



HAL
open science

Représentation multi-points de vue des connaissances pour l'adaptation

Mathieu d'Aquin, Jean Lieber, Amedeo Napoli

► **To cite this version:**

Mathieu d'Aquin, Jean Lieber, Amedeo Napoli. Représentation multi-points de vue des connaissances pour l'adaptation. 10ème séminaire français de raisonnement à partir de cas - RàPC'2002, Marie-Christine Jaulent and Christel Le Bozec and Eric Zapletal, May 2002, Paris, France, pp.23–31. inria-00107560

HAL Id: inria-00107560

<https://inria.hal.science/inria-00107560>

Submitted on 19 Oct 2006

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.

Représentation multi-points de vue des connaissances pour l'adaptation

Mathieu d'Aquin, Jean Lieber et Amedeo Napoli

LORIA, BP 239, 54 506 Vandœuvre-lès-Nancy

Mathieu.Daquin@loria.fr; Jean.Lieber@loria.fr;

Amedeo.Napoli@loria.fr

Résumé *Dans cet article, nous nous intéressons à la problématique de la représentation des connaissances pour l'adaptation dans le cadre du raisonnement à partir de cas. Nous étudions plus précisément la notion de points de vue telle qu'elle est considérée dans les systèmes de représentation des connaissances par objets. Les points de vue apportent en effet une réponse à certains besoins en représentation des connaissances engendrés par l'adaptation. Ils offrent en particulier un cadre à la décomposition de l'adaptation, à la représentation de dépendances problèmes-solutions et à la représentation de contraintes pour guider l'adaptation.*

Mots clés : adaptation, représentation des connaissances, points de vue.

1 Introduction

La phase d'adaptation du raisonnement à partir de cas (RÀPC) est reconnue comme étant dépendante des connaissances qui lui sont fournies [1]. Celles-ci ne peuvent être utilisées qu'en fonction de leur disponibilité dans le domaine d'application, de la technique d'adaptation, mais aussi des possibilités qu'offre le système de RÀPC pour les représenter. De fait, la représentation des connaissances et le RÀPC ont plus d'une fois été rapprochés. Par exemple, les travaux de Béatrice Fuchs [2] visent à concevoir un modèle de connaissances pour le RÀPC et un système pour la représentation des connaissances du RÀPC : le système ROCADE. D'autres ont cherché à implanter un système de RÀPC dans un formalisme de représentation des connaissances donné (voir par exemple [3, 4] pour l'utilisation de logiques de descriptions). Notre approche est différente. Elle consiste en l'analyse des besoins en représentation des connaissances qu'engendre la phase d'adaptation et des réponses que peuvent apporter les formalismes de représentation des connaissances. La notion de points de vue, en particuliers, a été développée dans le cadre des langages de représentation des connaissances par objets et permet de structurer les connaissances selon plusieurs perspectives propres au domaine d'application. Une telle structuration pourrait être profitable au processus de raisonnement à partir de cas. Nous nous focalisons ici sur la phase d'adaptation, celle-ci étant centrale en RÀPC [5].

Nous nous intéresserons dans un premier temps (section 2) à différentes approches de l'adaptation et aux besoins généraux en représentation des connaissances qu'elles induisent. Nous verrons ensuite (section 3) comment l'utilisation d'une représentation multi-points de vue peut apporter une réponse à certains de ces besoins et ainsi faciliter le processus d'adaptation.

2 L'adaptation

L'adaptation est la phase du raisonnement à partir de cas qui consiste à proposer une solution $Sol(cible)$ au problème $cible$, en s'appuyant sur la solution $Sol(srce)$ d'un problème $srce$ de la base de cas, choisi lors de la phase de remémoration (figure 1).

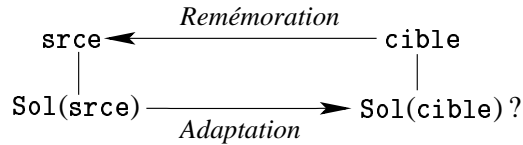


FIG. 1 – La remémoration et l'adaptation en RÀPC.

