Utilisation d'une algèbre temporelle pour la représentation et l'adaptation de recettes de cuisine

Florence Le Ber, Jean Lieber, Amedeo Napoli

▶ **To cite this version:**

Florence Le Ber, Jean Lieber, Amedeo Napoli. Utilisation d'une algèbre temporelle pour la représentation et l'adaptation de recettes de cuisine. 17ème Séminaire Raisonnement à partir de Cas, Jun 2009, Paris, France. pp.141-149. hal-00409087

HAL Id: hal-00409087
https://hal.science/hal-00409087

Submitted on 5 Aug 2009

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.

Utilisation d'une algèbre temporelle pour la représentation et l'adaptation de recettes de cuisine

Florence Le Ber[1,2], Jean Lieber[2], Amedeo Napoli[2]

[1]LHyGeS UMR 7517 – ENGEES, F-67000 Strasbourg
florence.leber@engees.u-strasbg.fr
[2]LORIA UMR 7503, F-54500 Vandœuvre-lès-Nancy
{Jean.Lieber,Amedeo.Napoli}@loria.fr

Résumé

Nous traitons ici de la représentation du temps et du raisonnement temporel qualitatif dans la cadre du raisonnement à partir de cas. Nous nous appuyons pour cela sur l'exemple jeu d'une application culinaire, ayant pour but de générer des recettes opérationnelles. Les suites d'opérations sont représentées par des graphes où les arêtes sont des relations entre intervalles temporels. L'adaptation des recettes peut alors s'effectuer grâce à des techniques de résolution de contraintes. Nous décrivons quelques exemples où ces techniques peuvent être mises en jeu. Nous concluons en situant l'approche proposée par rapport aux travaux combinant RàPC et représentation du temps ou planification.

Mots clés : modèles qualitatifs du temps, intervalles de temps, durée, résolution de contraintes temporelles, planification, TAAABLE.

1 Introduction

Cet article est une réflexion sur l'utilisation de modèles qualitatifs du temps dans le raisonnement à partir de cas. Nous prenons pour exemple d'application le projet TAAABLE [5], sur la représentation, la remémoration et l'adaptation de recettes de cuisine. L'objectif de cette application est de générer des recettes opérationnelles, à partir d'une liste d'ingrédients et de contraintes, en s'appuyant sur une base de recettes données. L'article est organisé comme suit. La section 2 introduit des modèles qualitatifs du temps. La section 3 propose une représentation de recettes de cuisine sous forme de graphes d'actions, tandis que la section 4 aborde les problématiques de remémoration et d'adaptation des recettes ainsi représentées à travers différents exemples. La dernière section est une discussion suivie d'une brève conclusion.

2 Quelques éléments sur la représentation du temps

La modélisation du temps est une thématique déjà ancienne en intelligence artificielle. Elle s'applique à la représentation de connaissances, la compréhension de la langue naturelle, le raisonnement de sens commun, le raisonnement qualitatif, le diagnostic ou la planification. Différents modèles ont été développés et peuvent se décliner selon différents aspects : temps ponctuel ou sous forme d'intervalle, temps totalement ou partiellement ordonné (temps linéaire ou branché), temps discret ou dense, borné ou non, incluant différentes granularités ou non [14]. Nous nous focalisons ici sur les approches qualitatives.

2.1 Algèbres temporelles

Les principales représentations qualitatives du temps sont l'algèbre d'intervalles de Allen [1, 2] et l'algèbre de points de Vilain et Kautz [21]. Dans la théorie d'Allen, 13 relations de base (ou relations atomiques) décrivent toutes les manières possibles d'ordonner les extrémités de deux intervalles (figure 1). Par exemple, pour $X =$

$[X^-, X^+]$ et $Y = [Y^-, Y^+]$ deux intervalles non réduits à un point, $X^+ < Y^-$ s'écrit $X\ \{b\}\ Y$ (pour *before*), $X^+ = Y^-$ s'écrit $X\ \{m\}\ Y$ (pour *meet*) et $X^- < Y^- < X^+ < Y^+$ s'écrit $X\ \{o\}\ Y$ (pour *overlap*). Les relations de base peuvent être combinées par disjonction, on obtient alors 2^{13} relations. Il n'y a pas de représentation de la durée des intervalles. Dans l'algèbre de points de Vilain et Kautz, trois relations de base, précède ($<$), identique ($=$) et suit ($>$), sont considérées.

