesse-de (mère)))] **jusqu'au** [3ème mois-de (vie-de (enfant))].

P9 : Premier examen prénatal doit être subi **avant-la fin-du** [3ème mois-de (grossesse-de (mère))]

Remarque :

Les deux relations temporelles *au cours-de* et *au cours-duquel* sont différentes. En effet, *au cours-duquel* doit être suivi par un événement instantané alors que *au cours-de* peut être suivi aussi bien par un événement instantané que par un événement duratif.

Exemple : l'expression *au cours-duquel l'enfant atteint son troisième anniversaire* veut aussi dire *au cours-de 3ème anniversaire-de naissance-de l'enfant*, alors que l'expression *au cours-de 3ème mois-de vie* n'est pas la même que *au cours-duquel l'enfant atteint 3 mois*. La première désigne un intervalle, la deuxième un instant.

Il sera donc possible de transformer *au cours-duquel* en *aucours-de* en gardant le même événement instantané (cf. P4 par exemple).

5.2. Traduction formelle

A partir de **P1** par exemple, on peut déduire la *fonction-événement* donnant le versement-de l'APJE sans conditions de ressources (APJEs_{cr}) :

Versement-de (APJEs_{cr}) **du** [premier jour-du (mois-civil **suivant-le** (3ème mois-de (grossesse-de (mère))))] **au** [3ème mois-de (vie-de (enfant))].

Les autres phrases deviennent en traduction formelle, en notant APJEs_{cr} ; l'APJE avec conditions de ressources :

P2 : Versement-de (APJEs_{cr}) **à compter-du** [4ème mois-de (vie-de (enfant))] **jusqu'au** [3ème anniversaire-de (naissance-de (dernier enfant))].

P3 : Ouverture droit-de (APJE) **à compter-du** [premier jour-du [mois-civil **suivant-le** (3ème mois-de (grossesse-de (mère)))]].

P4 : Ouverture droit-de (APJE) **au** [premier jour-du (mois-civil **suivant-le** (mois-civil **au cours-de** (accueil-de (enfant)))))].

P5 : Fermeture droit-de (APJEs_{cr}) **au** [dernier jour-du (mois-civil **au cours-duquel** (enfant atteint son 3ème mois-de vie))].

P6 : Fermeture droit-de (APJEs_{cr}) **au plus tard-le** [dernier jour-du (mois-civil **précédant-le** (mois-civil **au cours-de** (3ème anniversaire-de (naissance-de (enfant)))))].

P7 : Fermeture droit-de (APJE) **au** [premier jour-du (mois-civil **suivant-le** (mois-civil **au cours-de** (interruption grossesse-de (mère)))))].

P8 : Versement-de (APJE mensuelle) **dès-le** [mois-civil **suivant-le** (3ème mois-de (grossesse-de (mère)))] **jusqu'au** [3ème mois-de (vie-de (enfant))].

P9 : Passation obligatoire premier examen prénatal-de (mère) **avant-la fin-du** [3ème mois-de (grossesse-de (mère))]

Cette traduction formelle présente encore quelques ambiguïtés et incomplétudes dues aux difficultés du langage naturel qui présente lui-même un caractère incomplet, ambigu ou contradictoire. On essaiera dans la suite de lever le problème afin d'avoir une spécification formelle complètement définie, précise et non ambiguë.

5.3. Traduction formelle relevant les problèmes d'ambiguïté et d'incomplétude

Dans le cas de **P1** par exemple, le début de versement de l'APJE sans conditions de ressources ne pose pas de problèmes, tandis que la fin de versement de l'APJE n'est pas définie. En effet, on attend une date et on nous propose un intervalle : *3ème mois de vie de l'enfant*. Cet intervalle lui-même est un intervalle imprécis (cf. § 3.4). On retrouve la difficulté classique du langage naturel, incomplet et imprécis. Dans notre cas, on doit remplacer l'intervalle imprécis par une date précise. Cette transformation va correspondre à **une interprétation par analogie** du texte. Ici, comme on le constate sur d'autres phrases (cf. P5), il faut transformer le *3ème mois-de vie-de l'enfant* en *dernier jour-du (mois civil au cours-duquel (enfant atteint son 3ème mois-de vie))*, plus précisément et afin de mettre en évidence nos fonctions, on mettra : *dernier jour-du (mois civil au cours-de (3ème mois-de (naissance-de (enfant))))* (ici (3ème mois-de (naissance-de (enfant)))) est

un événement instantané (pour plus de précision, cf. §7.2). On en déduit les règles d'interprétation par analogie suivantes:

Si

On attend le début d'une entité temporelle et que l'on nous propose un intervalle imprécis,

Alors

On remplace l'intervalle imprécis par : Premier jour-du (mois-civil **suivant-le** (intervalle imprécis)).

Si

On attend la fin d'une entité temporelle et que l'on nous propose un intervalle imprécis,

Alors

On remplace l'intervalle imprécis par : Dernier jour-du (mois-civil **au cours-de** (événement instantané)).

Ces règles d'interprétation par analogie sont générales sur le reste du corpus et seront valables pour les textes administratifs en général comme par exemple le texte sur la cessation du travail, les droits au congés, etc. Nous visons à rajouter d'autres règles pour les généraliser et enrichir notre modèle.

