



HAL
open science

Vers un modèle minimaliste du traitement des relations temporelles

Damien Munch, Jean-Louis Dessalles

► **To cite this version:**

Damien Munch, Jean-Louis Dessalles. Vers un modèle minimaliste du traitement des relations temporelles. MFI'11, Jun 2011, Rouen, France. hal-00685580

HAL Id: hal-00685580

<https://hal.science/hal-00685580>

Submitted on 5 Apr 2012

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.

Vers un modèle minimaliste du traitement des relations temporelles

Damien Munch¹ & Jean-Louis Dessalles¹

munch@telecom-paristech.fr & dessalles@telecom-paristech.fr

¹Telecom ParisTech, 46 rue Barrault - 75013 Paris

Résumé :

Nous proposons l'esquisse d'un modèle de calcul des relations temporelles dans le langage. Ce modèle cherche à satisfaire une contrainte de minimalisme cognitif, de manière à assurer une économie dans le calcul, dans la mémoire et dans les structures lors de l'analyse des informations temporelles contenues dans les énoncés. L'objectif est, à terme, de parvenir à une méthode générique et cognitivement plausible pour la détermination du temps, de l'aspect et de leurs implications logiques. L'originalité de ce modèle est d'isoler les opérations topologiques des autres traitements sémantiques.

Mots-clés : temps, aspect, traitement du langage, modèle formel, minimalisme cognitif

Abstract :

We outline a computational model of temporal relations in language. This model satisfies the cognitive minimalism constraint that states that computation, memory and structures should be optimized during the analysis of temporal information contained in utterances. The goal is to reach a generic and cognitively plausible method for the determination of tense, aspect and their logical implications. The model is original in that it isolates topological operations from other semantic processing.

Keywords : tense, aspect, language processing, formal model, cognitive minimalism

1 Introduction : la recherche d'un modèle minimal

La temporalité est un élément incontournable de toute interaction suffisamment riche. Les êtres humains sont experts dans la communication des relations temporelles, qui sont essentielles à la logique du discours, tant pour la narration (pour marquer par exemple la causalité) que pour l'argumentation (penser à un alibi). De plus, l'expression langagière est supérieure à tout système artificiel de dates pour exprimer la temporalité. Nous ne disposons toujours pas de modèle fiable et plausible permettant de calculer les relations temporelles à un niveau comparable à celui que l'on observe dans les interactions humaines, même les plus basiques.

De nombreux linguistes (Vendler, 1967, Comrie, 1976, Veters, 1996, entre autres) se sont employés à établir la meilleure catégorisation de la sémantique du temps par les distinctions d'aspectualité, de temps grammaticaux et de modalité, puis en affinant et détaillant à l'intérieur de ces catégories. Loin de toute considération cognitive, ils se sont donné pour tâche d'expliquer les variations d'interprétation des énoncés en dotant les entrées lexicales de structures sémantiques. Par exemple L. Gosselin (1996) dote les *procès* (au sens linguistique) d'un trait indiquant leur type : *état*, *activité*, *accomplissement* ou *achèvement*.

Une trop grande richesse des attributs sémantiques lexicaux est cognitivement peu plausible, en raison de leur caractère figé et du fait qu'ils rendent par principe l'apprentissage du lexique presque impossible. Nous optons pour une approche qui confère une importance plus grande au caractère *procédural*, ou calculatoire, du traitement temporel. H. Reichenbach (1947) fut l'un des premiers à proposer un modèle temporel procédural des conjugaisons. Celles-ci s'expriment, dans le modèle de Reichenbach, à partir de trois coordonnées seulement : *Event*, *Reference* et *Speech*. Ce modèle n'a pas permis de répondre à tous les problèmes posés, notamment la représentation des adverbes tels que *avant*, *après*, *jusqu'à*, ou le cas des clauses imbriquées (Hwang & Schubert, 1992), et il échoue à expliquer la richesse de certains répertoires de temps grammaticaux dans d'autres langues que l'anglais (Dowty, 1979, Comrie, 1985). De nombreuses améliorations ont été proposées, comme celles de B. Comrie (1985) qui enrichit le modèle de Reichenbach en proposant de rendre le nombre des coordonnées non-fixe : le point de référence peut disparaître, ou on peut voir au contraire apparaître un second point de référence (pour

le *conditional perfect*) ; ou encore les points de référence peuvent être remplacés par des intervalles, ce qui revient à doubler leur nombre (Gosselin, 1996). Ces améliorations successives s'exposent au risque de faire perdre au modèle d'origine sa principale qualité, la simplicité.