2.1 Approches de l'adaptation en raisonnement par analogie

On distingue généralement au moins deux approches de l'adaptation calquées sur les deux approches du raisonnement par analogie définies par Jaime G. Carbonell dans [6] : l'adaptation par transformation et l'adaptation par dérivation.

L'adaptation par transformation consiste à transformer la solution $Sol(srce)$ du problème remémoré $srce$ afin qu'elle puisse être utilisée comme solution du problème $cible$. Cette approche suppose une représentation des solutions suffisamment flexible¹ pour qu'elles puissent être transformées, ainsi que la connaissance des opérateurs permettant cette modification et leurs conditions d'application.

L'adaptation par dérivation utilise le raisonnement ayant servi à construire $Sol(srce)$ à partir de $srce$ afin de retrouver $Sol(cible)$ à partir de $cible$. Cela suppose de disposer d'une représentation de ce raisonnement, ainsi que d'être capable de l'adapter à $cible$.

Notons que ces deux approches ne sont ni disjointes, ni exhaustives : dire si l'adaptation d'un système de RÀPC particulier tient de la transformation ou de la dérivation est souvent délicat.

2.2 Connaissances pour guider l'adaptation

Certaines connaissances peuvent être utilisées pour guider l'adaptation. Elles sont souvent incomplètes et difficiles à représenter. Nous résumons ici quelques uns des types de connaissances rencontrés et le besoin en représentation qu'ils induisent.

La dissimilarité des cas. L'adaptation de $Sol(srce)$ en $Sol(cible)$ doit pouvoir s'appuyer sur les différences entre $srce$ et $cible$. Jean Lieber [7] représente ces différences par un *chemin de similarité*, suite de transformations permettant de passer de $srce$ à $cible$. Cette représentation de la dissimilarité est utilisée pour guider l'adaptation en associant aux transformations sur les problèmes T_{pb} des transformations sur les solutions T_{sol} dans des couples (T_{pb}, T_{sol}) appelés *reformulations* [8].

¹C'est-à-dire que l'on peut «facilement» manipuler, composer et décomposer.

L'adéquation problèmes-solutions. L'adéquation entre problèmes et solutions, appelée *fonction de qualité* dans [9], est une représentation de la qualité d'une solution S en fonction d'un problème P , notée $Q(S, P)$. Ainsi, si on sait représenter, au moins en partie, cette fonction dans le domaine d'application étudié, l'adaptation peut être guidée par la recherche de la solution $\text{Sol}(\text{cible})$ qui maximise $Q(\text{Sol}(\text{cible}), \text{cible})$.

Dépendances problèmes-solutions. Les dépendances telles que développées dans [10] sont des représentations des « variations de solutions » en fonction des « variations de problèmes » : si on appelle x_{pb} un descripteur de problème et x_{sol} un descripteur de solution, une dépendance peut être vue comme le rapport $\frac{\Delta x_{sol}}{\Delta x_{pb}}$, où Δx dénote une variation de x . Ainsi, si l'on sait représenter de tels rapports, les dépendances peuvent donner des « directions » à suivre pour transformer la solution $\text{Sol}(\text{srce})$ en fonction des variations entre srce et cible . La nécessité de savoir représenter et calculer ces variations entraîne que le méthode d'adaptation utilisant les dépendances est mieux adaptée à des descripteurs numériques.

Contraintes sur les problèmes et les solutions. Les problèmes et les solutions sont parfois soumis à certaines contraintes qu'il faut pouvoir représenter au moins pour les respecter. De plus, ces contraintes peuvent servir à guider l'adaptation en permettant par exemple de réduire l'ensemble des valeurs possibles pour $\text{Sol}(\text{cible})$ comme dans [11].