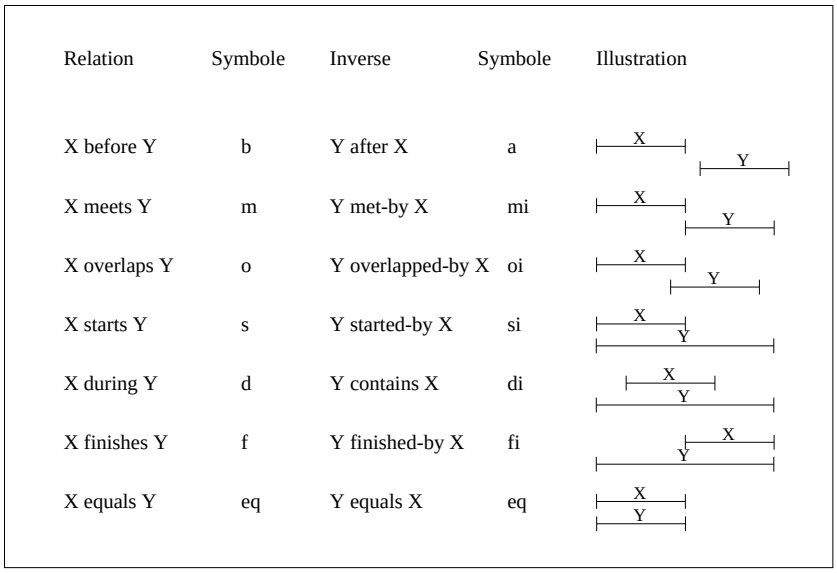


FIG. 1 – Les treize relations de Allen entre deux intervalles de temps X et Y.

Les tâches de raisonnement (vérifier la consistence, trouver une interprétation, inférer de nouvelles relations) sont NP difficiles en algèbre des intervalles et polynomiales en algèbre des points. Les relations entre intervalles peuvent être pour parties traduites en relations entre points, ce qui permet de résoudre les tâches exprimées dans une algèbre d'intervalles réduite. L'inférence des relations s'appuie sur les règles de composition, telle que $X\ \{b\}\ Y \wedge Z\ \{d\}\ Y \rightarrow X\ \{b\}\ Z$ pour trois intervalles quelconques X, Y, Z (si X est avant Y et Z est pendant Y alors X est avant Z). À partir de la table de composition des relations atomiques, on peut déduire le résultat de la composition de deux relations quelconques [2]. Au-delà, les techniques de résolution de contraintes peuvent s'appliquer pour vérifier la cohérence d'un ensemble de relations entre n intervalles et trouver un scénario [7].

2.2 Prise en compte de la durée

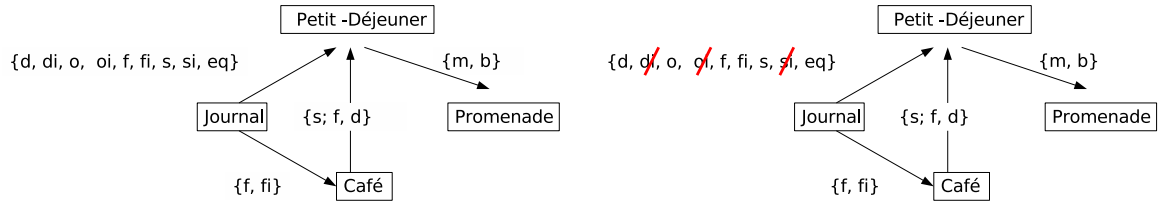
Le modèle $INDU$ pour *interval and duration* [17] introduit une notion de durée des intervalles. Ce modèle s'appuie sur les treize relations de Allen et les complète par trois relations permettant de comparer la durée de deux intervalles X et Y : X est de durée inférieure à Y ($X\ \{<\}\ Y$), supérieure ($X\ \{>\}\ Y$) ou égale ($X\ \{=\}\ Y$). Les relations composées s'écrivent sous la forme suivante : $m^<$, $m^>$, $m^=$ par exemple pour la relation *meets*. On obtient ainsi 25 relations car certaines combinaisons sont impossibles ; par exemple la relation eq ne se combine[1] qu'avec la relation $=$.

D'autres modèles permettent de représenter des intervalles de temps non convexes (ou unions finies d'intervalles) [15]. Cela peut être intéressant pour représenter des processus se déroulant en plusieurs phases. Finalement on peut également combiner des modèles qualitatifs et métriques du temps (voir [12]).

2.3 Exemple d'utilisation

Les relations entre intervalles de Allen peuvent être utilisées pour représenter une succession d'événements sous forme d'un réseau de contraintes [3], comme décrit dans la figure 2(a). L'énoncé « Alfred lisait son journal

[1] L'égalité selon Allen entre deux intervalles implique l'égalité de leur durée.



