



Logique Combinatoire et Formalisation de la représentation aspecto-temporelle

Hee-Jin Ro

► **To cite this version:**

Hee-Jin Ro. Logique Combinatoire et Formalisation de la représentation aspecto-temporelle. 9ème édition de la conférence MANifestation des JEunes Chercheurs en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication - MajecSTIC 2012 (2012), Nicolas Gouvy, Oct 2012, Villeneuve d'Ascq, France. hal-00780377

HAL Id: hal-00780377

<https://hal.inria.fr/hal-00780377>

Submitted on 23 Jan 2013

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.

Logique Combinatoire et Formalisation de la représentation aspecto-temporelle

Hee-Jin RO¹

1 : Université Paris-Sorbonne (Paris 4), LaLIC (Langues, Logiques, Informatique, Cognition),
Maison de la Recherche, 28 rue Serpente, 75006 Paris - France.

Contact : heejinro@yahoo.fr

Résumé

Ce travail s'inscrit dans une recherche centrée sur une approche de la linguistique computationnelle. Nous définissons précisément les opérateurs aspectuels d'état, d'événement, de processus qui sont intégrés dans le formalisme de la Logique Combinatoire typée de Curry. Ces opérateurs se réalisent sur des intervalles topologiques avec des bornes ouvertes et fermées. Nous allons voir comment relier dans le même formalisme applicatif les significations aspectuelles des verbes et leur composition avec des opérateurs aspectuels grammaticalisés. L'article présente, suivant quelques exemples détaillés, la théorie résultante des analyses morpho-syntaxiques jusqu'aux présentations métalinguistiques, dans le cadre du modèle de la Grammaire Applicative, Cognitive et Énonciative.

Abstract

This work is in line with the research centered on an approach of the Computational linguistic. We define precisely the aspectual operators of state, event, process which are integrated in the formalism of typed Combinatory Logic by Curry. These operators are realized on the topological intervals with open and closed boundaries. We show how to link with the same formalism the aspectual meanings of verbs and their composition with the aspectual operators. The article presents, following some detailed examples, the theory resulting from a morpho-syntactical analysis toward metalinguistic representations inside the framework of the Enunciative, Cognitive and Applicative Grammar.

Mots-clés : Aspect, Expression applicative, Formalisation Grammaticale, Logique Combinatoire, Temps.

Keywords: Applicative expression, Aspect, Combinatory Logic, Grammatical Formalisation, Tenses.

1. Introduction

La notion d'aspect dans les langues est difficile à cerner, une des raisons, la multiplicité des terminologies et quelques fois la confusion entre des terminologies grammaticales employées par une langue et une autre, voir [12]. Comme le temps et l'aspect sont étroitement liés au sein d'une catégorie grammaticale, il est difficile de traiter les marqueurs grammaticaux qui appartiennent à l'une ou l'autre catégorie. En effet, aucune langue ne possède de marqueurs strictement temporels ni strictement aspectuels. Nous partons donc du principe qu'il n'existe pas de distinction évidente entre les marqueurs grammaticaux aspectuels et les marqueurs grammaticaux temporels. Nous privilégierons les valeurs aspecto-temporelles afin de prendre en compte la dualité des caractéristiques aspectuelles et temporelles des catégories grammaticales. Nous présenterons, dans ce travail, quelques opérateurs élémentaires aspecto-temporels. La formalisation de ces opérateurs est fondée sur l'opération d'application : le formalisme applicatif de la Logique Combinatoire qui est intégrée pour la représentation

formelle des opérateurs aspecto-temporels. L'article se propose de présenter en s'appuyant sur quelques exemples, comment employer la Logique Combinatoire dans une théorie linguistique, surtout dans le domaine du temps et de l'aspect, en combinant à d'autres opérateurs et opérands.

2. Logique Combinatoire

La Logique Combinatoire (LC) est une logique des opérateurs, fondée sur l'opération de base : *application*. Autrement dit, la LC est un système applicatif qui permet d'appliquer un opérateur 'X' à un opérande 'Y' avec la notation 'X Y'. C'est un formalisme relativement adéquat pour la linguistique et, plus généralement, pour la philosophie, l'informatique et les sciences cognitives, etc. La LC permet d'une part d'articuler des niveaux de représentations entre eux dans un processus de changement de niveau au sein d'une même architecture computationnelle, et d'autre part de synthétiser un prédicat.