2.3 Combinaison de cas

Une approche de l'adaptation consiste en la combinaison de plusieurs cas de la base, afin que chacun d'eux, avec sa solution, participe à la construction de $\text{Sol}(\text{cible})$. L'adaptation utilisant des cas multiples est souvent un processus itératif dans lequel la solution est construite étape par étape, chaque étape utilisant un seul cas de la base. On peut imaginer une autre approche qui ferait la remémoration et l'adaptation de plusieurs cas sources en même temps (nous présenterons dans cet article une proposition allant dans ce sens). Cette approche nécessite de savoir décomposer des problèmes complexes en sous-problèmes plus « faciles » à adapter et de proposer des solutions pour ces sous-problèmes [12]. Il est de plus souvent nécessaire de disposer d'une méthode permettant l'intégration des différentes solutions obtenues (voir par exemple [13] pour l'utilisation de méthodes de satisfaction de contraintes).

3 Points de vue et adaptation

Ce paragraphe présente la notion de points de vue telle qu'elle est définie en représentation des connaissances par objets [14] ainsi que son intérêt pour l'adaptation. Les points de vue permettent de structurer une base de connaissances selon différentes perspectives propres au domaine d'application. Cette structuration peut offrir un cadre à la représentation des connaissances pour l'adaptation et ainsi guider le processus d'adaptation. Nous illustrerons nos propos avec des exemples provenant de l'application en cours de conception KASIMIR (appelée KASIMIR/HORS RÉFÉRENTIEL dans [15]), celle-ci ayant pour but l'utilisation du RÀPC dans le cadre de la gestion de connaissances et l'aide à la décision en cancérologie du sein. Ainsi, les problèmes de KASIMIR sont des descriptions de patients atteints de cancers du sein et les solutions sont les traitements à appliquer pour ces patients.

3.1 Les points de vue

De façon générale la représentation des connaissances par objets [16] permet de modéliser les connaissances d'un domaine en terme de classes, instances, attributs et relations. Les classes représentent des ensembles d'individus dont les caractéristiques sont spécifiées à l'aide d'attributs. Les différentes classes peuvent être liées par des relations. La subsomption — qui est une relation d'ordre partiel — organise les classes en une hiérarchie. Les instances correspondent à la représentation d'individus spécifiques et « appartiennent » à une ou plusieurs classes.

Il y a nécessairement plusieurs façons de représenter les connaissances d'un domaine. Le choix de la représentation dépend de ce que l'on veut en faire, mais aussi des différents angles sous lesquelles on veut voir le domaine. Par exemple, les connaissances relatives aux traitements en cancérologie peuvent être vues sous l'angle de la chirurgie, de la chimiothérapie, de la radiothérapie, etc. Les chirurgiens peuvent considérer que l'allergie au latex que peuvent avoir les patients est capitale alors que les chimiothérapeutes n'y verront pas d'intérêt. Les points de vue sont un moyen de représenter explicitement ces « différentes façons de voir la même chose ».

Plusieurs systèmes de représentation des connaissances par objets proposent un modèle de points de vue ; nous nous inspirons ici de celui défini par Olga Mariño [14] pour le système TROEPS.

Dans TROEPS la représentation du domaine est divisée en concepts et en points de vue, un concept possédant un ensemble de points de vue. Un point de vue d'un concept est une hiérarchie de classes² au sens classique de la représentation des connaissances par objets (avec des attributs, des relations, etc.). Chaque instance d'un concept est instance d'au moins une classe de chacun des points de vue du concept. Ainsi, un point de vue peut être considéré comme une *représentation partielle* du concept et la combinaison de *l'ensemble des points de vue représente le concept dans sa globalité*.

Par exemple, pour l'application KASIMIR, on peut considérer deux concepts, le concept *patient* et le concept *traitement*, chacun visible au travers des différents points de vue que constituent les différentes disciplines de la cancérologie (figure 2).