D'où les traductions formelles spécifiques finales :

P1 : Versement-de (APJEscr) **du** [premier jour-du (mois-civil **suivant-le** (3ème mois-de (grossesse-de (mère))))] **au** [dernier jour-du (mois-civil **au cours-de** (3ème mois-de (naissance-de (enfant))))].

P2 : Versement-de (APJEacr) **à compter-du** [premier jour-du (mois-civil **suivant-le** (4ème mois-de (vie-de (enfant))))] **jusqu'au** [dernier jour-du (mois-civil **au cours-de** (3ème anniversaire-de (naissance-de (dernier enfant))))].

P3 : Ouverture droit-de (APJE) **à compter-du** [premier jour-du [mois-civil **suivant-le** (3ème mois-de (grossesse-de (mère)))]].

P4 : Ouverture droit-de (APJE) **au** [premier jour-du (mois-civil **suivant-le** (mois-civil **au cours-de** (accueil-de (enfant))))].

P5 : Fermeture droit-de (APJEscr) **au** [dernier jour-du (mois-civil **au cours-de** (3ème mois-de (naissance-de (enfant))))].

P6 : Fermeture droit-de (APJEacr) **au plus tard-le** [dernier jour-du (mois-civil **précédant-le** (mois-civil **au cours-de** (3ème anniversaire-de (naissance-de (enfant)))))].

P7 : Fermeture droit-de (APJE) **au** [premier jour-du (mois-civil **suivant-le** (mois-civil **au cours-de** (interruption grossesse-de (mère))))].

P8 : Versement-de (APJE mensuelle) **dès-le** [mois-civil **suivant-le** (3ème mois-de (grossesse-de (mère)))] **jusqu'au** [dernier jour-du (mois civil **au cours-de** (3ème mois-de (naissance-de (enfant))))].

P9 : Passation obligatoire premier examen prénatal-de (mère) **avant-la fin-du** [3ème mois-de (grossesse-de (mère))].

Aux paragraphes 6, 7, 8, et 9, nous allons définir précisément la syntaxe et la sémantique du langage formel défini après l'interprétation par analogie.

6. Syntaxe du langage formel de représentation de connaissances temporelles

Il s'agit de définir la syntaxe du langage formel défini. Cette syntaxe est présentée dans la forme de NAUR-BACKUS.

<entité temporelle>

:= <événement> / <propriété> / <processus>.

<événement>

:= <fonction événement> <objet>.

<propriété>

:= <fonction propriété> <objet>.

<processus>

:= <fonction processus> <objet>.

<objet>

:= <{entité élémentaire, par exemple : APJEscre / APJEacre / APJE mensuelle / APJE / dernier enfant / enfant / mère / agent}>.

<Pn>

:= <entité temporelle> <relation temporelle> (<fonction temporelle >)* <entité temporelle> <relation temporelle> (<fonction temporelle >)* <entité temporelle>.

<fonctions>

:= <fonction objet> / <fonction entité> / <fonction temporelle>

<fonction objet>

:= mère-de / enfant-de / APJE-de.

<fonction entité>

:= <fonction événement> / <fonction propriété> / <fonction processus>.

<fonction événement>

:= naissance-de / grossesse-de / vie-de / versement-de / accueil-de / décès-de / interruption grossesse-de / ouverture droit APJE-de / fermeture droit APJE-de.

<fonction propriété>

:= droit-de.

<fonction processus>

:= passation examens médicaux-de / passation examens prénataux-de.

<fonction temporelle>

:= <fonction temporelle ordinale> / <fonction temporelle relationnelle>.

<fonction temporelle ordinale>

:= <nombre ordinal / intervalle ordinal> <unité temporelle>.

<fonction temporelle relationnelle>

:= <unité temporelle relative> <relation temporelle>.

<unité temporelle>

: := <unité temporelle absolue> / <unité temporelle imprécise> / <unité temporelle relative>.

<unité temporelle absolue>

: := jour / semaine / quinzaine / anniversaire.

<unité temporelle imprécise>

: := mois / année.

<unité temporelle relative>

: := mois-civil / année-civile.

<relation temporelle>

: := suivant-le / au cours-de / précédant-le / du / au / à compter-du / dès-le / au plus tard-le / jusqu'au / avant-le fin-du.

<intervalle ordinal>

: := <nombre> <premier / dernier>.

<nombre>

: := 0 / 1 / 2 / ... / 9.

<nombre ordinal>

: := <nombre> <ème> / premier / dernier.

7. Sémantique du langage formel de représentation de connaissances temporelles

Le langage formel de représentation de connaissances temporelles présenté dans les paragraphes précédents est un langage à la fois ensembliste et fonctionnel.

On rappellera d'abord les ensembles de base et les fonctions définies sur ces ensembles au §7.1, puis on présentera une sémantique de ces fonctions au §7.2.

7.1. Présentation des ensembles et des fonctions de base

Les ensembles de base sont : l'ensemble des entités **E** qui se décompose en trois ensembles ; l'ensemble des objets **O** du domaine, l'ensemble des entités temporelles : **Et** et l'ensemble des dates d'intervalles : **Dt**.