La LC de Curry [4, 5] est proche du lambda calcul de Church [3], mais n'est pas équivalente, entre autres, pour les raisons suivantes :

- (1) La LC utilise des opérateurs, appelés combinateurs, qui sont composables entre eux.
- (2) La LC n'utilise pas de variables liées, pour cette raison, l'implémentation devient plus aisée puisqu'il n'y a pas d'effet de bord (side effect).
- (3) La LC est équivalente au lambda calcul du point de vue de l'extension, et non du point de vue de l'intension [17].

Le rôle des combinateurs consiste à associer des opérateurs plus élémentaires entre eux et ainsi définir des opérateurs complexes à partir d'autres opérateurs. La signification intrinsèque de chaque combinateur est donnée par son action sous forme de β -réduction. Présentons l'action de quelques combinateurs élémentaires sous la forme de β -réduction entre une expression qui contient un combinateur et une expression obtenue après l'action du combinateur :

- **I** (identité) : $\mathbf{I} X \geq_{\beta} X$
- **B** (composition fonctionnelle) : $\mathbf{B} X Y Z \geq_{\beta} X (Y Z)$
- **C** (conversion des deux arguments d'un opérateur binaire) : $\mathbf{C} X Y Z \geq_{\beta} X Z Y$
- **C*** (permutation) : $\mathbf{C}^* X Y \geq_{\beta} Y X$
- **W** (duplication d'un argument ou la diagonalisation) : $\mathbf{W} X Y \geq_{\beta} X Y Y$
- **K** (effacement d'un argument) : $\mathbf{K} X Y \geq_{\beta} X$
- **S** (à la fois composition fonctionnelle et duplication d'arguments) : $\mathbf{S} X Y Z \geq_{\beta} X Z (Y Z)$
- **Φ** (intrication en parallèle d'opérateurs agissant sur des données communes) :
 $\mathbf{\Phi} X Y Z U \geq_{\beta} X (Y U) (Z U)$
- **Ψ** (composition par distribution) : $\mathbf{\Psi} X Y Z U \geq_{\beta} X (Y Z) (Y U)$

Les combinateurs ne sont pas indépendants. Par exemple, **I** peut être défini à partir de **S** et **K** ($\mathbf{I} = \mathbf{SKK}$). La LC vérifie la propriété de confluence de Church-Rosser : la forme réduite (sans combinateurs), si elle existe, est unique.

Nous illustrons, par exemple, l'utilisation du combinateur **W** en linguistique pour les verbes réfléchis. Nous commençons toujours par une expression applicative préfixée¹ :

Jean se lave -> *Jean lave Jean*.

- | | |
|---|-----------------------------|
| 0. <i>Jean + lave + Jean</i> | forme normale |
| 1. <i>Jean lave Jean = (lave Jean) Jean</i> | hypothèse |
| 2. W <i>lave Jean</i> | W introduction |
| 3. [<i>se-lave</i> = _{déf} W <i>lave</i>] | loi grammaticale |

¹ Une expression applicative préfixée est une façon de présentation où l'opérateur précède toujours l'opérande. Dans notre exemple, *lave* est un opérateur qui s'applique à son opérande *Jean*, ensuite, l'ensemble du résultat de cette application (*lave Jean*) s'applique à son opérande *Jean*, donc (*lave Jean*) *Jean*.

4. *se-lave Jean* remplacement

Nous relevons dans l'exemple du verbe réfléchi l'intérêt de la LC en linguistique avec utilisation des combinateurs puisqu'avec la LC, nous pouvons analyser les problèmes de phénomènes linguistiques comme la valeur réflexive, l'impersonnel, les relations active et passive, etc.

3. Cadre théorique : Architecture linguistico-computationnelle de la Grammaire Applicative, Cognitive et Énonciative et la Théorie aspecto-temporelle

Le cadre théorique dans lequel nous développons nos analyses aspecto-temporelles est celui de la Grammaire Applicative, Cognitive et Énonciative (GRACE) [12, 13]. Dans ce modèle de la GRACE, l'analyse sémantique de certaines catégories grammaticales et la prise en compte de la signification attachée aux unités lexicales sont prises en compte et s'articulent entre niveaux. L'architecture de représentations est explicitement articulée par des processus de changement de représentations entre niveaux :

- (i) Niveau des configurations morpho-syntaxiques de la diversité des langues, où les caractéristiques particulières d'une langue sont décrites.
- (ii) Niveau des représentations logico-grammaticales exprimées par des expressions applicatives typées dans le formalisme des Grammaires Catégorielles. À ce niveau est construite une représentation applicative où des opérateurs s'appliquent à des opérands de différents types.
- (iii) Niveau de l'analyse des diathèses et des thématisations en utilisant des combinateurs de la Logique Combinatoire.
- (iv) Niveau de l'analyse et des représentations des conditions énonciatives pour décrire les catégories grammaticales du temps, de l'aspect et des modalités (objet de cet article).
- (v) Niveau des représentations formelles des significations des prédicats lexicaux par des Schèmes Sémantico-Cognitifs.
- (vi) Niveau de l'intégration des conditions énonciatives avec les Schèmes Sémantico-cognitifs.
- (vii) Niveau des représentations cognitives établissant des relations entre l'activité cognitive de langage, et, les activités cognitives de perception et d'action plus ou moins intentionnelles.