Le mécanisme de passerelle permet de représenter un lien entre différents points de vue d'un même concept. Une passerelle possède une ou plusieurs origines et une unique destination et s'interprète par : toute instance de l'ensemble des classes d'origines est instance de la classe destination.

3.2 Intérêts pour l'adaptation

Décomposition de l'adaptation. Les points de vue permettent de voir chaque élément de connaissance sous un angle particulier et indépendamment des autres points de vue. Pour un système de RÀPC, cela signifie qu'il peut y avoir différents points de vue à travers lesquels on pourra voir les cas (problèmes et solutions), la similarité entre cas, ainsi que les connaissances d'adaptation. On pourra alors décomposer l'adaptation en plusieurs *sous-adaptations*, chacune manipulant les connaissances liées à un même point de vue des différents concepts. Une sous-adaptation utilise son point de vue sur les connaissances et les cas pour construire son point de vue de la solution. L'adaptation est ainsi réalisée à *l'intérieur* de chaque point de vue et une solution globale doit ensuite être constituée à partir de

²TROEPS se limite à des hiérarchies d'héritage simple (des arbres), mais cette restriction ne nous semble pas utile.

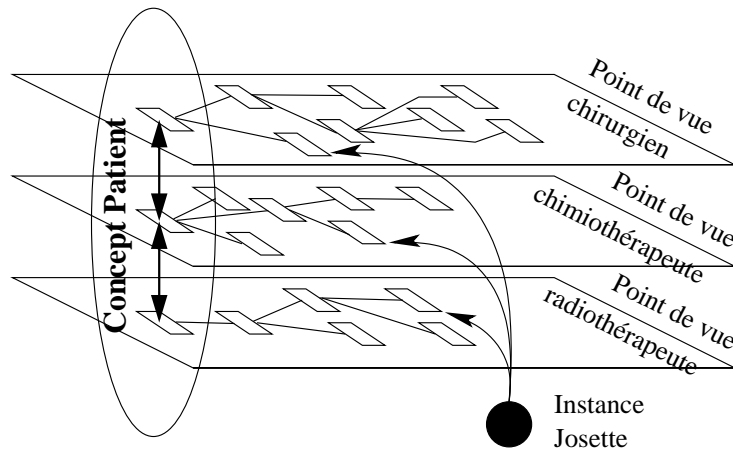


FIG. 2 – Le concept Patient dans l’application KASIMIR. L’instance Josette est instance d’une classe de chaque point de vue du concept.

l’ensemble des points de vue de solution issues des sous-adaptations. Cette « intégration » de solutions peut faire intervenir des mécanismes complexes afin de construire une solution globale cohérente.

Par exemple, dans KASIMIR, l’adaptation d’un cas sous le point de vue du chirurgien utilisera un cas `srce` pertinent pour la chirurgie et construira une solution chirurgicale à partir de connaissances en chirurgie. De même, d’autres sous-adaptations dans les points de vue radiothérapeute et chimiothérapeute donneront chacun leur point de vue de solution (voir figure 3). L’intégration des solutions est ici réalisée par une simple réunion des points de vue de solution issue de toutes les sous-adaptations afin d’obtenir un traitement incluant chirurgie, chimiothérapie et radiothérapie.

Représentation de dépendances. Une conséquence de la décomposition de l’adaptation est que l’on dispose d’un cadre pour la représentation des dépendances problèmes-solutions. En effet, on peut dire qu’à l’intérieur de chaque point de vue, la partie de solution représentée est uniquement dépendante de la partie de problème perceptible. L’appartenance au même point de vue marque la dépendance entre le point de vue chirurgien de `Sol(srce)` et le point de vue chirurgien de `srce` de même que son indépendance vis-à-vis du point de vue radiothérapeute. Ainsi, si dans un point de vue PdV, les problèmes `srce` et `cible` sont identiques, alors il ne sera pas nécessaire de modifier le point de vue PdV de `Sol(srce)` pour obtenir le point de vue PdV de `Sol(cible)`. En revanche, s’ils sont différents, on sait que l’on risque d’avoir à adapter ce point de vue. De plus, on sait vers quelle discipline — quel expert — se diriger pour l’acquisition des connaissances nécessaires à cette adaptation.