E = {O, Et, Dt}.

Dt se décompose en deux ensembles : l'ensemble des dates : **D** et l'ensemble des couples de dates : **(D, D)**.

Dt = {D, (D, D)}.

Et se décompose en trois ensembles ; l'ensemble des événements : **Ev**, l'ensemble des propriétés : **Pr** et l'ensemble des processus : **Pc**.

Et = {Ev, Pr, Pc}.

Ev se décompose en événement instantané : **Evi** et en événement duratif : **Evd**.

Ev = {Evi, Evd}.

Pr se décompose en propriété instantanée : **Pri** et en propriété durative : **Prd**.

Pr = {Pri, Prd}.

Les fonctions définies sur les ensembles **{O, Et, Dt}** sont : l'ensemble des fonctions objets : **FO**, l'ensemble des fonctions entités : **FE** et l'ensemble des fonctions temporelles : **FT**.

$F = \{FO, FE, FT\}$.

FE se décompose en trois ensembles : l'ensemble des fonctions-événements : **Fev**, l'ensemble des fonctions-propriétés : **Fpr** et l'ensemble des fonctions-processus : **Fpc**.
 $FE = \{Fev, Fpr, Fpc\}$.

FT se décompose lui-même en deux ensembles : l'ensemble des fonctions temporelles dates : **FTD** et l'ensemble des fonctions temporelles intervalles : **FTI**.
 $FT = \{FTD, FTI\}$.

7.2. Sémantique des fonctions

La sémantique d'une fonction $f \in F$ consiste à calculer, pour tout $e \in Dt \cup Et$, la fonction $f(e) \in Dt$.

$\forall e \in Dt \cup Et, f(e) = \text{date}(e) \text{ ou } [\text{date début}(e), \text{date fin}(e)]$

Remarque : Une date correspond au triplet (jour, mois, année).

On considérera successivement les fonctions temporelles, les fonctions événements et les fonctions résultats. On donnera ensuite les expressions de calcul de date de ces fonctions.

7.2.1 Les fonctions temporelles

La sémantique des fonctions temporelles consiste à calculer $f_t(e) \in Dt$.

La sémantique des fonctions temporelles ordinales FTO sera développée au §8, celle des fonctions temporelles relationnelles FTR au §9.

7.2.2 Les fonctions événements et les fonctions résultats

On introduit un nouveau type de fonctions : les **fonctions résultats** qui sont des fonctions de O dans Et . Elles pourront être des fonctions-événement, des fonctions-processus ou des fonctions-propriétés : $FR = \{Fev, Fpr, Fpc\}$ qui sont des sorties du système et ce sont les fonctions à calculer alors que certaines fonctions-événement peuvent être des entrées du système pour lesquelles la date ou le couple de dates sont donnés

Exemple, si $e := \text{naissance-de}(\text{enfant})$, alors la date ($\text{naissance-de}(\text{enfant})$) est connue.

On remarque que les fonctions objets sont des fonctions particulières qui sont aussi des données du système.

7.2.3 Les expressions de calcul de date

Les expressions de calcul de date correspondent à la formule suivante:

$FR(o) = Ft*(Fev(FO*(o)))$

où o est un objet de O , Ft^* est une composition de fonctions temporelles de Ft , FR une fonction résultat, Fev une fonction événement et Fo^* une composition de fonctions objets de Fo .

Exemple :

La phrase **P5** (cf. §5.3) est de la forme suivante :

Fermeture droit APJEscr-de (agent) = [dernier jour-du (mois-civil **au cours-de** (3 ème mois-de (naissance-de (enfant-de (agent)))))].

Ce qu'on désire obtenir c'est le calcul de la **date de fermeture du droit de l'APJE**.

$FR(o) = Fto1 [Ftr1 [Fto2 [Fev1 [Fo2(o)]]]]$, il s'agit de calculer la partie droite de la formule, avec l'algorithme suivant :

Début (o)

V1 := enfant-de (o)
V2 := naissance-de (V1)
V3 := 3 ème mois-de (V2)
V4 := mois-civil au cours-de (V3)
V5 := dernier jour-du (V4)
 $r := V5$

Fin

Le calcul d'une fonction résultat dépend du calcul des fonctions temporelles Ft et des fonctions événement Fev . Puisque les Fev sont dans ce cas des données, il ne reste plus qu'à définir la sémantique des fonctions temporelles, c'est-à-dire les fonctions temporelles ordinales (§8) et les fonctions temporelles relationnelles (§9).

On présentera d'abord la construction de ces fonctions puis on procédera au calcul de ces fonctions.

8. Sémantique des fonctions temporelles ordinales (FTO)

On rappelle qu'une fonction temporelle ordinale est construite à partir d'une unité temporelle combinée avec un nombre ordinal ou un intervalle ordinal :

<fonction temporelle ordinale>

::= <nombre ordinal / intervalle ordinal> <unité temporelle>.

<nombre ordinal> ::= xème, premier, dernier.

<intervalle ordinal> ::= x premiers, x derniers.