Dans l'architecture de la GRACE, les configurations morpho-syntaxiques (niveau 'i') sont concaténationnelles ou syntagmatiques, c'est-à-dire que les expressions sont construites par une opération de simple juxtaposition d'unités linguistiques plus petites. Les représentations formelles des autres niveaux de représentations (des niveaux de 'ii' à 'vi') sont toutes des *expressions applicatives*, c'est-à-dire des expressions formelles constituées en appliquant des opérateurs, de différents types, à des opérands. Ces représentations utilisent le formalisme applicatif de la Logique Combinatoire. Le dernier niveau 'vii' introduit un autre mode de représentations (construites par l'activité de perception et d'action et à ce niveau), bien que conditionnées par la langue, les représentations échappent à l'univers symbolique pour assurer des correspondances avec des figures et des images iconiques.

Il existe plusieurs approches de l'analyse du temps et de l'aspect dans les langues. Notre travail utilise les concepts de base de la théorie aspecto-temporelle développée dans le courant européen [1, 2, 6]. Les trois principaux aspects de base sont *l'état*, *l'événement* et le *processus*. La distinction entre ces trois aspects implique la prise en compte d'intervalles topologiques sur lesquels se réalise une situation (un énoncé). Les conceptions de l'aspect et du temps présentées par plusieurs logiciens [20] sont insuffisantes pour une analyse adéquate. Regardons ces trois notions aspectuelles de base :

- (1) L'état dénote une situation stable sans changement, sans mouvement. Il n'existe ni premier

- instant qui exprimerait le début initial de l'état, ni de dernier instant qui exprimerait le terme de l'état. Il se réalise dans un intervalle ouvert d'instant dont les bornes sont exclues.
- (2) L'événement dénote une transition entre un état antérieur et un état postérieur. Il se réalise durant un intervalle fermé d'instant et est validé à sa borne finale.
 - (3) Le processus dénote une situation évolutive avec nécessairement un changement initial. Il se réalise sur un intervalle d'instant fermé à gauche et ouvert à droite dans la mesure où il est inaccompli, c'est-à-dire *en train de se réaliser*. Les termes de processus, d'*accomplishment* et d'*achievement* ne doivent pas être pris au sens de Vendler [22].

4. Analyse aspecto-temporelle

La relation aspectualisée (prenant la forme d'un état réalisé sur un intervalle ouvert, ou un événement réalisé sur un intervalle fermé, ou encore un processus réalisé sur un intervalle fermé à gauche et ouvert à droite, car inaccompli) doit être prise en charge par un opérateur d'énonciation (ou opérateur de prise en charge par l'énonciateur abstrait) 'JE-DIS'. L'énonciation est elle-même un processus inaccompli réalisé sur un intervalle topologique 'J⁰' ; l'opérateur aspectuel du processus énonciatif se réalise alors dans cet intervalle de processus, noté 'PROC_{J⁰}'. La formalisation d'un énoncé est toujours démarrée par l'expression applicative suivante, appelée *schème énonciatif* :

$$\text{PROC}_{J^0} (\text{JE-DIS} (\& (\text{Opérateur-Aspectuel}_I (\text{Relation Prédicative})) ([I \text{ rep } J^0])))$$

L'énonciateur prend en charge ('JE-DIS') « ce qui est dit » et cet acte d'énonciation est un processus qui se réalise sur un intervalle 'J⁰', fermé à gauche et ouvert à droite, étant inaccompli à la borne droite de 'J⁰' : PROC_{J⁰} (JE-DIS (ce qui est dit)). Une certaine visée aspectuelle 'Opérateur-Aspectuel_I' spécifie la relation temporelle entre le domaine 'I' de réalisation temporelle de la relation prédicative aspectualisée, donc 'Opérateur-Aspectuel_I (Relation Prédicative)', et l'intervalle 'J⁰' de réalisation du processus énonciatif. Une relation énonciative (relation de repérage) entre les deux intervalles topologiques [I **rep** J⁰] est liée par l'opérateur de conjonction '&' à la relation prédicative aspectualisée, et cette liaison est prise en charge par l'énonciateur en se réalisant sur un intervalle de processus 'J⁰'. Ce schème énonciatif est présenté sous la forme d'une expression applicative avec notation mixte : notation infixée pour une meilleure lisibilité de la relation temporelle, et préfixée pour le reste.