(a) Graphe d'origine (b) Propagation des contraintes

FIG. 2 – Représentation des événements précédant le départ d'Alfred en promenade.

tout en prenant son petit déjeuner. Il acheva sa tasse de café et posa son journal. Après le petit déjeuner, il partit se promener » est représenté au moyen de quatre intervalles de temps, associés à des actions : lire son journal, prendre son petit déjeuner, boire son café, partir se promener. Les relations temporelles entre ces événements sont représentées par des disjonctions de relations de Allen. Ainsi « Après le petit déjeuner, il partit se promener » devient $I_d\ \{m, b\}\ I_p$ représenté par une arête entre les nœuds I_d (ou `Petit-Déjeuner`) et I_p (ou `Promenade`) du graphe. L'arête est étiquetée par la relation $\{m, b\}$ qui signifie *juste avant ou avant*. On pourrait également afficher la relation inverse $\{mi, a\}$ entre I_p et I_d. De la même manière, l'énoncé « Alfred lisait son journal tout en prenant son petit déjeuner » est représentée par l'arête $\{d, di, o, oi, f, fi, s, si, eq\}$ entre les nœuds I_j (ou `Journal`) et I_d : l'information temporelle « tout en » étant très vague, on garde *a priori* toutes les relations incluant un recouvrement des deux intervalles.

L'utilisation des règles de composition des relations de Allen permet de simplifier les étiquettes des relations (par des techniques de propagation de contraintes [7]). Par exemple, sachant que :

(1) la lecture du journal et le café s'achèvent ensemble[2] : $I_j\ \{f, fi\}\ I_c$

(2) le café est une partie du petit déjeuner : $I_c\ \{s, f, d\}\ I_d$

on en conclut que les relations oi, di, si sont impossibles entre I_j et I_d (la lecture du journal ne peut s'achever après le petit déjeuner, figure 2(b)). De fait, par composition :

$$I_j\ \{f, fi\}\ I_c \wedge I_c\ \{s, f, d\}\ I_d \rightarrow I_j\ \{d, o, f, fi, s, eq\}\ I_d$$

3 Représentation du temps dans les recettes de cuisine

3.1 Temps explicite

Prenons un exemple tiré de la base de recettes du premier *Computer Cooking Contest*[3]. C'est une recette de gâteau (ou cake salé) aux courgettes (figure 3). La recette est divisée en deux parties, la première (introduite par l'étiquette <IN>) listant les ingrédients, la deuxième (introduite par l'étiquette <PR>) listant des actions ou opérations. Dans cette deuxième partie, le temps est exprimé de manière qualitative ou quantitative. On remarque tout d'abord que la structure même du texte indique un ordre dans les actions. De plus, des marqueurs temporels sont utilisés pour exprimer par exemple des durées de cuisson : « cuire *pendant* 5 minutes ou *jusqu'à* ce que les courgettes soient tendres ».

La séquence d'actions (deuxième partie de la recette) peut être représentée par le graphe de la figure 4. Le graphe est composé de trois actions principales qui se succèdent linéairement (relation $\{b, m\}$). Chaque action peut être décomposée en un sous-graphe, comme montré pour l'action « cuire les oignons et les courgettes ».

3.2 Temps implicite

Si on regarde plus attentivement la partie « ingrédients » de la recette, on remarque que certains des ingrédients nécessitent une préparation. Ainsi, les courgettes et les oignons sont émincés. Cette préparation doit

[2] Les instants où Alfred finit son café et pose son journal ne sont pas distingués.

[3] www.computercookingcontest.net

```
<RECIPE>
<TI>Zucchini, Chile Corn Bake</TI>
<IN>1 tb Vegetable oil</IN>
<IN>1 lb Zucchini; grated</IN>
<IN>1/2 c Chopped onion</IN>
<IN>3  Eggs</IN>
<IN>3 c Cooked rice</IN>
<IN>7 oz Whole kernel corn (canned) drained</IN>
<IN>8 oz Chopped green chilies</IN>
<IN>2 c Cheddar cheese, grated</IN>
<IN>4 oz Crumbled queso fresco*  OR - very mild feta</IN>
<IN>1 ts Salt</IN>
<IN>Vegetable cooking spray</IN>
<PR>Heat oil in large skillet over medium heat until hot.
Add zucchini and onion; cook uncovered, stirring constantly, for 5 minutes
or until zucchini is soft. Remove from heat; set aside.
[Then] Beat eggs in large bowl. Stir in rice, corn chiles, cheese, zucchini
mixture, and salt.  Mix well together.
[Then] Pour into 13 x 9 x 2-inch baking pan coated with cooking spray.
Bake at 375 degrees 45 to 50 minutes or until knife inserted in center
comes out clean.
</PR>
</RECIPE>
```

