
Rôles

Normes, Pouvoirs et Rôles : vers une formalisation en logique

Robert Demolombe* — Vincent Louis**

* ONERA

Toulouse

Robert.Demolombe@cert.fr

** France Télécom Recherche & Développement

Lannion

vincent.louis@francetelecom.com

RÉSUMÉ. Pour définir l'organisation de systèmes multiagents, la notion de rôle a une importance capitale. Nous analysons cette notion de façon informelle, en nous appuyant sur des exemples. Puis nous en proposons une définition plus formelle qui se décompose en : conditions pour être titulaire d'un rôle, normes et pouvoirs de modifier des faits normatifs qui s'appliquent au titulaire d'un rôle. Enfin, nous présentons une formalisation de ces notions en logique modale.

ABSTRACT. In the design of the organisation of a multiagent system the concept of role is fundamental. We informally analyse this concept through examples. Then we propose a more formal definition that can be decomposed into: the conditions to hold a role, the norms and powers to change some normative facts that apply to a role holder. Finally, we present a formalisation of these concepts in the framework of modal logic.

MOTS-CLÉS : rôle, norme, pouvoir institutionnel, logique modale

KEYWORDS: role, norms, institutionalised power, modal logic

1. Introduction

Pour définir l'organisation de systèmes multiagents la notion de rôle a une importance capitale. Cependant les définitions qu'on en trouve dans la littérature sont très diverses [POR 77, FAS 01, DAS 03]. En effet, elles font intervenir les notions de norme, de droit et de pouvoir qui elles-mêmes ne font pas l'unanimité.

Dans cet article¹, nous commençons par une analyse informelle de ces notions en nous appuyant sur des exemples (section 2). Après avoir fait la synthèse de ces exemples, nous dégagons une définition plus formelle de la notion de rôle et montrons comment il est possible de la formaliser dans un cadre de logique modale (section 3).

2. Analyse informelle de la notion de rôle

2.1. Définition

Dans le langage ordinaire, le terme «rôle» peut prendre des sens très variés. Dans le contexte de la sociologie, le Petit Larousse donne cette définition : «*Ensemble, diffus ou explicite, des droits et des obligations d'un individu dans un groupe social, en rapport avec son statut juridique ou sa fonction dans ce groupe*». Selon cette définition, un rôle caractérise un ensemble de normes qui s'appliquent à un individu qui est titulaire de ce rôle. On utilise l'expression «être titulaire d'un rôle» comme synonyme de «avoir un certain statut juridique», «occuper une certaine fonction» ou «avoir une certaine position» (hiérarchique, par exemple). En outre, un rôle est défini dans le cadre d'un groupe social donné (on assimilera «groupe social» et «institution» par la suite).

Dans [POR 77], Pörn propose la définition suivante : «*Because of their prevalence in normative systems clusters of norms organised in this way deserve a name on their own. We shall call them role structure because in terms of them it is possible to define the sociological notion of a role.*» En d'autres termes, si, dans un système normatif, on a fréquemment l'occasion de parler de l'ensemble des individus auxquels s'appliquent un certain ensemble de normes, il est commode de donner un nom à cet ensemble de normes, que l'on appelle «rôle». Plus loin, Pörn précise que la définition d'un rôle est constituée de deux parties :

- 1) un ensemble de **conditions** qui caractérisent les individus titulaires du rôle,
- 2) un ensemble de **normes** qui s'appliquent aux individus titulaires de ce rôle.

Par exemple, dans le contexte judiciaire, on peut parler des rôles de policier, juge, avocat ou gardien de prison. Ainsi, il est plus commode de parler d'«un policier», que d'«un individu auquel s'applique tel ensemble de normes». De la même manière, on peut parler des rôles de fournisseur ou de client dans le domaine du commerce, ou bien des rôles de professeur, étudiant, thésard ou secrétaire dans le domaine universitaire.

1. Cette recherche a été réalisée dans le cadre d'un contrat de recherche France Télécom.

Le langage courant peut parfois conduire à des confusions car le nom d'un rôle est souvent utilisé pour désigner l'individu qui est titulaire de ce rôle lorsque cet individu est unique. Par exemple, «le juge a 30 ans». Mais, bien qu'un rôle définisse effectivement un type d'individu, à savoir le type des individus qui satisfont les conditions 1) précédentes, un rôle est une entité de nature différente d'un individu. En effet, contrairement à un type, défini uniquement par des propriétés descriptives, un rôle est défini par des propriétés descriptives **et** normatives (parties 1) et 2) dans la définition de Pörn).