4.1. Analyse formelle par représentation applicative : opérateurs aspectuels grammaticalisés et morphologisés

Observons les différents exemples prenant la même relation prédicative sous forme d'expression applicative : « *traverser le-lac le-vapeur* ».

- (1) *Le vapeur traverse le lac* : processus inaccompli dans le présent
- (2) *Le vapeur traversait le lac quand ...* : processus inaccompli dans le passé
- (3) *Le vapeur a traversé le lac* : événement dans le passé

Pour une meilleure compréhension, nous développerons l'exemple (1), contrairement aux exemples (2) et (3) où seuls les résultats seront présentés. Soit P₂ le terme désignant le prédicat binaire associé au verbe binaire *traverser*, et A¹, A² les actants nominaux (ou termes) associés aux deux syntagmes nominaux respectifs *le-lac* et *le-vapeur* :

$$\text{PROC}_{J^0} (\text{JE-DIS} (\& (\text{PROC}_{J^1} (P_2 A^2 A^1)) ([\delta(J^1) = \delta(J^0)]))))$$

Nous cherchons maintenant à synthétiser les deux opérateurs aspectuels processuels PROC_{J⁰}, PROC_{J¹} et les conditions temporelles sous forme du même opérateur d'énonciation 'JE-DIS (...)', en construisant ainsi un opérateur aspectuel plus complexe qui aura pour argument une seule

relation prédicative ($P_2 A^2 A^1$). Nous présentons alors le processus d'intégration sous l'aspect d'une « déduction naturelle » dans le style de Gentzen², à l'aide des combinateurs, conduisant à une définition exprimée par une équivalence entre les opérateurs, c'est-à-dire par une « réunitarisation compositionnelle » qui définit un opérateur unique comme résultat d'une composition fonctionnelle d'opérateurs plus élémentaires.

- | | |
|--|---|
| 1. $\text{PROC}_{J_0} (\text{DIT} (\& (\text{PROC}_{J_1} (P_2 A^2 A^1)) ([\delta(J^1) = \delta(J^0)])) \text{JE})$ | hypothèse. |
| 2. $\text{PROC}_{J_0} (\text{C DIT JE} (\& (\text{PROC}_{J_1} (P_2 A^2 A^1)) ([\delta(J^1) = \delta(J^0)])))$ | introduction. C |
| 3. $[\text{JE-DIS} = \text{C DIT JE}]$ | définition. JE-DIS |
| 4. $\text{PROC}_{J_0} (\text{JE-DIS} (\& (\text{PROC}_{J_1} (P_2 A^2 A^1)) ([\delta(J^1) = \delta(J^0)])))$ | remplacement. 2, 3 |
| 5. $\mathbf{B} \text{PROC}_{J_0} \text{JE-DIS} (\& (\text{PROC}_{J_1} (P_2 A^2 A^1)) ([\delta(J^1) = \delta(J^0)]))$ | introduction. B |
| 6. $[\text{ENONC}_{J_0} =_{\text{def}} \mathbf{B} \text{PROC}_{J_0} \text{JE-DIS}]$ | définition. <u>ENONC</u> _{J₀} |
| 7. <u>ENONC</u> _{J₀ ($\& (\text{PROC}_{J_1} (P_2 A^2 A^1)) ([\delta(J^1) = \delta(J^0)])$)} | remplacement. 5, 6 |

La relation définitoire suivante affirme que l'opérateur abstrait de l'énonciation 'ENONC_{J₀}' est défini comme étant le résultat d'une composition fonctionnelle, décrite à l'aide du combinateur 'B'. Cet opérateur d'énonciation a pour opérande, dans la suite du calcul (donc au pas 7), le résultat de la conjonction entre l'action de l'opérateur aspectuel 'PROC_{J₁}' sur la relation prédicative aspectualisée et la condition temporelle.

À partir du résultat de la déduction (pas 7), cherchons maintenant à faire apparaître d'un côté, un opérateur aspectuel grammaticalisé moins élémentaire, c'est-à-dire plus complexe que les opérateurs aspectuels ('PROC_{J₀}', 'PROC_{J₁}',...), que l'on va désigner par « PRST-INAC » (présent inaccompli), puis d'un autre côté, un opérateur aspectuel pré-morphologique « *prest-processus* » auquel on pourra associer directement une trace morphologique au niveau des configurations morpho-syntaxiques du modèle de la GRACE.