M. Moens et M. Steedman (1988) considèrent que la représentation mentale que nous formons des événements ne correspond pas aux principes de temporalité classiques que sont le temps (*tense*) et l'aspect, mais qu'ils seraient plus proches de notions comme les séquences causales ou simplement préparatoires (*contingently related sequences of preparatory processes*), les buts (*goal events*) et les états résultants (*consequent states*). Selon ces auteurs, les attributs temporels du lexique sont nettement plus limités que les interprétations possibles que peuvent faire les humains. Les relations entre les événements d'un énoncé ne seraient pas uniquement données par la construction de la phrase et la valeur temporelle des termes utilisés, mais aussi par des relations de causalité qui sont indépendantes du traitement temporel proprement dit. Ils séparent donc le traitement des valeurs strictement temporelles de la pragmatique.

Une autre évolution du système référentiel de Reichenbach, plus spécifique à l'intelligence artificielle, est due à J. F. Allen (1984). Celui-ci associe un intervalle de temps à tout événement et formalise ce que l'on appelle l'algèbre des intervalles d'Allen. Ses idées ont été reprises notamment pour modéliser les raisonnements sur le temps (Ligozat et Bestougeff, 1989). Cette évolution des coordonnées vers les intervalles permet de représenter plus finement l'aspectualité ou les relations entre coordonnées, mais au détriment de la plausibilité cognitive. Le modèle exige d'avoir un repérage absolu et une précision infinie du temps, ce qui entre en conflit avec les exigences cognitives suggérées par Moens et Steedman (1988) et L. Gadhakpour (2003).

Nous allons considérer le cas exemplaire de l'imparfait en français, et tout particulièrement l'inférence liée à l'*itération*, en regardant comment deux modèles temporels proposés pour le français tentent de l'expliquer

(Gosselin, 1996, Saussure, 2003). Nous introduirons ensuite notre propre modèle, en montrant l'importance de se limiter à un calcul portant sur des relations topologiques élémentaires. L'exposé détaillé de notre modèle sera suivi par une discussion sur sa portée.

2 L'imparfait et l'itération

Les valeurs d'aspects, de temps et de modalités peuvent changer selon le contexte et les attributs sémantiques d'origine des mots employés. L'imparfait français est typiquement un temps aux comportements multiples (Patard, 2008, Saussure et Sthioul, 2005). Nous nous concentrerons sur les situations où le verbe prend ou ne prend pas une valeur itérative pour mettre en avant notre modèle. Pour tous les énoncés qui suivent, il est entendu que le contexte est une part importante de leur acceptabilité. Par exemple, (2) devient tout à fait acceptable si l'on est en train de parler d'une maladie longue et grave qui affecte la collègue.

- (1) L'an dernier, quand il mangeait à la cantine, il discutait de linguistique.
- (2) L'an dernier, quand il mangeait à la cantine, sa collègue toussait.
- (3) Ce matin, quand il mangeait à la cantine, il discutait de linguistique.
- (4) Ce matin, quand il mangeait à la cantine, sa collègue toussait.

Dans les quatre exemples, nous choisissons d'assigner à la conjonction *quand* une valeur temporelle de simultanéité. Par la suite, les expressions mises entre accolades « {...} » signifient que nous parlons d'un *phénomène temporel*. Ce terme nous permet d'englober les catégorisations de *procès* (états, activités, accomplissements et achèvements), mais aussi de périodes ou de durées d'existence.

Dans (1), l'interprétation intuitive « crée » une répétition de {manger à la cantine} sur une durée équivalente à {l'an dernier}, sans précision de répartition (on ne sait pas si cela se passait tous les jours, de temps en temps, ou

seulement au cours d'une partie de l'année). {discuter de linguistique} s'adapte à l'ordre de grandeur donné par le phénomène précédent en devenant simultané avec une instanciation de {manger à la cantine}, dans la mesure où les deux ont le même ordre de grandeur. Ce n'est pas le cas en (2), ce qui force une interprétation itérative de {tousser}, synchrone avec une instance de {manger à la cantine}. Dans (3), {manger à la cantine} est interprété comme un phénomène temporel unique, tout comme celui de {discuter de linguistique}, alors que dans (4), {tousser} prend encore une valeur itérative.

Nous constatons que la qualité de répétition d'un phénomène n'est pas introduite par le lexique, mais qu'elle apparaît suite à un calcul cognitif. Dans les exemples (1-4), deux paramètres varient : l'occupation temporelle indiquée par le circonstanciel initial : {L'an dernier} ou {Ce matin}, et celle qui est donnée par le second verbe : {tousser} ou {discuter de linguistique}. Nous supposons que la présence, ou non, d'une répétition est due à un calcul portant exclusivement sur les durées des phénomènes.