FIG. 3 – Une recette de gâteau aux courgettes.

avoir lieu avant les actions décrites dans la seconde partie de la recette. Dans le graphe représenté figure 5(a), nous ajoutons ces préparations et indiquons qu'elles doivent être réalisées avant l'action « ajouter l'oignon et les courgettes » (relation $\{b, m\}$). En revanche seule une connaissance du domaine (il est plus long d'émincer des courgettes que de chauffer de l'huile) nous permet d'établir une relation temporelle entre ces préparations et l'action « chauffer l'huile ». Ainsi, à partir de la relation sur les durées :

$$I_{\text{heat-oil}} \{<\} I_{\text{grat-zucchini}}$$

et des relations déduites du graphe :

(1) $I_{\text{heat-oil}} \{fi\} I_{\text{oil-hot}} \wedge I_{\text{oil-hot}} \{m\} I_{\text{add-zucchini}} \rightarrow I_{\text{heat-oil}} \{m\} I_{\text{add-zucchini}}$

(2) $I_{\text{grat-zucchini}} \{b, m\} I_{\text{add-zucchini}}$

On peut inférer que l'émincage des courgettes doit débuter avant la mise en chauffe de l'huile (figure 5(b)) :

$$I_{\text{grat-zucchini}} \{b, m, o, fi\} I_{\text{heat-oil}}$$

4 Raisonner à partir de recettes

Nous esquissons ici quelques propositions pour une remémoration et une adaptation de recettes de cuisine s'appuyant sur des connaissances temporelles. Cette approche utilise les modèles du temps décrits ci-dessus et nécessite évidemment la mise en œuvre de connaissances du domaine, mais nous n'approfondirons pas ce point.

4.1 Remémoration

La remémoration implantée dans le système TAAABLE [5] est *a priori* indépendante de la représentation temporelle. En effet, le langage des requêtes ne permet pas d'exprimer de contraintes temporelles. Une requête indique quels ingrédients sont souhaités, quels ingrédients sont à éviter, quels types de plats (gâteau, plat

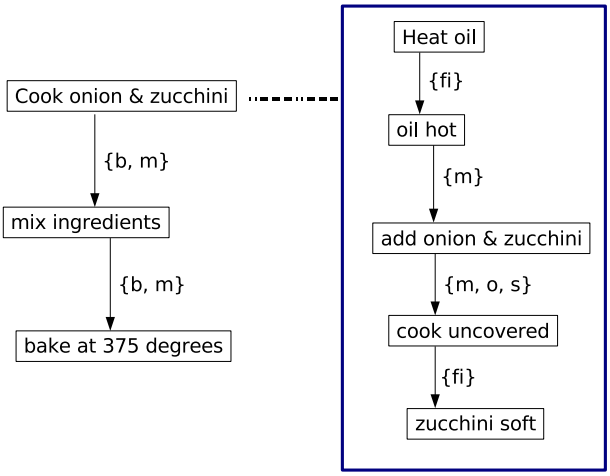


FIG. 4 – Préparation d'un gâteau aux courgettes : graphe d'actions.

chinois, dessert) sont souhaités ou à éviter. Ainsi, la requête $Q = \texttt{gâteau} \wedge \texttt{aubergine} \wedge \neg\texttt{cannelle}$ se lit « Je cherche une recette de gâteau aux aubergines mais sans cannelle. » Étant donné une hiérarchie des ingrédients et des types de plats, TAAABLE va chercher la généralisation minimale Q' de Q telle qu'il existe des recettes satisfaisant la requête Q' [5]. Par exemple, $Q' = \texttt{gâteau} \wedge \texttt{CAeaLdmG} \wedge \neg\texttt{cannelle}$ est une généralisation possible si les concepts « courgette » et « aubergine » sont des sous-concepts de « CAeaLdmG[4] » et si la recette présentée dans la section 3 est dans la base de recettes.

Ainsi, la remémoration de TAAABLE peut rester inchangée même si l'on intègre une représentation temporelle des recettes. En revanche, si on étend le langage des requêtes pour y intégrer des contraintes temporelles, l'algorithme de remémoration devrait intégrer des inférences temporelles de vérification de ces contraintes. Par exemple, on peut désirer qu'une recette demande un temps de préparation limité à 30 minutes et que cette contrainte soit ajoutée à la requête. La remémoration pourrait alors donner une préférence aux recettes respectant cette contrainte.