- | | |
|---|------------------------|
| 8. $\mathbf{B}^2 \text{ENONC}_{J_0} \& (\text{PROC}_{J_1} (P_2 A^2 A^1)) ([\delta(J^1) = \delta(J^0)])$ | intro. \mathbf{B}^2 |
| 9. $\mathbf{B} (\mathbf{B}^2 \text{ENONC}_{J_0} \&) \text{PROC}_{J_1} (P_2 A^2 A^1) ([\delta(J^1) = \delta(J^0)])$ | intro. B |
| 10. $\mathbf{C}_2 \mathbf{B} (\mathbf{B}^2 \text{ENONC}_{J_0} \&) \text{PROC}_{J_1} ([\delta(J^1) = \delta(J^0)]) (P_2 A^2 A^1)$ | intro. \mathbf{C}_2 |
| 11. $\mathbf{B}^2 (\mathbf{C}_2 \mathbf{B}) \mathbf{B}^2 \text{ENONC}_{J_0} \& \text{PROC}_{J_1} ([\delta(J^1) = \delta(J^0)]) (P_2 A^2 A^1)$ | intro. \mathbf{B}^2 |
| 12. $[\text{PRST-INAC}_{J_1 J_0} =_{\text{def}} \mathbf{B}^2 (\mathbf{C}_2 \mathbf{B}) \mathbf{B}^2 \text{ENONC}_{J_0} \& \text{PROC}_{J_1} ([\delta(J^1) = \delta(J^0)])]$ | déf. |
| 13. $[\text{PRST-INAC} =_{\text{def}} \exists J^0 J^1 \{ \mathbf{B}^2 (\mathbf{C}_2 \mathbf{B}) \mathbf{B}^2 \text{ENONC}_{J_0} \& \text{PROC}_{J_1} ([\delta(J^1) = \delta(J^0)]) \}]$ | intro. \exists |
| 14. <u>PRST-INAC</u> ($P_2 A^2 A^1$) | repl. 13, 12 et 12, 11 |
| 15. $\mathbf{B}^2 \text{PRST-INAC } P_2 A^2 A^1$ | intro. \mathbf{B}^2 |
| 16. $[\text{prest-processus} =_{\text{def}} \mathbf{B}^2 \text{PRST-INAC}]$ | déf. |
| 17. $(\text{prest-processus} (P_2)) A^2 A^1$ | repl. 16, 15 |
| 18. $[\text{prest-processus} =_{\text{def}} \mathbf{C}^* \text{ suff-prest}]$ | déf. |
| 19. $\mathbf{C}^* \text{ suff-prest} (P_2) A^2 A^1$ | repl. 18, 17 |
| 20. $(P_2) \text{ suff-prest } A^2 A^1$ | élim. C |
| 21. $[\text{V}_{\text{conj-présent}} = (P_2) \text{ suff-prest}]$ | déf. |
| 22. $\text{V}_{\text{conj-présent}} A^2 A^1$ | repl. 21, 20 |

L'expression définitoire de l'opérateur aspectuel grammaticalisé 'PRST-INAC' introduit une « réunitarisation » prenant la forme d'une nouvelle unité exprimée à l'aide d'un opérateur grammatical complexe. Cet opérateur complexe se construit en associant l'opérateur d'énonciation 'ENONC_{J₀}', l'opérateur aspectuel élémentaire 'PROC_{J₁}' et la condition temporelle sur les bornes associées à ces deux opérateurs ' $([\delta(J^1) = \delta(J^0)])$ ' (le pas 13). Cet opérateur a pour but d'aspectualiser la relation prédicative entière en la situant par rapport aux conditions

² Dans de telles déductions, les règles introduisent ou éliminent des « constantes logiques » en fonction de la forme des prémisses. Ces « constantes logiques » sont les opérateurs propositionnels et les quantificateurs classiques mais, également, pour la logique combinatoire, les combinateurs.

abstraites d'énonciation. Quant à l'expression définitoire de l'opérateur morphologisé 'prest-processus' (le pas 16), il a pour opérande le prédicat lexical 'P₂' (pas 17). Cet opérateur est plus proche des contraintes morphologiques d'une langue comme le français, où l'aspect et le temps se manifestent essentiellement par les marqueurs morphologiques d'un « temps grammatical » (*tense* en anglais) du verbe. D'autres procédés linguistiques (comme les adverbes, les prépositions, la détermination des termes nominaux, etc.) peuvent simplement compléter l'information aspectuelle et temporelle. En revanche, 'PRST-INAC' est un opérateur aspectuel du niveau des représentations logico-grammaticales dans le cadre théorique de la GRACE, il est alors « plus abstrait que » 'prest-processus'. Ces représentations sont plus générales car elles dégagent des rôles grammaticaux qui se généralisent plus facilement à un groupe typologique de langues que les opérateurs plus morphologisés, qui sont plus spécifiques aux contraintes morpho-syntaxiques de chaque langue.