Pour traiter l'imparfait, L. de Saussure (2003, p. 243) instancie une variable *P* qu'il va saturer soit avec la référence, si son lien avec l'événement est *pertinent*, soit avec un *moment de conscience* (« construit » si nécessaire) inclus dans l'événement. Pour l'exemple (1), la référence pour l'imparfait de {manger} sera {l'an dernier}, et la référence de {discuter} sera celle de {manger}. La répétition est, quant à elle, traitée indépendamment, comme la conséquence de la narration. Dans les exemples donnés par Saussure, la répétition est surtout amenée par des termes comme « à chaque fois », « chaque matin », « à plusieurs reprises ». Rien n'est dit

sur la résolution des conflits de durée qui, pour nous comme pour Gosselin, est le mécanisme qui produit l'itération dans les exemples (1) à (4).

L'un des modèles du traitement temporel qui est le mieux à même d'expliquer ces phénomènes de répétition est celui de L. Gosselin (Gosselin, 1996). Il assigne des *instructions aux marqueurs linguistiques*. L'imparfait est ainsi associé à une valeur temporelle absolue de passé et à un aspect inaccompli. Le calcul des instructions en combinaison avec les autres instructions d'un énoncé font apparaître des *effets de sens*. Ainsi, un intervalle marqué par un circonstanciel de localisation temporelle comme « L'an dernier » devient *saturé* par la mise en correspondance avec un autre intervalle. La mise en correspondance des intervalles peut créer des conflits qui conduisent à des effets de sens dit dérivés. Dans nos exemples, le conflit apparaît dans la mise en relation d'un événement ayant une durée typique inférieure à la durée de l'intervalle de référence ({l'an dernier} et {manger à la cantine}), ce qui conduit à itérer le *procès*.

Dans le modèle de Gosselin, l'itération multiplie les bornes de *procès* et des intervalles de référence, puis crée de nouvelles bornes pour la série itérative et son propre intervalle de référence. On se retrouve ainsi avec une représentation de l'exemple (5) qui comporte jusqu'à six intervalles de natures différentes (figure 1) : intervalles d'énonciation [01/02], du *procès* itéré [B1/B2], de sa référence [I/II], circonstanciel [ct1/ct2], de la série itérative [Bs1/Bs2] et de la référence de la série itérative [Is/IIs].

(5) Luc dormait parfois dix heures.

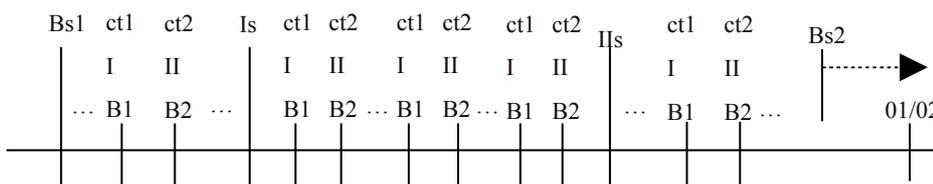


FIG. 1 : Représentation de l'exemple (5) dans le modèle de Gosselin (1996).

Le traitement de l'exemple (2) demanderait un traitement encore plus complexe, car *tousser* crée à son tour une série itérative qui a pour intervalle de référence chacune des occurrences du *procès* {manger à la cantine}.

Le modèle de Gosselin n'est pas « amnésique » : chaque intervalle est conservé afin de pouvoir plus tard être réutilisé comme intervalle de référence, ce qui accroît d'autant la complexité du système. Les intervalles de séries itératives sont également divisés en deux types différents afin de faire la distinction entre *fréquence* et *répétition*, c'est-à-dire du nombre d'occurrences de *procès* qui est indéterminé (« régulièrement ») ou déterminé (« x fois »). Nous renvoyons à Gosselin pour davantage de détails.