<unité temporelle> ::= jour, semaine, quinzaine, mois, année, anniversaire, mois civil, année civile.

On peut donc former, a priori, $(2 + 3) \times 8 = 40$ fonctions temporelles ordinales.

On ramènera ces 40 cas à 16 cas (§8.1) puis on introduira deux opérateurs pour le calcul de fonctions élémentaires (§8.2) qui nous permettront ensuite de définir la sémantique de ces 16 fonctions aux §8.3 et §8.4.

8.1. Réduction du nombre des sémantiques à définir

Les relations formelles entre ces 40 cas vont permettre de réduire le nombre des sémantiques à définir directement.

En introduisant un nouveau nombre ordinal : **x ème dernier**, les 5 intervalles ordinaux et nombres ordinaux se ramènent au calcul de deux nombres ordinaux : le **xème** et **x ème dernier**.

Pour toute unité temporelle y, on a :

premier (y) = date (1ème (y))

dernier (y) = date (1ème dernier (y))

x premiers (y) = [date début (premier (y)), date fin (xème (y))]

x derniers (y) = [date début (xème dernier (y)), date fin (dernier (y))]

Ce qui démontre que les nombres et intervalles ordinaux (premier, x premier, dernier et x derniers) se calculent à partir de **x ème** et **x ème dernier**.

D'où maintenant seulement $2 \times 8 = 16$ fonctions temporelles ordinales à définir.

On calculera d'abord le **x ème** avec les 8 unités temporelles (définies précédemment) au § 8.3, puis le **x ème dernier** avec ces mêmes 8 unités temporelles au § 8.4. Pour cela, on utilisera les opérateurs (+) et (-) que l'on définit maintenant au § 8.2.

8.2. Introduction des opérateurs (+) et (-) et calcul de fonctions élémentaires

L'opérateur (+) indique une addition d'une date (d) avec x unités temporelles :

$d (+) x \text{ unités temporelles} = d'$

Ainsi, *10 janvier 1994 (+) 5 jours = 15 janvier 1994*

L'opérateur (-) indique une soustraction d'une date (d) de x unités temporelles :

$d (-) x \text{ unités temporelles} = d'$

Ainsi, *25 mars 1994 (-) 7 jours = 18 mars 1994*

Une date d sera représentée par un triplet (j, m, a) avec j = numéro du jour, m = numéro du mois et a = numéro de l'année et on notera N(m, a) le nombre de jours du mois "m" de l'année "a".

Pour calculer **d (+) x jours**, on peut proposer deux solutions :

- 1) Soit une solution de facilité qui consiste à numéroter les jours successifs par des nombres entiers successifs, c'est-à-dire que, pour chaque date (d) du calendrier habituel, on associe le nombre n(d).

Exemple : 27 février 1994 $\rightarrow$ 24221
 28 février 1994 $\rightarrow$ 24222
 1 mars 1994 $\rightarrow$ 24223

En notant n^{-1} la fonction inverse de n , on a alors : $d (+) x \text{ jours} = n^{-1}(n(d) + x)$.

Cette solution est facile à utiliser mais a l'inconvénient de mettre en place un grand tableau de correspondance.

2) La seconde solution, plus lourde, travaille directement sur la représentation des dates comme nous allons le voir maintenant.

Le calcul de $d (+) x \text{ jours}$ nous donne comme résultat une date. La sémantique tient compte du nombre de jours des différents mois d'une année et se calcule récursivement.

Lorsqu'au jour j du mois m on rajoute x jours, trois cas se présentent :

Si $j + x$ est inférieur ou égal au dernier jour du mois m , alors on ajoute x jours à j , c'est-à-dire :

Si $j + x \leq N(m, a)$
Alors $d (+) x \text{ jours} = (j + x, m, a)$

Si $j + x$ est supérieur au dernier jour du mois m et que m est inférieur à 12, alors on passe au premier jour du mois suivant et le calcul se poursuit récursivement, c'est-à-dire :

Si $j + x > N(m, a)$ et $m < 12$
Alors $d (+) x \text{ jours} = (1, m + 1, a) (+) (j + x - 1 - N(m, a)) \text{ jours}$

Si $j + x$ est supérieur au dernier jour du mois m et que m est le dernier mois de l'année, alors on passe au premier jour de l'année suivante et le calcul se poursuit récursivement, c'est-à-dire :

Si $j + x > 31$ et $m = 12$
Alors $d (+) x \text{ jours} = (1, 1, a + 1) (+) (j + x - 32) \text{ jours}$

Remarque :

Le calcul de $d (+) x \text{ semaines}$ et $d (+) x \text{ quinzaines}$ est le même que celui de $d (+) x \text{ jours}$ avec $x \text{ semaines} = 7 \times x \text{ jours}$ et $x \text{ quinzaines} = 15 \times x \text{ jours}$.

Calcul de : $d (+) x \text{ mois}$

La sémantique de l'addition d'un mois demande une discussion. En effet, prenons l'exemple : *4 ème mois-de (grossesse-de (mère))*. L'événement *grossesse-de (mère)* est de type duratif (cf. § 3.3.1) ; il possède une date de début (qui est, dans notre texte, la date présumée de conception) et une date de fin. Si la date présumée de conception est le 31 mars 1994, le *4 ème mois-de (grossesse-de (mère))* sera donc le 31 juin 1994 et ceci est obtenu par un calcul simple en additionnant 4 mois ; or, cette date n'existe pas et donc, en suivant ce raisonnement, on peut avoir des dates fictives comme par exemple le 30 février, le 31 février, le 31 septembre, etc.