Par exemple, si l’attribut `sexe` est présent dans la représentation du point de vue chirurgien des problèmes et si le cas `srce` n’a pas le même sexe que le cas `cible`, alors on sait que les traitements chirurgicaux (point de vue chirurgien des solutions) risquent de devoir être adaptés. En revanche, si ni le `sexe` ni aucun autre attribut du point de vue chirurgien n’est modifié, il n’y a pas de raison de modifier la chirurgie lors de l’adaptation de `Sol(srce)` en `Sol(cible)`.

Représentation de contraintes. Les passerelles permettent de représenter un certain type de contraintes exprimant des implications entre classes de différents points de vue d’un

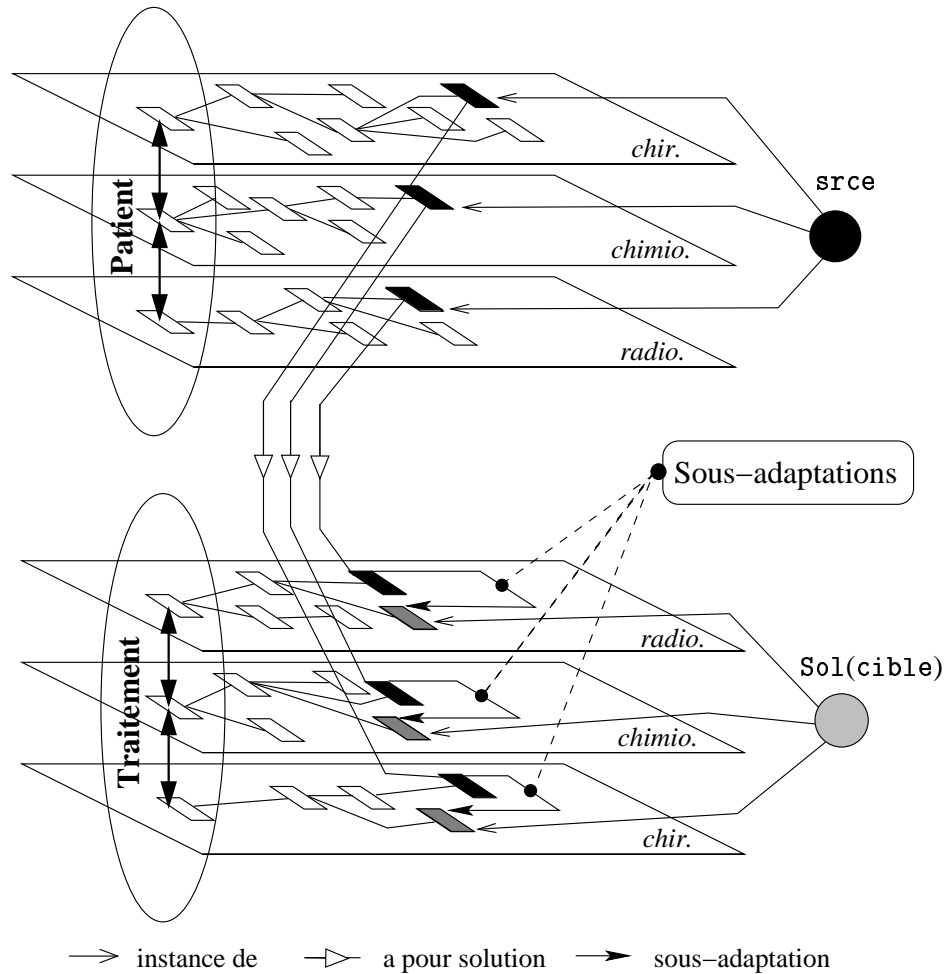


FIG. 3 – Chaque sous-adaptation réalisée dans chaque point de vue donne son propre point de vue de la solution $Sol(cible)$.