Le modèle de Gosselin, à propos duquel nous avons formulé ces remarques, date de 1996. Il a été implémenté par C. Person (Person, 2004) sur lequel nous nous basons pour énoncer les critiques qui suivent. Une orientation, non spécifiée dans l'ouvrage d'origine, a été prise, notamment sur l'implémentation du traitement procédural. Person utilise six attributs : le *procès*, le type de *procès*, la valeur temporelle, la valeur aspectuelle, le glissement, la borne saillante. Pour traiter ces structures, Person choisit d'introduire une règle de calcul du type *si* [conditions] *alors* [applications] pour chacun des marqueurs temporels. Il existe au moins une règle pour chaque temps grammatical, pour les circonstanciels, pour les subordonnées, trois pour les cas particuliers (*depuis*, circonstanciels *itératifs*, circonstanciels *aspectuels*) ; il y a des règles pour gérer la saillance des *procès* composés, ainsi que pour tous les cas de résolution de conflit. Nous pensons qu'introduire une telle quantité de calculs différents dans le traitement du temps n'est pas cognitivement plausible. Les locuteurs sont censés dans ce modèle utiliser une panoplie plus ou moins contingente et surtout non bornée d'algorithmes, sans explication de la manière dont ils ont pu les acquérir et sans garantie qu'ils disposent de leur totalité.

L. de Saussure (2003) a fait un choix comparable en assignant une procédure différente à chaque temps verbal et à chaque connecteur.

3 Un modèle topologique minimaliste

Notre modèle temporel est un modèle *topologique* sur le temps. Le traitement syntaxique, la gestion des connaissances encyclopédiques telles que les ordres de grandeurs typiques ou les relations de causalité sont considérés comme extérieurs au modèle qui gère les relations temporelles. Ces traitements sont supposés être effectués par plusieurs autres modules, notamment un module syntaxique et un module perceptif, ce dernier étant notamment capable de repérer les conflits de durée ou d'inférer la causalité.

3.1 Minimalisme

Le modèle que nous proposons ici se veut minimal en termes de structures, de calcul et de mémoire.

Les structures sémantiques temporelles associées au lexique et aux représentations transitoires qui apparaissent lors du traitement sont toutes du même type, appelé PhT (pour Phénomène Temporel).

Le modèle se veut minimaliste également du point de vue calculatoire. Il comporte une opération principale, la *fusion* (*PhT_merge*). Celle-ci déclenche un nombre fixe et réduit de procédures associées, notamment pour le traitement de la coercition (remplacement d'un attribut du PhT en cas de conflits). L'opération *PhT_merge* se connecte à l'opération de fusion (*merge*) postulée dans certains traitements de la syntaxe (Chomsky, 1995) et à une opération de fusion perceptuelle (*perceptual_merge*) dont nous postulons l'existence.

Le modèle est minimaliste du point de vue de la mémoire : l'opération *PhT_merge* évite l'accumulation des structures en éliminant à chaque fois l'une des structures fusionnées. La plupart des modèles s'exposent à la croissance

incontrôlée de la complexité des représentations au cours du traitement, selon un processus dit *monotone* (Ghadakpour, 2003). Gosselin, par exemple, ne cherche pas à minimiser la quantité des résultats calculés qui sont conservés en mémoire : son modèle est parfois contraint de se resservir d'intervalles ayant été traités précédemment comme nouveaux intervalles de références. Il suit en cela les liens fournis par la syntaxe qui peuvent devenir très complexes (énumérations, digressions, etc.). Ce problème est rédhibitoire en contexte, dans les textes longs ou dans les conversations. Notre modèle, grâce à son opération de fusion, organise sa propre amnésie, une qualité qui nous semble incontournable pour assurer la plausibilité cognitive.

3.2 Structure lexicale

Les informations contenues dans le lexique sont limitées à une seule structure, non récursive, appelée PhT. Nous différencions le lexique en deux catégories : les termes avec PhT connu et les autres. A la première catégorie correspondent les temps grammaticaux (leur conjugaison), les conjonctions de subordination, les locutions conjonctives de subordination, les adverbes de temps, les adverbes de liaison et certains verbes (commencer/finir, ...). Les adjectifs, verbes, noms avec une composante temporelle (ancien/nouveau, manger, hier, lundi, jour, ...) ne disposent pas, au début du traitement, de PhTs connus. Nous verrons par la suite que c'est l'interrogation de la mémoire perceptive qui permettra de compléter ces PhTs. C'est aussi le cas pour toutes les autres unités lexicales sans valeur temporelle *a priori* mais qui peuvent être utilisées par la perception pour déterminer de images perceptuelles dynamiques (l'association entre *passer* et *oiseaux* qui peut donner l'image du passage des oiseaux en vol, par exemple).