4.2 Adaptation

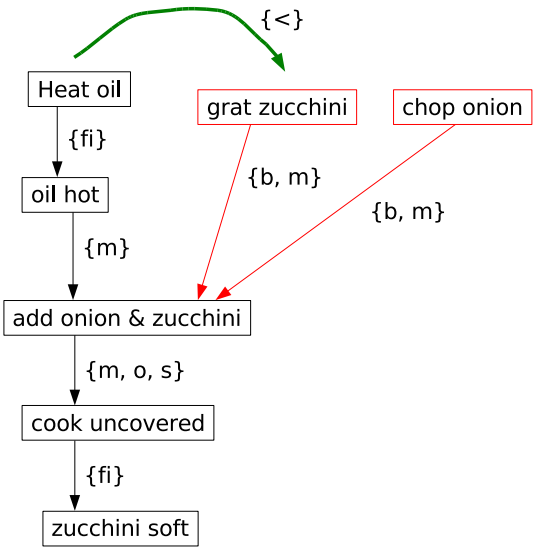
Supposons que l'on dispose d'aubergines et de poivrons. Comme expliqué ci-dessus, à partir de cette liste d'ingrédients, le système TAAABLE peut retrouver la recette du gâteau aux courgettes. Pour adapter cette recette et produire une recette opérationnelle de gâteau aux aubergines et aux poivrons, le système devra proposer une séquence d'actions. Pour cela il devra étiqueter le graphe d'actions avec les nouveaux ingrédients (en remplaçant par exemple les courgettes par les aubergines et les oignons par les poivrons) puis adapter la structure du graphe, c'est-à-dire modifier les étiquettes des relations et éventuellement ajouter ou supprimer des nœuds et des arêtes.

Dans certaines situations l'adaptation est une substitution élémentaire. Par exemple dans le sous-graphe de la figure 4, la partie $\texttt{cuire}\ \{fi\}\ \texttt{courgettes-tendres}$ devient $\texttt{cuire}\ \{fi\}\ \texttt{aubergines-tendres}$: c'est au cuisinier de vérifier que les courgettes ou les aubergines sont devenues tendres. En revanche si l'on s'appuyait sur l'énoncé « cuire 5 minutes » il faudrait utiliser une connaissance du domaine sur les temps de cuisson comparés des aubergines et des courgettes, comme nous le montrons dans le premier exemple ci-dessous.

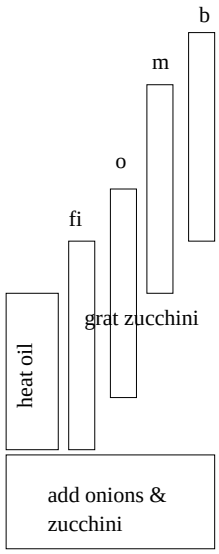
4.3 Exemple 1

Prenons maintenant un exemple de requête $Q = \texttt{bœuf} \wedge \texttt{brocolis}$ ayant conduit à la remémoration d'une recette de bœuf carottes aux haricots verts. Dans la recette originale, les haricots sont ajoutés 10 mn avant la fin

[4]Quand on sait que CAeaLdmG est un acronyme pour « Courgettes, Aubergines et autres Légumes du même Genre » on peut se convaincre de cela.



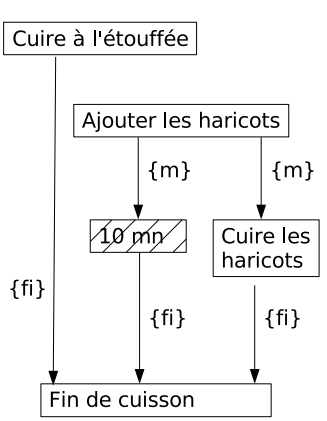
(a) Graphe incluant la préparation des ingrédients : la relation $\{<\}$ entre « heat oil » et « grat zucchini » est issue d'une connaissance du domaine.