Remarque :

A l'EDF, le calcul de l'APJE est géré par un système national de calcul des allocations familiales. Ce dernier ne tient pas compte de la précision des jours comme mentionné dans les textes. En effet, selon ce système les versements de l'APJE se font automatiquement à la fin du mois et figurent dans le bulletin de paye.

La personne qui bénéficie du droit à l'APJE perçoit son allocation à la fin du mois et non pas aux dates indiquées dans les textes.

Notre procédure permet de donner des précisions sur les dates de versement, d'ouverture de droit, ... de l'APJE en tenant compte des dates indiquées dans les textes.

Il s'agit ici d'un texte sur les allocations familiales mais s'il s'agissait d'un texte sur le droit pénal, la précision des dates doit être obligatoirement prise en compte par les agents.

La solution que nous proposons pour obtenir une date précise est de rester dans le mois correspondant et de prendre le dernier jour possible.

Soit y entier tel que $1 \leq y \leq 12$ et k entier ≥ 0 tel que $m + x = 12 \times k + y$,

Si $j = N(m, a)$
Alors $d (+) x \text{ mois} = (N(y, a + k), y, a + k)$

Si $j < N(m, a)$
Alors $d (+) x \text{ mois} = (\min(j, N(y, a + k)), y, a + k)$

Calcul de : $d (+) x \text{ années}$

La sémantique de l'addition d'une année, demande aussi une discussion. En effet, prenons l'exemple : *3^{ème} année de (vie-de (enfant))*. L'événement *vie-de (enfant)* est de type duratif ; il possède une date de début (qui est la date de naissance-de (enfant)) et une date de fin.

Si la date de naissance est le 29 février 1992, la *3^{ème} année de (vie-de (enfant))* sera donc le 29 février 1995 ; or cette date n'existe pas.

Comme précédemment, la solution que nous proposons pour obtenir une date précise est de rester dans le mois correspondant et de prendre le dernier jour possible.

Si $m \neq 2$
Alors $d (+) x \text{ années} = (j, m, a + x)$

Si $m = 2$ et $j = N(m, a)$
Alors $d (+) x \text{ années} = (N(m, a + x), m, a + x)$

Si $m = 2$ et $j < N(m, a)$
Alors $d (+) x \text{ années} = (\min(j, N(m, a + x)), m, a + x)$

L'introduction de l'opérateur $(-)$ se fait d'une manière symétrique à l'opérateur $(+)$.

Calcul de : d (-) x jours

Si $j - x > 0$
Alors $d (-) x \text{ jours} = (j - x, m, a)$

Si $j - x \leq 0$ et $m > 1$
Alors $d (-) x \text{ jours} = (N(m - 1, a), m - 1, a) (-) (x - j) \text{ jours}$

Si $j - x \leq 0$ et $m = 1$
Alors $d (-) x \text{ jours} = (31, 12, a - 1) (-) (x - j) \text{ jours}$

Calcul de : d (-) x mois

Soit y entier tel que $1 \leq y \leq 12$ et k entier ≥ 0 tel que $m - x = y - 12 \times k$,

Si $j = N(m, a)$
Alors $d (-) x \text{ mois} = (N(y, a - k), y, a - k)$

Si $y < N(m, a)$
Alors $d (-) x \text{ mois} = (\min(j, N(y, a - k)), y, a - k)$

Calcul de : d (-) x années

Si $m \neq 2$
Alors $d (-) x \text{ années} = (j, m, a - x)$

Si $m = 2$ et $j = N(m, a)$
Alors $d (-) x \text{ années} = (N(m, a - x), m, a - x)$

Si $m = 2$ et $j < N(m, a)$
Alors $d (-) x \text{ années} = (\min(j, N(m, a - x)), m, a - x)$

8.3. <nombre ordinal> ::= x ème

On donne ici la sémantique des fonctions f_t basées sur le nombre ordinal : **xème**.
On choisira successivement comme unité temporelle : jour, semaine, quinzaine, mois, année, anniversaire, mois civil et année civile.

8.3.1. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x \text{ ème jour-de } (e)$

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow D$$

$f_t(e) = \text{date début } (e) (+) x \text{ jours.}$

Remarque : Si e est un événement ou une propriété instantané, on prendra la date (e) car $\text{date } (e) = \text{date début } (e)$.

8.3.2. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x \text{ ème semaine-de } (e)$

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow (D, D)$$

$f_t(e) = [\text{date début } (e) (+) 7 \times (x - 1) \text{ jours, date début } (e) (+) (7 \times x - 1) \text{ jours}]$.