même concept. Par exemple, on peut voir une tumeur sous deux points de vue : clinique et histologique³. On peut vouloir spécifier que si la tumeur histologique est connue alors la tumeur clinique l'est aussi et que à l'inverse si la tumeur clinique est inconnue, la tumeur histologique est également inconnue. Ce qui revient à définir une passerelle entre la classe *TumeurConnue* du point de vue histologique $PdV_{histologique}$ du concept *Tumeur* et la même classe *TumeurConnue* du point de vue clinique $PdV_{clinique}$ du même concept. De la même façon, on représente la deuxième contrainte par une autre passerelle entre les classes de *TumeurInconnue* de $PdV_{histologique}$ vers $PdV_{clinique}$. On pourra aussi penser à une passerelle entre les classes *TumeurGrosse* de $PdV_{clinique}$ vers $PdV_{histologique}$, moins évidente, mais peut être plus utile (voir figure 4).

Ce type de contrainte peut servir de deux façons à l'adaptation. Lorsque ce sont des contraintes sur les problèmes, comme pour l'exemple des tumeurs, elles peuvent servir à

³Les caractéristiques cliniques de la tumeur sont obtenues par une observation indirecte, au toucher et sans prélèvement. Un examen histologique permet d'obtenir des informations complémentaires par une observation directe de la tumeur.

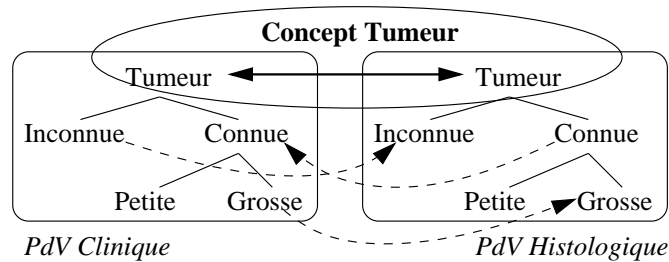


FIG. 4 – Passerelles entre les points de vue clinique et histologique du concept Tumeur.

compléter les informations sur le problème dans un point de vue, par rapport à celles d'un autre point de vue. En revanche, lorsque ces contraintes portent sur les solutions, elle peuvent servir à guider les adaptations de chaque point de vue (les sous-adaptations) en fonction des résultats d'autres sous-adaptations. On pourrait imaginer par exemple une contrainte entre les traitements chirurgicaux et radiothérapeutique qui dirait : « Lorsqu'une mastectomie de Patey est préconisée, un traitement radiothérapeutique est aussi nécessaire ». La mastectomie de Patey est une forme particulière de traitement chirurgical du cancer du sein. Cette contrainte pourra être traduite par une passerelle entre les points de vue chirurgien et radiothérapeute du concept *Traitement* (solutions). De plus, on remarque que certaines passerelles pourrait être déduites d'autres. Par exemple la passerelle entre les classes *TumeurInconnue* pourrait être déduite de celle entre les classes *TumeurConnue* par la contraposée.

3.3 Discussion

Certains travaux, comme ceux de Ralph Bergmann et Wolfgang Wilke [17], s'intéressent à l'utilisation d'abstractions en RÀPC. L'abstraction d'un cas est définie comme étant une représentation moins détaillée de ce cas, aussi bien que le processus ayant permis d'aboutir à cette représentation. On pourrait se poser la question du lien entre abstractions et points de vue. En effet, la décomposition des connaissances en points de vue peut être considérée comme une façon de représenter plusieurs abstractions différentes des connaissances. Chaque point de vue est en quelque sorte une synthèse de détails relatifs à une façon de voir le domaine. Mais les points de vue ne fournissent pas de méthode d'abstraction automatique. La structuration des connaissances en points de vue est (et doit être) décidée en accord avec les experts du domaine au moment de l'acquisition des connaissances.