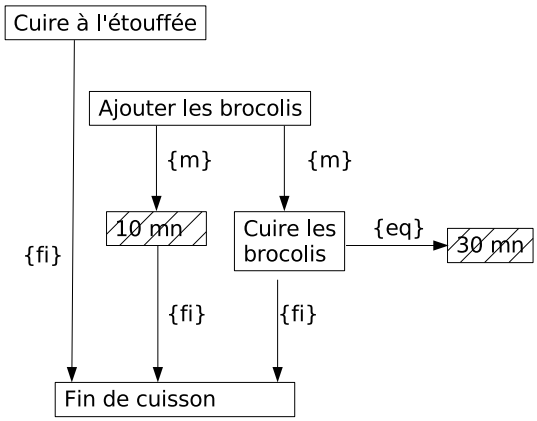
(b) Relations temporelles possibles entre « heat oil » et « grat zucchini ».

FIG. 5 – Préparation d'un gâteau aux courgettes : ajout de relations par utilisation des connaissances du domaine et d'inférences temporelles.

de cuisson (figure 6(a)). Nous introduisons ici des intervalles de durée de référence afin de figurer les informations temporelles quantitatives. Ce graphe est adapté dans un premier temps par une substitution de `brocolis` à `haricots`. Cependant nous disposons d'une connaissance du domaine, établissant que les brocolis doivent cuire 30 minutes. Nous aboutissons ainsi au graphe présenté figure 6(b) qui contient une contradiction : en effet, par inférence, les intervalles-durées I_{10} et I_{30} débutent et finissent ensemble et sont donc égaux (relation $\{eq\}$), alors même que, par définition, $I_{10}\ \{<\}\ I_{30}$.



(a) Préparation du bœuf-haricots



(b) Graphe adapté pour le bœuf-brocolis

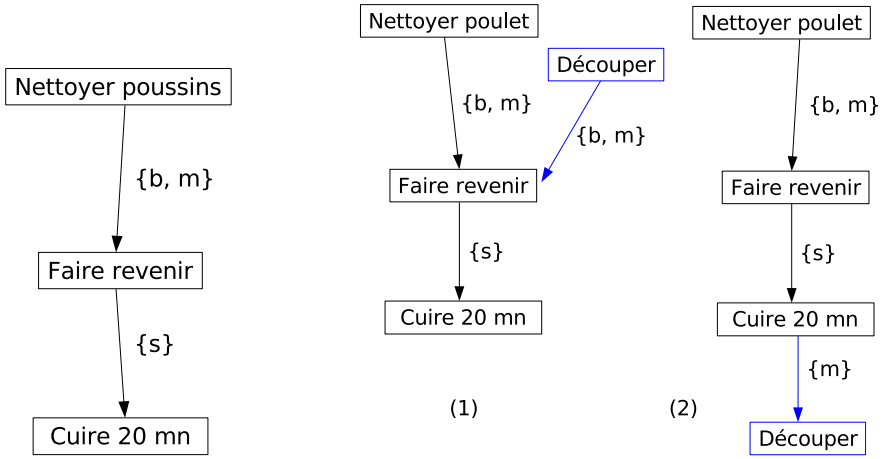
FIG. 6 – Adaptation de recettes avec contrainte sur la durée.

L'adaptation consiste donc dans un premier temps à faire les substitutions correspondant à l'appariement (`haricots` $\rightsquigarrow$ `brocolis`, dans l'exemple) puis à rétablir la cohérence. Pour cela, toutes les informations associées à la recette n'ont pas le même statut : leur statut dépend de leur provenance. Ainsi : (1) les 10 minutes viennent de la recette source, (2) les brocolis viennent de la requête et (3) les 30 minutes viennent des

connaissances du domaine. Les contraintes (2) et (3) doivent être respectées alors que (1) peut être modifiée. Cela peut se ramener à une adaptation conservatrice [6] : on cherche une modification minimale (selon un certain critère) de la recette source qui satisfait à la fois la requête cible et les connaissances du domaine.

4.4 Exemple 2

Nous présentons ici un deuxième exemple, où la requête $Q = \texttt{poulet} \wedge \texttt{amandes}$ renvoie une recette de poussins aux amandes, dont la figure 7(a) donne quelques étapes. L'adaptation consiste en un remplacement des poussins par le poulet, mais, un poulet étant plus gros qu'un poussin, une opération de découpe du poulet doit être introduite dans la recette. Deux possibilités se présentent alors (figure 7(b)) : l'opération de découpe est introduite (1) avant la cuisson ou (2) après la cuisson. Par ailleurs, une connaissance du domaine établit que le temps de cuisson du poulet entier est plus long que celui du poussin et que celui du poulet découpé. Dans la première adaptation envisagée, on pourrait s'arrêter là, tandis que pour la deuxième option, le temps de cuisson est à modifier, comme dans l'exemple précédent.



(a) Préparation des poussins aux amandes.

(b) Graphes adaptés pour le poulet aux amandes.