8.3.3. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x$ ème quinzaines-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow (D, D)$$

$$f_t(e) = [\text{date début (e) (+) } 15 \times (x - 1) \text{ jours, date début (e) (+) } (15 \times x - 1) \text{ jours}]$$

8.3.4. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x$ ème mois-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow (D, D)$$

$$f_t(e) = [\text{date début (e) (+) } (x - 1) \text{ mois, date début (e) (+) } x \text{ mois}]$$

8.3.5. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x$ ème année-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow (D, D)$$

$$f_t(e) = [\text{date début (e) (+) } (x - 1) \text{ années, date début (e) (+) } x \text{ années}]$$

8.3.6. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x$ ème anniversaire-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow D$$

$$f_t(e) = \text{date début (e) (+) } x \text{ années.}$$

8.3.7. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x$ ème mois civil-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow (D, D)$$

$$\text{date début (e) (+) } x \text{ mois} = (j, m, a),$$

$$f_t(e) = [(1, m, a), (N(m, a), m, a)]$$

8.3.8. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x$ ème année civile-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow (D, D)$$

$$\text{date début (e)} = (j, m, a),$$

$$f_t(e) = [(1, 1, a + x), (31, 12, a + x)]$$

8.4. <nombre ordinal> ::= x ème dernier

On donne ici la sémantique des fonctions f_t basées sur le nombre ordinal : **x ème dernier**. On choisira successivement comme unité temporelle : jour, semaine, quinzaine, mois, année, anniversaire, mois civil et année civile.

8.4.1. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x$ ème dernier jour-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow D$$

$$f_t(e) = \text{date fin (e) (-) } x \text{ jours.}$$

8.4.2. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x$ ème dernière semaine-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow (D, D)$$

$$f_t(e) = [\text{date fin (e) (-) } 7 \times (x - 1) \text{ jours, date fin (e) (-) } (7 \times x - 1) \text{ jours}]$$

8.4.3. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x$ ème dernière quinzaine-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow (D, D)$$

$$f_t(e) = [\text{date fin } (e) (-) 15 \times (x - 1) \text{ jours, date fin } (e) (-) (15 \times x - 1) \text{ jours}]$$

8.4.4. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x$ ème dernier mois-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow (D, D)$$

$$f_t(e) = [\text{date fin } (e) (-) (x - 1) \text{ mois, date fin } (e) (-) x \text{ mois}]$$

8.4.5. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) = x$ ème dernière année-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow (D, D)$$

$$f_t(e) = [\text{date fin } (e) (-) (x - 1) \text{ années, date fin } (e) (-) x \text{ années}]$$

8.4.6. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x$ ème dernier anniversaire-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow D$$

$$f_t(e) = \text{date } (e) (-) x \text{ années.}$$

8.4.7. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x$ ème dernier mois civil-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow (D, D)$$

$$\text{date fin } (e) (-) x \text{ mois} = (j, m, a),$$

$$f_t(e) = [(1, m, a), (N(m, a), m, a)]$$

8.4.8. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) := x$ ème dernière année civile-de (e)

$$f_t : Dt \cup Et \rightarrow (D, D)$$

$$\text{date fin } (e) = (j, m, a),$$

$$f_t(e) = [(1, 1, a - x), (31, 12, a - x)]$$

9. Sémantique des fonctions temporelles relationnelles (FTR)

On rappelle qu'une fonction temporelle relationnelle est construite à partir d'une relation temporelle combinée avec une unité temporelle relative.

$$f_t \in FT, f_t : Dt \cup Et \rightarrow Dt$$

<fonction temporelle relationnelle>

$$::= \langle \text{unité temporelle relative} \rangle \langle \text{relation temporelle} \rangle.$$

<unité temporelle relative> ::= mois civil, année civile.

<relation temporelle> ::= suivant, au cours, précédent.

On peut donc former a priori $(2 \times 3) = 6$ fonctions temporelles relationnelles.

On calculera d'abord le **mois civil** sur les 3 relations temporelles au § 9.1, puis l'**année civile** sur ces mêmes 3 relations temporelles au § 9.2.

9.1. <unité temporelle relative> ::= mois civil

On donne ici la sémantique des fonctions f_t basées sur l'unité temporelle relative : **mois civil**. On choisira successivement comme relation temporelle : au cours, suivant, et précédent.

9.1.1. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) :=$ mois civil au cours-de (e)

date (e) = (j , m , a),

$f_t(e) = [(1, m, a), (N(m, a), m, a)]$

9.1.2. Soit $e \in Ev$, $f_t \in Ftr$, $f_t(e) :=$ mois civil suivant-le (e)

date fin (e) = (j , m , a),

Si $m < 12$

$f_t(e) = [(1, m + 1, a), (N(m + 1, a), m + 1, a)]$

Si $m = 12$

$f_t(e) = [(1, 1, a + 1), (31, 1, a + 1)]$

9.1.3. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) :=$ mois civil précédent-le (e)

date début (e) = (j , m , a),

Si $m > 1$

$f_t(e) = [(1, m - 1, a), (N(m - 1, a), m - 1, a)]$

Si $m = 1$

$f_t(e) = [(1, 12, a - 1), (31, 12, a - 1)]$

9.2. <unité temporelle relative> ::= année civile

On donne ici la sémantique des fonctions f_t basées sur l'unité temporelle relative : **année civile**. On choisira successivement comme relation temporelle : au cours, suivant et précédent.