4.2. Analyse formelle par représentation applicative : forme normale et diagramme temporel

Pour l'exemple (1), l'opérateur verbal conjugué *traverse* peut être analysé comme le résultat de l'application de l'opérateur morphologique « présent », sur le prédicat lexical binaire *traverser*, - en négligeant toutefois, ici, le jeu des différentes personnes -, construisant ainsi un verbe conjugué (au présent). En définissant *traverse* tel que [*traverse* =_{déf} prest-processus(*traverser*)], nous en déduisons la relation entre les deux expressions applicatives :

$$(1') \text{ prest-processus(traverser) le-lac le-vapeur} = \text{traverse le-lac le-vapeur}$$

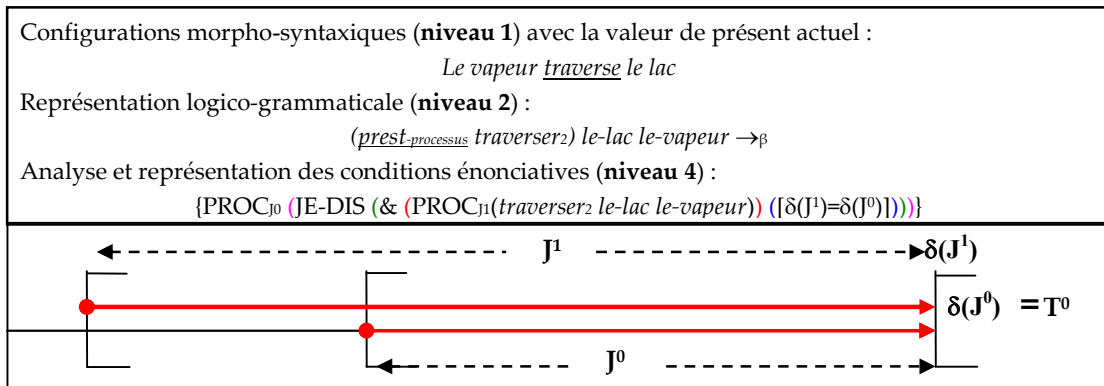
Par la relation de β -réduction ($'\rightarrow_{\beta}'$) qui décrit un processus opératoire analytique, partant des expressions limitrophes à la surface pour construire ensuite une « forme normale »³ interprétative, nous obtenons :

$$(\text{prest-processus(P_2)) A^2 A^1 \rightarrow_{\beta} \text{PROC}_{J_0} (\text{JE-DIS} (\& (\text{PROC}_{J_1} (P_2 A^2 A^1)) ([\delta(J^1) = \delta(J^0)])))$$

En instanciant par les lexèmes respectifs les termes de la relation prédicative ($[P_2 := \textit{traverser}] ; [A^2 := \textit{le-lac}] ; [A^1 := \textit{le-vapeur}]$), nous obtenons la β -réduction instanciée :

$$(\text{prest-processus(traverser_2)) le-lac le-vapeur} \rightarrow_{\beta} \text{PROC}_{J_0} (\text{JE-DIS} (\& (\text{PROC}_{J_1} (\textit{traverser}_2 \textit{le-lac le-vapeur})) ([\delta(J^1) = \delta(J^0)])))$$

À droite de ' \rightarrow_{β} ' se situe la forme normale de l'expression ; l'expression en elle-même se retrouve à gauche de ' \rightarrow_{β} ', elle dispose d'une structure plus proche des organisations morpho-syntaxiques du français. La forme normale énonce l'interprétation de l'opérateur morphologisé prest-processus qui porte sur le prédicat lexical binaire *traverser*. À cette analyse sémantique correspond le diagramme figuratif temporel suivant :



³ Une « forme normale » est une expressions sans combinateurs à réduire.