Le PhT (**Ph**énomène **T**emporel) est la seule structure du module temporel. Il se limite à quatre attributs : le *point de vue*, l'*approche*, l'*identifiant de l'image* et la *position* :

PhT[viewpoint, approach,
imageid, pos]

Le *point de vue* (viewpoint) peut prendre deux valeurs : *moment* (*figure*, ou f) ou *époque* (*ground*, ou g). Cette terminologie est empruntée à Gadakhpour (2003). Le point de vue peut être imposé dans l'entrée lexicale. Par exemple, l'imparfait impose une époque. Le point de vue est cependant le plus souvent déterminé lors du calcul. Les points de vue sont un élément clé de notre modèle. Ils permettent de renseigner la manière dont le locuteur considère un phénomène temporel à une étape donnée du traitement : soit en se situant à l'extérieur et en considérant l'événement globalement (moment), soit en se situant à l'intérieur (époque) (exactement comme dans le cas spatial). Insistons sur le fait que le point de vue n'est généralement pas fixé à l'avance, même pour un verbe. Ainsi, les différences d'interprétation temporelle n'apparaissent qu'en contexte. *Comprendre* par exemple peut avoir une valeur d'état (« je comprends l'anglais »), d'activité (« il comprend chaque énoncé de l'examen ») ou d'accomplissement (« je comprends le sens de cette phrase ») (exemples abondamment discutés par Moens & Steedman (1988)).

L'*approche* (approach) est un opérateur *unaire*. Son opérande est l'image identifiée par imageid. L'approche peut prendre l'une des valeurs suivantes : a_simul, a_before, a_next, a_start, a_end, a_slice ou a_repetition. Chaque approche impose des contraintes sur les points de vue lors de l'opération de fusion. Par exemple l'expression « pendant que » aura pour *approche* une simultanéité imposant une contrainte d'*époque* sur l'un des PhT du calcul. Certaines valeurs de l'approche, comme a_simul et a_before, ressemblent aux opérateurs binaires des modèles topologiques courants. a_next est propre aux manipulations discrètes (les listes comme les jours de la semaine). a_repetition se comporte comme un opérateur d'itération. a_start, a_end et a_slice découpent un phénomène temporel pour n'en garder qu'une partie.

L'*identifiant de l'image* imageid est un « pointeur » vers une « image » de la perception (ou de la mémoire perceptive). Le

mot *image* recouvre une notion qui inclut toute représentation perceptive, mémorisée ou construite. L'image elle-même n'est connue que de la perception.

La *position* informe sur le positionnement absolu du phénomène par rapport au présent courant (pas forcément le « maintenant »). Elle peut être imposée par l'entrée lexicale, comme pour les temps grammaticaux, ou lors du calcul. Nous distinguons pour le moment trois positions : `p_past`, `p_present`, `p_future`.

Le caractère *topologique* du modèle vient de la pauvreté voulue de la structure PhT, qui se limite à des positions intérieur/extérieur du *point de vue* et aux opérateurs topologiques de l'*approche*. Toute autre opération, en accord avec (Moens & Steedman, 1988), est considérée comme externe au modèle temporel, et est renvoyée dans le module perceptif.

3.3 La procédure de fusion

La procédure de *fusion* est effectuée chaque fois que la syntaxe envoie un lien syntaxique

au module sémantique. Même si nous ne traitons que de la *fusion* temporelle, nous pensons que la *fusion* sémantique est une opération qui est effectuée dans plusieurs autres modules spécialisés (relations spatiales, détermination, perception). Nous appelons *PhT_merge* le volet temporel de la *fusion*. Il porte sur deux structures PhT et son résultat est un PhT unique (figure 2).

Deux cas sont possibles : soit il est possible d'unifier simplement les deux PhT (unification au sens « Prolog »), soit il est nécessaire de passer par quatre étapes précises : sélection de l'approche du résultat, application des contraintes imposées par l'approche, appel de la fusion perceptuelle, et enfin coercion.

Les dénominations `PhT_Head` (tête) et `PhT_Comp` (complément) rappellent que le module syntaxique envoie un couple asymétrique de morphèmes qu'il vient d'unifier (*merge*). La figure 3 illustre un exemple de *fusion* simple. Les traits de soulignement tiennent lieu de valeurs indéterminées.