On définit l'**année civile au cours**, puis les autres (**année civile suivant** et **année civile précédent**) se calculent en fonction de cette dernière.

9.2.1. Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) :=$ année civile au cours-de (e)

Année civile au cours (e) = 0^{ème} **année civile** (e) (cf. §8.3.8).

9.2.2 Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) :=$ année civile suivant-de (e)

Année civile suivant (e) = 1^{ème} **année civile** (e) (cf. §8.3.8).

9.2.3 Soit $e \in Dt \cup Et$, $f_t \in FT$, $f_t(e) :=$ année civile précédent-de (e)

Année civile précédent (e) = 1^{ème} **dernière année civile** (e) (cf. §8.4.8).

10. Conclusion

La formalisation des textes juridiques (pour notre cas le texte de l'APJE) nous a montré que le problème essentiel au niveau de la représentation n'était pas seulement lié à la logique déontique mais aussi à la représentation du temps, c'est-à-dire à la logique temporelle. En effet, lors de l'étape de la traduction en langage formel, certains problèmes relatifs à l'utilisation du temps nous ont permis d'étudier d'une manière conceptuelle l'incorporation de fonctions temporelles dans notre modèle.

Cette approche a mis en évidence les structures cognitives sous-jacentes à l'expression des connaissances temporelles dans les textes juridiques : entités temporelles, unités temporelles, relations temporelles, fonctions temporelles. Elle a permis d'avoir une traduction formelle levant les problèmes d'ambiguïté et d'incomplétude rencontrés dans ces types de textes. Elle a enfin permis de représenter explicitement la sémantique du langage formel privilégiant les concepts d'ensembles et de fonctions.

On a appliqué notre méthode sur des textes réglementaires (administratifs). Ces textes se caractérisent par une présentation généralement structurée et une formulation qui obéit à des règles d'expression assez systématique d'autant plus que la composante temporelle est aussi importante dans ces types de textes. D'où l'intérêt de modéliser ces connaissances temporelles à côté des connaissances déontiques et avoir une bonne cohérence de l'ensemble.

Le modèle théorique obtenu est en cours d'implémentation (Faïz, 1995^b) en utilisant à la fois le système de programmation automatique DESCARTES (Gondran et Ginoux, 1991), (Dormoy, 1993^a, 1993^b, 1993^c), (Pierre et Jimenez, 1993) et le langage de programmation CLAIRE (Caseau et Laburthe, 1994). Le langage de spécification DESCARTES est un langage fonctionnel pur possédant en outre des primitives de manipulation d'ensembles et permettant d'écrire des formules de calcul des prédicats. De plus, ce langage intègre des composants pour décrire et manipuler un schéma conceptuel de données. Le langage CLAIRE est un langage fonctionnel à objet de haut niveau d'abstraction qui incorpore les notions d'ensemble et de relations comme fondement de son modèle d'objet. Cela nous permet de manipuler très facilement les ensembles d'objet et de définir des nouvelles relations avec plus de souplesse que dans les langages à objets classiques.

Nous avons proposé une première démarche méthodique au cogniticien pour démontrer le mécanisme de passage d'un texte en Langage Naturel à une spécification formelle reposant essentiellement sur la représentation des connaissances temporelles. Il reste maintenant à pousser plus loin cette analyse.

Nous avons testé notre modèle sur un corpus d'une trentaine de pages (environ 10000 mots). Nous sommes en train de tester la généralité du modèle sur d'autres corpus: nous visons à revoir d'autres types de textes administratifs. Il serait illusoire d'affirmer que le modèle peut s'adapter à n'importe quel corpus sans restriction sur le type de problème ou sur le domaine d'application. Malgré le caractère plutôt général de la méthode, il est préférable de l'adapter sur des textes administratifs là où la composante temporelle est dominante.