FIG. 7 – Adaptation de recettes avec ajout d'opération.

4.5 Première synthèse

Suivant ces exemples, trois opérations de vérification des recettes construites peuvent être imaginées en s'appuyant sur le modèle *INDU* évoqué ci-dessus. On distingue en particulier entre « contrainte temporelle globale » associée à la recette – le temps global de préparation par exemple – et « contrainte temporelle locale (ou interne) » qui porte sur les opérations effectuées pendant la recette.

- Si X et Y sont des intervalles de temps, alors Y peut être substitué par X dès que $X \ \{<\} \ Y$: une recette (ou une partie d'une recette) qui nécessite une certaine durée peut être substituée par une recette qui nécessite une durée plus courte si le temps est limité.
- Si une opération op_1 précède nécessairement une opération op_2, $op_1 \ \{b\} \ op_2$, alors op_1 ne peut être substituée que par une opération op_3 de même nature, c'est-à-dire qui respecte la contrainte temporelle $op_3 \ \{b\} \ op_2$. Par exemple, si l'opération « faire revenir les courgettes » précède l'opération « mouiller avec du jus de tomates », alors il doit en être de même pour « faire revenir les aubergines » si « aubergines » devient un substituant de « courgettes ».
- De façon duale, une contrainte sur la précédence peut être considérée comme une contrainte sur la conséquence : l'opération « faire cuire les spaghettis » doit suivre « faire bouillir l'eau dans une grande casserole » tout comme pour « faire cuire les macaronis » si « spaghettis » est un substituant de « macaronis ».

Le raisonnement peut se compliquer si des compositions quelconques de relations temporelles sont considérées, ce qui doit faire l'objet d'un travail de recherche plus conséquent et plus abouti. D'autre part, un travail important de modélisation du domaine doit être réalisé, comme l'ont montré les quelques exemples que nous avons traités.

5 Discussion et conclusion

Différents travaux se sont portés sur la représentation du temps dans le cadre du raisonnement à partir de cas. La plupart d'entre eux s'intéressent à l'analyse ou la prédiction de processus temporels (diagnostic de pannes ou de maladies à partir d'observations régulières ou d'événements successifs, par exemple). L'aspect temporel est pris en compte via l'enchaînement des événements ou éventuellement des dates relatives ou absolues [8, 16, 18]. Seuls les travaux décrits dans [11, 9], à notre connaissance, utilisent une représentation du temps à base d'intervalles et de relations de Allen. Dans [9], les cas sont représentés par des graphes temporels et la remémoration s'appuie sur un appariement de graphes. Dans [11], les cas sont indexés par des chroniques et des contraintes temporelles qui sont décrites par quelques relations de Allen.

D'autres travaux peuvent avoir un intérêt par rapport à notre travail de recherche. Ainsi l'article [4] propose une façon de représenter des plans d'actions dans le cadre d'une logique de descriptions de type $\mathcal{ALC}$ et un des deux exemples principaux porte sur la représentation de recettes de cuisine et l'imbrication temporelle des différentes actions intervenant dans un plan.

Plus généralement, la construction de recettes peut se rattacher également au domaine de la planification : la planification à partir de cas est un champ de recherche du RÀPC qui est bien étudié (voir [20, 13]) et encore actif [19]. Un des systèmes pionniers du RÀPC est un planificateur à partir de cas dans le domaine des recettes de cuisine : CHEF [10]. Les cas de ce système sont des plans représentant des recettes sous la forme d'une séquence d'actions culinaires. Une telle séquence a_1 ; a_2 ; ... ; a_n peut être vue comme un ensemble d'actions a_i et de relations temporelles I_{a_i} $\{b, m\}$ $I_{a_{i+1}}$ ($1 \leqslant i \leqslant n-1$). Sous cet angle, le travail présenté dans cet article peut être considéré comme une extension du langage de représentation des cas (ou plans ou recettes). À l'inverse, les notions de buts et de réalisations de (sous-)buts par des actions manque dans notre modèle alors qu'il est fondamental en planification. Ainsi, l'exemple du bœuf aux brocolis est traité sous l'angle de la résolution de contraintes temporelles à la section 4.3 alors qu'il est traité par CHEF sous l'angle de la réalisation de buts. Dans les deux approches, il s'agit de transformer la solution obtenue par simple substitution (`haricots` $\rightsquigarrow$ `brocolis`) en une solution vérifiant certaines propriétés (contraintes temporelles et réalisation de buts, respectivement). La perspective de recherche qui découle naturellement de cette observation est celle de la combinaison des deux approches.