PhT_merge

Take two PhTs as Input : `PhT_Head`, `PhT_Comp`

Return one PhT: `PhTResult`

```
if (PhT_Result <= unify(PhT_Head, PhT_Comp)) // simple merge
else
// step 1 : approach selection
selected_approach <= unify(PhT_Head.approach, PhT_Comp.approach)
if fail
selected_approach <= PhT_Head.approach
// step 2 : perceptual merge. The perception returns a new image id.
(PhTResult.imageid, merge_flag) <=
    perceptual_merge(PhT_Head.imageid, PhT_Head.approach,
        PhT_Comp.imageid, PhT_Comp.approach)
// step 3 : Coercion repairs merging failures.
PhTResult.approach <= magnitude_coercion(merge_flag)
// Complete PhT attribute
PhTResult.pos <= PhT_Head.pos
return PhTResult
```

FIG. 2 : La procédure `PhT_merge`

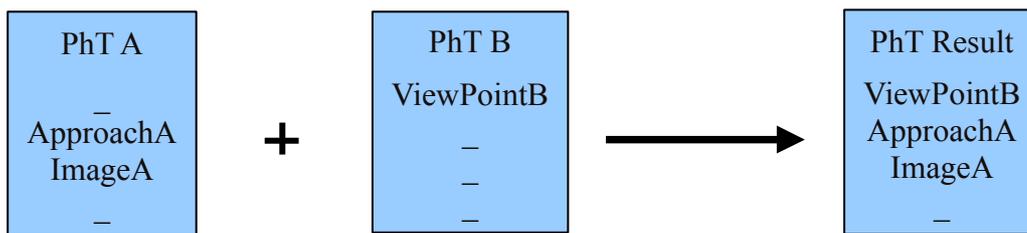


FIG. 3 : Fusion des phénomènes temporels.

A ce stade, le système possède des instructions pour diriger l'action du module perceptif. Celui-ci reçoit les identifiants d'image de la tête et du complément, ainsi que l'approche sélectionnée. C'est le module perceptif qui est en charge de produire une image pour « le début du repas » ou pour un acte répétitif correspondant à « tousser ». Le module perceptif est aussi en charge de la compatibilité des ordres de grandeur. Il sait par exemple qu'un repas ne dure pas une année. Dans nos implémentations, le module perceptif peut être remplacé par une simple base de données dotée d'un test de cohérence sur les ordres de grandeur.

Un échec sur les ordres de grandeur conduit à une étape de *coercition* (figure 2). La coercition calcule l'*approche* du PhT résultant de manière à rendre les ordres de grandeur compatibles. Cette *approche* sera, selon les contraintes (de *points de vue*) :

- une répétition
- une section (*a_start*, *a_end*, *a_slice*)

L'algorithme *PhT_merge* se termine par la mise à jour du positionnement temporel absolu *pos* dans le PhT résultant.

4 Un exemple de calcul de l'itération

Reprenons les quatre premiers énoncés :

- (1) L'an dernier, quand il mangeait à la cantine, il discutait de linguistique.
- (2) L'an dernier, quand il mangeait à la cantine, sa collègue toussait.

(3) Ce matin, quand il mangeait à la cantine, il discutait de linguistique.

(4) Ce matin, quand il mangeait à la cantine, sa collègue toussait.

Le module syntaxique envoie à notre modèle les PhT correspondants aux groupes syntaxiques identifiés. C'est lui qui va diriger l'ordre des *fusions*. On va traiter séparément le complément circonstanciel (« L'an dernier »), puis la subordonnée (« quand il mangeait à la cantine »), et enfin la principale (« il discutait de linguistique »). Les *fusions* qui nous intéressent sont celles entre la principale et la subordonnée, et entre le complément circonstanciel et le résultat de la principale et de la subordonnée.

Dans (1), le modèle ne détecte pas de conflits entre subordonnée et principale, en effet les ordres de grandeurs de {manger à la cantine} et {discuter de linguistique} sont identiques. Un conflit va survenir lors de la comparaison entre {l'an dernier} et l'ordre de grandeur de {discuter de linguistique} qui est celui retenu pour le résultat de la *fusion* précédente. Le modèle résout le conflit en donnant l'approche *a_repetition* d'itération au PhT de « quand il mangeait à la cantine, il discutait de linguistique ».

Dans (2), le modèle va détecter un conflit d'ordre de grandeur entre subordonnée et principale, contrairement à (1). Il va le résoudre par l'itération de {sa collègue toussait}. L'ordre de grandeur de ce nouveau PhT sera alors celui correspondant à {mangeait à la cantine}, et à la scène répétée de {sa collègue toussait}. La dernière *fusion* est comparable à celle dans (1). Par inférence {sa collègue toussait} est doublement répété.