Bibliographie

- Allen, J.F. (1981), *An interval-based representation of temporal knowledge*. Proc. 7th Int. Joint Conf. on Artificial Intelligence, Vancouver, Canada, pp. 221-226.
- Allen, J.F. (1983), *Maintaining knowledge about temporal intervals*. CACM, Vol. 11, n°26, pp. 832-843.
- Allen, J.F. (1984), *Towards a General Theory of Action and Time*. Artificial Intelligence 23, pp.123-154.
- Allen, J.F. & Hayes P. J. (1985), *A common sense theory of time*. Proc. 9th Int. Joint Conf. on Artificial Intelligence, Los Angeles, pp. 528-531.
- Bestougeff, H. & Ligozat, G. (1989), *Outils logiques pour le traitement du temps : de la linguistique à l'intelligence artificielle*. Etudes et recherches en informatique, Masson, Paris.
- Bourcier, D. (1995) *La décision artificielle, le droit, la machine et l'humain*. Les voies du droit, Presses Universitaires de France.
- Bourcier, D. & Mackay, P. ed. (1992) *Lire le droit. Langue, texte, cognition*. LGDJ, Paris.
- Caseau, Y. & Laburthe, F. (1994), *Introduction to the CLAIRE Programming Language*, Technical paper, Département Mathématiques et Informatique, ENS, Paris.
- Desclés, J.P. (1989), *State, Event, Process and Topology*. General Linguistics, vol. 29, n°3, pp. 159-200.
- Desclés, J.P. (1991), *Archétypes cognitifs et types de procès*. Travaux de linguistiques et de philosophie, XXIX, Strasbourg-Nancy, pp. 171-195.
- Desclés, J.P. (1994), *Remarques sur la notion de processus inaccompli*. Journal de Sémiotique, n°4, mai, pp. 21.
- Dormoy, J.L. (1993^a), *Définition du langage ErgoALg*. Note interne de la Direction des Etudes et Recherches d'EDF, n°HI-21/8340.
- Dormoy, J.L. (1993^b), *Définition du langage de spécification des entrées-sorties de Descartes*. Note interne de la Direction des Etudes et Recherches d'EDF, n°HI-21/8341.
- Dormoy, J.L. (1993^c), *Spécification formelle du composant, Sum de Descartes*. Note interne de la Direction des Etudes et Recherches d'EDF, n°HI-21/8343.
- EDF (1989), *Manuel Pratique des Questions de Personnel de Electricité de France*. Livre 2, chapitre 511C, pp. 1-19.
- Euzenat, J. (1993), *Représentation granulaire du temps*. Revue d'intelligence artificielle, vol. 7, n°3, pp. 329-361.

Faïz, R. (1995^a), Représentation Formelle des connaissances temporelles à partir d'une analyse de texte, Actes des Journées Acquisition - Validation Apprentissage (JAVA) / Conférence JAC'95, Grenoble, 5-7 avril, pp. 269-282.

Faïz, R. (1995^b), *Implémentation en Descartes et Claire des connaissances temporelles dans les textes juridiques*. Note interne de la Direction des Etudes et Recherches d'EDF, à paraître.

Gayral, F. & Grandemange, P. (1991), *Evénement : ponctualité et durativité*, 8ième congrès RFIA, Lyon, Villeurbanne, Vol. 2, pp. 905-910.

Gondran, M. (1990), *Langages Formels*. Note interne de la Direction des Etudes et Recherches d'EDF, n°HI-20/6919.

Gondran, M. (1991), *Introduction aux logiques non classiques*. Note interne de la Direction des Etudes et Recherches d'EDF, n°HI-5522/02.

Gondran, M. & Faïz, R. (1995), *Calcul de dates dans les textes administratifs à partir de spécification formelle*. Note interne de la Direction des Etudes et Recherches d'EDF, n°HI-23/95-007.

Gondran, M. & Ginoux, B. (1991), *Le système descartes. Niveau 1 : Génération automatique d'algorithmes par système expert*. Note interne de la Direction des Etudes et Recherches d'EDF, n°HI-21/6993.

Haton, J.P., Bouzid, N., Charpillet, F., Haton, M.C., Laasri, H., Marquis, P., Mondot, T., Napoli, A. (1991), *Le raisonnement en intelligence artificielle (Modèles, techniques et architectures pour les systèmes à base de connaissances)* Paris, InterEditions, pp.183-229.

Hilpinen, R. (1981), *New Studies in Deontic Logic*. D. Reidel, Dordrecht, Netherlands.

Hobbs, J. (1985), *Granularity*. Proc. of the 9th IJCAI, Los Angeles (California, USA), PP. 432-435.

Kalinowski, G. (1965), *Introduction à la logique juridique*, pp. 70-138, Paris.

Kalinowski, G. (1972), *La logique des Normes*. Presses Universitaires de France, Paris.

Kayser, D. (1987), *Représentation du sens ou représentation des connaissances*. Actes du colloque "sémantique formelle ; fondements philosophiques et applications" Grenoble, septembre 1987, pp. 229-248.

McDermott, D. (1982), *A Temporal Logic for Reasoning About Processes and Plans*". Cognitive Science 6, pp. 101-155.

McDermott, D. & Dean, T.L. (1987), *Temporal Data Base Management*. Artificial Intelligence 32, pp. 1-55.

McDermott, D. & Hanks, S. (1985), *Temporal reasoning and default logics*. Computer Science Research Rept. N° 430.

McDermott, D. & Shoham, Y. (1988), *Problems in Formal Temporal Reasoning*. Artificial Intelligence 36, pp. 49-61.

Moulin, B. (1993), *Représentation des connaissances temporelles dans les discours : objet temporelles, itérativité, métaconnaissances*. 13ème Conférence Internationale en Intelligence Artificielle, Système Expert et Langage Naturel. Vol. 3, Avignon, 24-28 mai, pp. 173-188.

Pierre, L. & Jimenez, C. (1993), *Le langage DESCARTES*. Note interne de la Direction des Etudes et Recherches d'EDF, n°HI-21/93007.

Vilain, M.B. (1982), *A system for reasoning about time*. AAAI, pp. 197-201.

Von Wright, G.H. (1951), *Deontic logic*. Mind, Vol. 60, pp. 1-15.

Von Wright, G.H. (1968), *An Essay in Deontic Logic and the General Theory of Action*. Acta philosophica Fennica, Vol. 21, North Holland, Amsterdam.