La décomposition de l'adaptation selon les points de vue utilise des principes similaires à ceux du système DÉJÀ-VU [12] (décomposition des problèmes, sous-adaptation, intégration des solutions), mais contrairement à celui-ci, c'est la représentation des connaissances pour l'adaptation qui est le centre de nos préoccupations et le fondement de notre approche.

Par ailleurs, nous nous sommes volontairement limité ici à l'étude de la phase d'adaptation du RÀPC dans le cadre de l'application KASIMIR. La représentation de points de vue peut avoir de nombreux intérêts dans des domaines différents. Ainsi des travaux similaires pourront être menés pour les autres phases du RÀPC (comme l'élaboration [5] où les passerelles semblent pouvoir jouer un rôle, la remémoration, etc.), d'autres étapes de la gestion des connaissances (acquisition, évolution) et pour d'autres applications.

De plus, deux points de l'adaptation mériteraient plus de précisions : les sous-adaptations et l'intégration des points de vue de solutions. En effet, si les points de vue permettent de

décomposer le processus d'adaptation en un ensemble de sous-adaptations plus simples, ces sous-adaptations restent tout de même des tâches difficiles. Elles devront utiliser des stratégies et des connaissances d'adaptation telles que celles présentées au paragraphe 2. L'intégration des solutions pourra avoir à faire face à des solutions incohérentes entre elles. Afin de garantir l'obtention d'une solution, il faudra au choix faire intervenir les passerelles (sources des incohérences) au niveau de la remémoration, que les sous-adaptations utilisent les passerelles pour construire des solutions cohérentes ou que l'intégration puisse toujours reconstruire une solution cohérente à partir d'une solution incohérente.

Enfin, si les passerelles permettent de représenter certains liens entre les classes de différents points de vues, elles restent insuffisantes pour modéliser les relations complexes qui peuvent exister entre ces classes. Certains types de relations comme le lien de composition, les relations temporelles, etc. méritent d'être étudiés dans une représentation multi-points de vue, pour une utilisation en RÀPC.

4 Conclusion

Cet article présente la notion de points de vue et son intérêt dans le cadre de l'adaptation en RÀPC pour répondre à certains besoins en représentation des connaissances. En particulier, une représentation multi-points de vue des connaissances offre un cadre à la décomposition de l'adaptation selon des perspectives liées au domaine d'application et à la représentation de dépendances entre les problèmes et les solutions. De plus, la notion de passerelles entre points de vue permet de représenter des contraintes utiles pour guider le processus d'adaptation.

Sur le plan des perspectives, nous projetons d'implanter notre propre modèle de points de vue, ainsi qu'un algorithme d'adaptation multi-points de vue, pour une utilisation dans le cadre de l'application KASIMIR. Nous envisageons aussi l'étude, selon la même approche, d'autres besoins en représentation des connaissances tels que ceux engendrés par l'adéquation problèmes-solutions. De même, nous nous pencherons sur les problèmes de représentation spécifiques à l'application KASIMIR : l'index thérapeutique (connaissance sur l'adéquation problèmes-solutions de KASIMIR), les problèmes de composition et de temps dans les traitements, l'effet de seuil, etc. Enfin, comme nous l'avons indiqué, nous considérons que l'adaptation est centrale dans le processus de RÀPC et que les autres phases du raisonnement s'y rattachent. L'impact sur la remémoration et l'organisation des cas des choix en représentation des connaissances pour l'adaptation devrait être étudié.