FIG. 1 - Diagramme temporel du processus inaccompli dans le présent
 Par un calcul analogue à l'exemple (1), nous obtenons les résultats des autres exemples et leurs diagrammes temporels respectifs comme suit :

(2) *Le vapeur traversait le lac quand ...* : processus inaccompli dans le passé

$$\begin{aligned}
 & (\text{impft}_{\text{-processus}} P_2) A^2 A^1 \rightarrow_{\beta} \text{PROC}_{J_0} (\text{JE-DIS} (\& (\text{PROC}_{J_1} (P_2 A^2 A^1)) ([\delta(J^1) < \delta(J^0)]))) \\
 & (\text{impft}_{\text{-processus}} \text{traverser}) \text{le-lac le-vapeur} \rightarrow_{\beta} \text{PROC}_{J_0} (\text{JE-DIS} (\& (\text{PROC}_{J_1} (\text{traverser le-lac le-vapeur})) ([\delta(J^1) < \delta(J^0)])))
 \end{aligned}$$

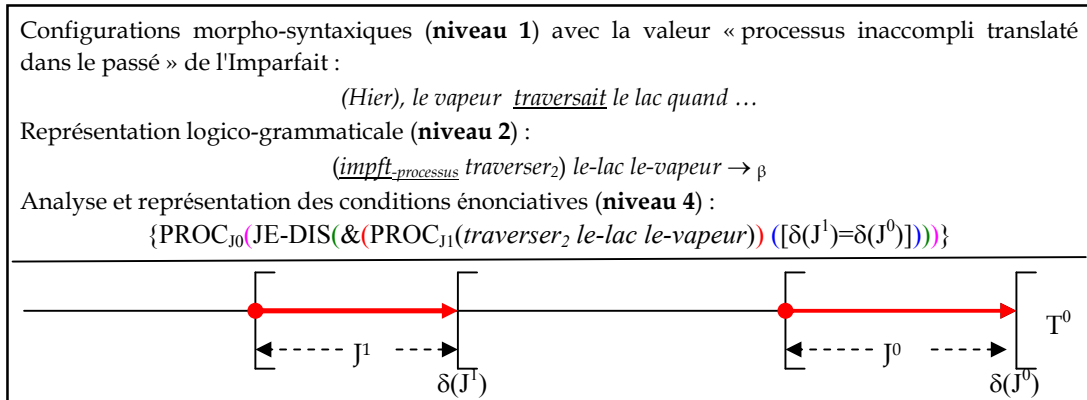


FIG. 2 - Diagramme temporel du processus inaccompli dans le passé de l'Imparfait

(3) *Le vapeur a traversé le lac* : événement dans le passé

$$\begin{aligned}
 & (\text{pass-comp}_{\text{-événement}} \text{traverser}) \text{le-lac le-vapeur} \rightarrow_{\beta} \\
 & \text{PROC}_{J_0} (\text{JE-DIS} (\& (\text{EVEN}_{F_1} (\text{traverser le-lac le-vapeur})) ([\delta(F^1) < \delta(J^0)])))
 \end{aligned}$$

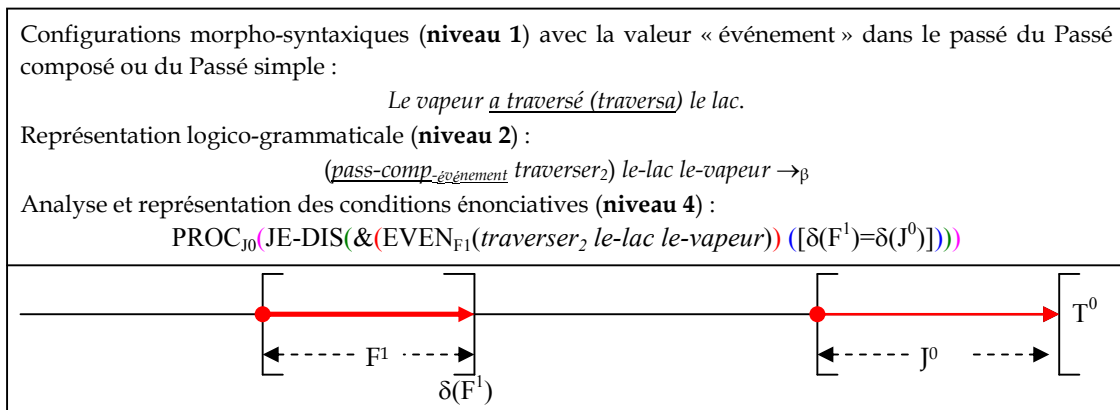


FIG. 3 - Diagramme temporel de l'événement du Passé composé ou du Passé simple

5. Conclusion

Une relation prédicative est représentée par l'expression applicative propositionnelle qui n'est ni encore un énoncé ni encore aspectualisée (*atemporelle*). Cette relation prédicative propositionnelle est désignée par 'P₂ A² A¹', où P₂ représente un prédicat binaire verbal, et A² et A¹ sont les deux actants (ou termes) associés à chaque argument du prédicat binaire. L'utilisation de la Logique Combinatoire que nous avons brièvement illustré sur ces quelques exemples permet, d'une part, d'articuler des niveaux de représentations entre eux dans un processus de changement de niveau au sein d'une même architecture computationnelle, et