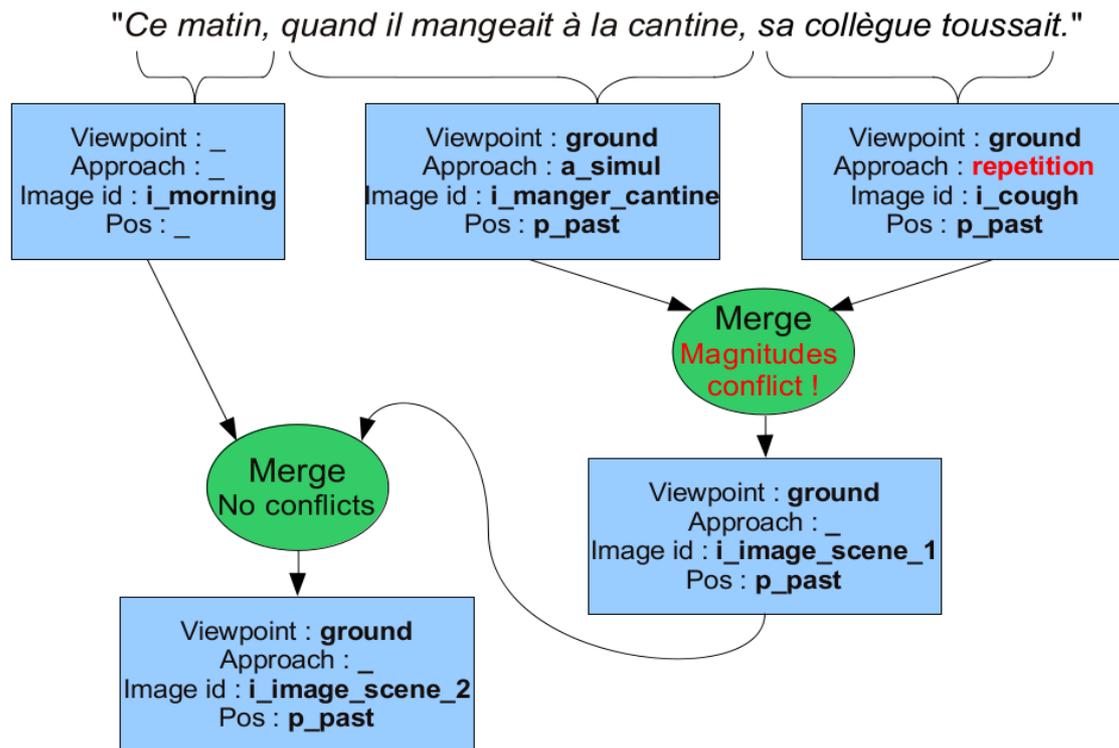


FIG. 4 : Illustrations des dernières *fusions* de l'exemple (4)

Dans (3), aucun conflit n'est détecté et {mangeait à la cantine} et {discutait de linguistique} se comportent comme deux époques simultanées non-répétées. On considère que les ordres de grandeurs de {ce matin} et {il discutait de linguistique} sont identiques.

Dans (4), le début du traitement est comparable à (2), qui introduit l'itération de {sa collègue toussait}. La dernière *fusion* fonctionne correctement, comme dans (3). Au final, seul {sa collègue toussait} est répété.

La figure 4 illustre les deux dernières *fusions* de l'exemple (4) en insistant sur le conflit d'ordre de grandeur de la première fusion. Les premières *fusions* ne sont pas détaillées.

5 Discussion

Notre modèle est capable de traiter et de calculer l'itération d'un phénomène temporel avec une économie de structures (structure PhT) et de procédures (merge_PhT). Si nous sommes d'accord pour assigner des instructions aux temps verbaux et autres marqueurs linguistiques, nous pensons que le choix de Person et de Saussure d'assigner les procédures d'application des instructions aux éléments du lexique sont d'autant moins

cognitivement plausibles que le nombre de marqueurs linguistiques d'une langue est grand. La quantité des procédures à stocker est même susceptible d'être augmenté pour chaque nouvelle langue apprise par un individu. Le processus par lequel nous apprenons une langue (première ou seconde) est alors difficile à imaginer puisque ce ne sont pas quelques attributs par éléments qu'il faut apprendre, mais des algorithmes. L'existence d'une procédure unique de traitement des instructions nous semble un choix raisonnable pour assurer la plausibilité cognitive (notons que le modèle de Gosselin n'est pas forcément incompatible avec cette proposition).