Références

- [1] Wilke (Wolfgang) et Bergmann (Ralph). – Techniques and knowledge used for adaptation during case-based problem solving. *In : 11th International Conference on Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems, IEA-98.* – 1998.
- [2] Fuchs (Béatrice). – *Représentation des connaissances pour le raisonnement à partir de cas : le système Rocado.* – Thèse d'université, Université Jean Monnet de Saint-Etienne, Octobre 1997.
- [3] Kamp (Gerd). – Using description logics for knowledge intensive case-based reasoning. *In : Third European Workshop on Case-Based Reasoning (EWCBR'96), Lau-*

- sanne, Switzerland, éd. par Faltings (B.) et Smith (I.), pp. 204–218. – Berlin, Springer-Verlag, 1996.
- [4] Salotti (Sylvie) et Ventos (Véronique). – Une approche formelle du raisonnement à partir de cas dans une logique de descriptions. *Revue d'Intelligence Artificielle*, vol. 13, 1999, pp. 37–72.
- [5] Mille (Alain). – *Associer expertise et expérience pour assister les tâches de l'utilisateur*. – Habilitation à diriger des recherches, Université Claude Bernard, Lyon, Novembre 1998.
- [6] Carbonell (Jaime G.). – Derivational analogy : A theory of reconstructive problem solving and expertise acquisition. In : *Machine Learning : An Artificial Intelligence Approach*, éd. par Michalski (R. S.), Carbonell (J. G.) et Mitchell (T. M.). – Palo Alto, California, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1986.
- [7] Lieber (Jean). – *Raisonnement à partir de cas et classification hiérarchique. Application à la planification de synthèse en chimie organique*. – Thèse d'université, Université Henri Poincaré Nancy 1, Octobre 1997.
- [8] Melis (Erica), Lieber (Jean) et Napoli (Amedeo). – Reformulation in case-based reasoning. In : *Fourth European Workshop on Case-Based Reasoning, EWCBR-98*, éd. par Smyth (B.) et Cunningham (P.). pp. 172–183. – Springer, 1998.
- [9] Bergmann (Ralph) et Wilke (Wolfgang). – Towards a new formal model of transformational adaptation in case-based reasoning. In : *European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'98)*. – 1998.
- [10] Fuchs (Béatrice), Lieber (Jean), Mille (Alain) et Napoli (Amedeo). – Un algorithme pour la phase d'adaptation du raisonnement à partir de cas. In : *Actes des journées nationales sur les modèles de raisonnement (JNMR'01)*, Arras, éd. par Herzig (A.), pp. 79–92. – 2001.
- [11] Neagu (Nicoleta) et Falting (Boi B.). – Constraint satisfaction for case adaptation. In : *Proceedings of the Workshops at ICCBR'99*. – 1999.
- [12] Smyth (Barry). – *Case-Based Design*. – Phd. thesis, Trinity College, University of Dublin, April 1996.
- [13] Purvis (Lisa) et Pu (Pearl). – An approach to case combination. In : *Procs. ECAI'96. Workshop of Adaptation in Case-Based Reasoning*. – 1996.
- [14] Mariño (Olga). – *Raisonnement classificatoire dans une représentation multi-points de vue*. – Thèse d'université, Université Joseph Fourier - Grenoble 1, Octobre 1993.
- [15] Lieber (Jean), Bey (Pierre), Boisson (Florian), Bresson (Benoît), Falzon (Pierre), Lesur (Anne), Napoli (Amedeo), Rios (Maria) et Sauvagnac (Catherine). – Acquisition et modélisation de connaissances d'adaptation, une étude pour le traitement du cancer du sein. In : *Actes des journées ingénierie des connaissances (IC-2001)*, éd. par Charlet (Jean), pp. 409–426. – Grenoble, 2001.
- [16] Euzenat (Jérôme). – Représentation de connaissance par objets. In : *Langages et modèles à objets : état des recherches et perspectives*, éd. par Ducournau (Roland), Euzenat (Jérôme), Masini (Gérald) et Napoli (Amedeo), pp. p293–319. – Rocquencourt (FR), INRIA, 1998.
- [17] Bergmann (Ralph) et Wilke (Wolfgang). – On the role of abstraction in case-based reasoning. In : *European Workshop on Case-Based Reasoning*. – 1996.