d'autre part, de synthétiser un prédicat à partir de l'analyse de sa représentation sémantique. La théorie représentative de Reichenbach [20], reprise par plusieurs linguistes, opère au moyen d'instantanés alors que notre approche opère à l'aide d'intervalles d'instantanés. Cette approche sur les intervalles d'instantanés permet de rendre compte des oppositions aspectuelles entre (i) les inaccomplis (état ou processus) réalisés sur un intervalle ouvert ou semi-ouvert avec une borne droite ouverte (indiquant que le dernier instant de réalisation n'a pas été pris en compte) et (ii) les événements accomplis réalisés sur un intervalle fermé (pas nécessairement ponctuel) avec la prise en compte d'un dernier instant de réalisation.

Bibliographie

1. Emile Benveniste. *Problèmes de linguistiques générales*. 1&2, Paris : Gallimard, 1966, 1974.
2. Bernard Comrie. *Aspect, an Introduction to the Study of Verbal Aspect and Related Problems*. London: Cambridge University Press, 1976.
3. Alonzo Church. *The calculi of lambda-conversion*. Princeton University Press, 1985.
4. Haskell Brooks Curry, Robert Feys. *Combinatory Logic*. Vol. 1, Studies in logic and the foundations of mathematics, Amsterdam: North-Holland Publishing, 1958.
5. Haskell Brooks Curry, James Roger Hindley, Jonathan Paul Seldin. *Combinatory Logic*. Vol. 2, Studies in logic and the foundations of mathematics, Amsterdam: North-Holland Publishing, 1972.
6. J.-P. Desclés. State, event, process and topology. *General Linguistics*, 29(3):159-200, 1990.
7. J.-P. Desclés. Logique combinatoire, topologie et analyse aspecto-temporelle. *Etudes cognitives*, 2 :37-69, 1997.
8. J.-P. Desclés. Quelques concepts relatifs au temps et à l'aspect. *Studia Kognitywn, Semantyka kategorii Aspektu i czasu*, 1 :57-88, 1994.
9. J.-P. Desclés. Le concept d'opérateur en linguistique. *HEL*, 75-98, 2009.
10. J.-P. Desclés, Z. Guentchéva. Is the notion of Process necessary? A fundamental distinction process in progress and state activity. *Temporal reference, Aspect and Actionality*, 55-70, 1995.
11. J.-P. Desclés, Z. Guentchéva. Universals and Typology. *The Oxford Handbook of Tense and Aspect*, Chapitre 4 (32p), 2012.
12. J.-P. Desclés, H.-J. Ro. Opérateurs aspecto-temporels et Logique Combinatoire. *Mathématiques et Sciences Humaines*, 194 :39-70, septembre 2011.
13. J.-P. Desclés, H.-J. Ro. Aspecto-Temporal Representation for Discourse Analysis an Example of Formal Computation. *The 24th Florida Artificial Intelligence Research Society Conference (FLAIRS-24)*, 156-161, mai 2011
14. J.-P. Desclés, H.-J. Ro. Combinatory Logic with functional types is a general formalism for computing cognitive and semantic representation. *The international Association for Computing and Philosophy (IACAP)*, 251-254, juillet 2011.
15. Jean-Louis Gardies. *La logique du temps*. Paris : PUF, 1975.
16. James Roger Hindley, Jonathan Paul Seldin. *Introduction to Combinators and λ -Calculus*. Cambridge University Press, 1986.
17. J. Holt. Etudes d'aspect. *Acta Jutlandica*, 15(2), 1943.
18. H. Kamp. Événements, représentations discursives et référence temporelle. *Langage*, 64 :39-64, 1981.
19. A. Mourelatos. Event, Process and State. *Syntax and Semantics*, 192-212, 1981.
20. Hans Reichenbach. *Elements of Symbolic Logic*. London & New York: Macmillan, 1947.
21. Sebastian Konstantinovich Shaumyan. *Applicational Grammar as a Semantic Theory of Natural Language*. Indiana University Press, 1987.
22. Z. Vendler. Verbs and Times. *Linguistics in Philosophy*, 97-121, 1967.