Références

[1] J. F. Allen. An interval-based representation of temporal knowledge. In *Proceedings of the 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'81)*, pages 221–226, 1981.

[2] J. F. Allen. Maintaining Knowledge about Temporal Intervals. *Communications of the ACM*, 26(11) :832–843, 1983.

[3] J. F. Allen. Towards a general theory of action and time. *Artificial Intelligence*, 23(2) :123–154, 1984.

[4] A. Artale et E. Franconi. A Temporal Description Logic for Reasoning about Actions and Plans. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 9 :463–506, 1998.

[5] F. Badra, R. Bendaoud, R. Bentebitel, P.-A. Champin, J. Cojan, A. Cordier, S. Desprès, S. Jean-Daubias, J. Lieber, T. Meilender, A. Mille, E. Nauer, A. Napoli, et Y. Toussaint. Taaable : Text Mining, Ontology Engineering, and Hierarchical Classification for Textual Case-Based Cooking. In *ECCBR Workshops, Workshop of the First Computer Cooking Contest*, pages 219–228, 2008.

[6] J. Cojan et J. Lieber. Conservative Adaptation in Metric Spaces. In *Proceedings of the 9th Conference on Case-Based Reasoning (ECCBR-08)*, LNAI 5239, pages 135–149. Springer, 2008.

[7] J.-F. Condotta et E. Würbel. Réseaux de contraintes temporelles et spatiales. In F. Le Ber, G. Ligozat, et O. Papini, editors, *Raisonnements sur l'espace et le temps : des modèles aux applications*, Traité IGAT - Géomatique, chapitre 7, pages 181–223. Lavoisier, 2007.

[8] M. Dojat, N. Ramaux, et D. Fontaine. Scenario recognition for temporal reasoning in medical domains. *Artificial Intelligence in Medicine*, 14 :139–155, 1998.

[9] M. Dørum Jære, A. Aamodt, et P. Skalle. Representing temporal knowledge for case-based prediction. In *Advances in Case-Based Reasoning, Proceedings of ECCBR 2002*, LNAI 2416, pages 174–188. Springer-Verlag, 2002.

[10] K. J. Hammond. Case-Based Planning : A Framework for Planning from Experience. *Cognitive Science*, 14(3) :385–443, 1990.

[11] M. Jaczynski. Modèle et plate-forme à objets pour l'indexation par situations comportementales : application à la navigation sur le Web. Thèse de doctorat, Université de Nice-Sophia-Antipolis, décembre 1998.

[12] H. A. Kautz et P. B. Ladkin. Integrating Metric and Qualitative Temporal Reasoning. In *AAAI-91 Proceedings*, pages 241–246, 1991.

[13] J. Koehler. Planning from Second Principles. *Artificial Intelligence*, 87 :145–186, 1996.

[14] F. Le Ber, G. Ligozat, et O. Papini, editors. *Raisonnements sur l'espace et le temps : des modèles aux applications*. Traité IGAT - Géomatique. Lavoisier, Paris, 2007.

[15] G. Ligozat. Generalized intervals : a guided tour. In *Proceedings of ECAI Workshop on Spatial and Temporal Reasoning, Brighton*, pages 11–18, 1998.

[16] J. Ma et B. Knight. A Framework for Historical Case-Based Reasoning. In *Case-Based Reasoning Research and Development, Proceedings of ICCBR 2003*, LNCS 2689, pages 246–260, 2003.

[17] A.K. Pujari, G.V. Kumari, et A. Sattar. Indu : an interval and duration network. In *Australian Joint Conf. on Artificial Intelligence*, pages 291–303, 1999.

[18] M. Sánchez-Marré, U. Cortés, M. Martínez, J. Comas, et I. Rodríguez-Roda. An approach for temporal case-based reasoning : Episode-based reasoning. In *Proceedings of ICCBR 2005*, LNCS 3620, pages 465–476, 2005.

[19] N. Sugandh, S. Ontañón, et A. Ram. Real-Time Plan Adaptation for Case-Based Planning in Real-Time Strategy Games. In *Advances in Case-Based Reasoning, Proceedings of ECCBR 2008, Trier, Germany*, LNCS 5239, pages 533–547. Springer, 2008.

[20] M. M. Veloso. *Planning and Learning by Analogical Reasoning*. LNAI 886. Springer Verlag, Berlin, 1994.

[21] M. Vilain et H. Kautz. Constraint propagation algorithms for temporal reasoning. In *AAAI-86 Proceedings*, pages 377–382, 1986.