La contrainte choisie de minimalisme cognitif nous impose de plus de conserver un minimum de structures en mémoire au cours du traitement. Nous sommes capables de traiter des textes longs et des conversations. Pour répondre à cette exigence, la procédure de *fusion* nous paraît une méthode appropriée, car elle évite de saturer rapidement la mémoire. Notons que Gosselin ne cherche pas à minimiser la quantité des résultats calculés conservés en mémoire : son modèle est parfois contraint de se resservir d'intervalles ayant été traités précédemment comme nouveaux intervalles de références. Il suit en cela les

liens fournis par la syntaxe qui peuvent devenir très complexes (énumérations, digressions, etc.). Son modèle n'est pas amnésique (il ne perd pas d'informations), ce qui selon nous le rend incompatible avec l'exigence de minimalisme cognitif : un lecteur ne garde pas en mémoire la totalité des relations temporelles exprimées dans chacune des phrases d'un livre ! Un modèle plausible doit expliquer ce qui est oublié et préciser sous quelle forme les relations pertinentes (antériorité, causalité...) sont conservées.

6 Conclusion

Nous avons proposé l'esquisse d'un nouveau modèle d'analyse du temps dans les langues naturelles de manière à répondre à une exigence de minimalisme cognitif. Ce modèle s'intègre d'une part dans un module temporel distinct de la syntaxe et de la perception, à côtés d'autres modules supposés qui sont censés repérer la causalité ou la détermination.

Le modèle utilise une structure unique appelée structure *PhT* dotée de quatre arguments, et une procédure de *fusion* unique appelée *PhT_merge*.

Nous avons illustré le fonctionnement du modèle avec le cas de l'itération d'un phénomène temporel à l'imparfait, et le comparons avec deux autres modèles (Gosselin 1996 implémenté par Person 2004, et Saussure 2003) que nous jugeons moins minimalistes cognitivement.

Le modèle, implémenté en Prolog, fonctionne sur des cas simples. Notre objectif est de montrer qu'un tel modèle est capable de passer à l'échelle. Le pari est que l'ensemble des relations temporelles exprimées dans le langage peut se scinder, d'une part, en un traitement topologique, que nous modélisons à l'aide des *PhTs* et de l'opération *PhT_merge*, et d'autre part en d'autres opérations, non topologiques, liées à la perception (ordres de grandeur, jugements d'antériorité, ...).

À plus long terme, nous comptons intégrer le modèle dans une chaîne de traitement du langage qui sera opérationnelle, au moins sur un domaine de connaissances limité sur lequel la « perception » peut être remplacée par une

base de faits (par exemple sur un domaine lié à l'Histoire ou à l'actualité).

7 Références

- Allen, J. F. (1984), Towards a General Theory of Action and Time, in *Artificial Intelligence*, 23, pp. 123-154.
- Bestougeff, H. et Ligozat, G. (1989), *Outils logiques pour le traitement du temps : de la linguistique à l'intelligence artificielle*, Masson, Paris.
- Chomsky, N. (1995) *The Minimalist Program*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Comrie, B. (1976), *Aspect*, Cambridge university press.
- Comrie, B. (1985), *Tense*, Cambridge university press.
- Dowty, D. (1979), *Word Meaning and Montague Grammar*, Dordrecht: D. Reidel.
- Ghadakpour, L. (2003). *Le système conceptuel, à l'interface entre le langage, le raisonnement et l'espace qualitatif : vers un modèle de représentations éphémères*. PhD Thesis, Ecole Polytechnique.
- Gosselin, L. (1996), *Sémantique de la temporalité en français*, Bruxelles : Duculot.
- Hwang, C.H. et Schubert, L. K. (1992). *Tense Trees as the fine structure of discourse*. Proceedings of ACL'1992, 232-240.
- Moens, M. et Steedman, M. (1988), Temporal ontology and temporal reference, *Computational linguistics*. 14, no. 2 : 15 28.
- Patard, A. (2008). *L'un et le multiple. L'imparfait de l'indicatif en français : valeur en langue et usages en discours*. PhD dissertation, Université Paul Valéry – Montpellier III.
- Person, C. (2004), *Traitement automatique de la temporalité du récit : implémentation du modèle linguistique SdT*, PhD Thesis, Université de Caen Basse-Normandie.
- Reichenbach, H. (1947), *Elements of Symbolic Logic*, Free Press.
- Saussure, L. de (2003), *Temps et pertinence. Eléments de pragmatique cognitive du temps*, Bruxelles : Duculot.
- Saussure L. de, et Sthioul B. (2005) Imparfait et enrichissement pragmatique, in Larrivée P. & E. Labeau (Eds), *Nouveaux développements de l'imparfait*, Amsterdam, Rodopi, 103-120.
- Vendler, Z. (1967), *Linguistics in Philosophy*, Cornell U. P.
- Vetters, C. (1996), *Temps, aspect et narration*, Rodopi.