Par exemple, le rôle de mineur est défini par une propriété descriptive : avoir moins de 18 ans, et par des propriétés normatives, par exemple, l'obligation d'avoir l'autorisation des parents pour quitter le territoire. Par contre, le type des individus qui ont les yeux bleus n'est pas un rôle car (à notre connaissance) il n'y a pas de propriété normative qui ne s'applique qu'aux individus aux yeux bleus.

Détaillons un peu plus ce que peuvent être les conditions et les normes dans l'exemple du rôle de professeur :

1) Conditions

- être majeur et avoir moins de 65 ans,
- avoir le diplôme de HDR,
- avoir été nommé professeur,
- ...etc.

2) Normes

- obligation de faire x heures de cours,
- obligation d'organiser des examens,
- interdiction d'afficher des opinions politiques,
- droit d'avoir un bureau,
- pouvoir d'attribuer des notes aux examens,
- ...etc.

Cet exemple suggère deux remarques. La première est que les ensembles 1) et 2) doivent être complets et minimaux, à savoir qu'ils doivent contenir exactement *toutes les conditions et normes qui s'appliquent* à tous les individus titulaires du rôle défini.

La deuxième remarque est que, bien que les conditions de la partie 1) soient de nature descriptive, il se peut que certaines d'entre elles ne soient vraies que dans le contexte d'une institution particulière. Par exemple, le fait d'avoir un HDR peut être reconnu dans un pays et pas dans un autre. Cela montre que la valeur de vérité d'un fait tel que «avoir un HDR» dépend de l'institution dans laquelle on se situe. On appellera ces faits des «**faits institutionnels**». De même, les normes de la partie 2) sont systématiquement interprétées relativement à une institution.

En résumé, dans la définition d'un rôle, les conditions expriment des propriétés de nature descriptive. Certaines d'entre elles peuvent n'avoir qu'une valeur institutionnelle. Les normes expriment des propriétés normatives et leur valeur est toujours relative à une institution.

Pour ce qui est de la terminologie, le terme «agent» désignera par la suite un individu, une personne (physique ou morale) ou un système artificiel qui dispose d'un certain degré d'autonomie.

2.2. Attitudes normatives d'un agent par rapport à un autre agent

Nous analysons maintenant plus en détail en quoi consistent les normes qui participent à la définition d'un rôle. Le premier essai de classification systématique, qui a pendant longtemps servi de référence, a été proposé en 1913 par Hohfeld dans [HOH 13]. Cette classification, exprimée de façon informelle, concerne plus particulièrement les relations normatives qui lient deux agents. Par exemple, dans le contexte d'une vente, le vendeur a le droit d'être payé, et le client a le devoir de payer.

Cette classification, quand elle a été proposée, avait l'avantage de donner une vision structurée de l'ensemble des normes. Cependant, comme l'a montré Kanger dans [KAN 71], il est possible d'exprimer les différentes attitudes répertoriées à partir des notions primitives d'obligation et d'action. En outre, nous avons vu que le Petit Larousse définit un rôle comme un ensemble de droits et d'obligations. On peut alors se demander si la notion de droit peut à son tour s'exprimer uniquement en termes d'obligations et d'actions. C'est ce que nous analysons dans la section suivante.

2.3. Notion de droit

Dans le Petit Larousse, on trouve parmi les définitions de «droit» : *«faculté d'exiger quelque chose d'une autre personne»*, et dans le Petit Robert : *«ce qui est exigible dans une collectivité humaine»*. Ces deux définitions reprennent l'idée qu'un agent qui a un droit peut exiger quelque chose d'un autre agent. Essayons de préciser cette notion à travers quelques exemples :

A) Droit de rentrer en voiture dans l'ONERA (ingénieur).

À l'ONERA, une personne titulaire du rôle d'ingénieur a le droit de rentrer en voiture. Pour faire usage de son droit² lorsqu'il se présente en voiture au poste de garde, un ingénieur doit montrer le signe sur son pare-brise qui atteste qu'il a le droit de rentrer. Voyant ce signe, le gardien sait que l'ingénieur a le droit de rentrer en voiture. Alors, si la barrière est baissée, le gardien est dans l'obligation de lever la barrière pour donner à l'ingénieur la possibilité de rentrer. Si la barrière est déjà levée,

2. Nous avons un peu simplifié la procédure réelle.

il est interdit au gardien d'empêcher l'ingénieur de rentrer (par exemple en baissant la barrière).

B) Droit de consulter les prévisions météo (abonné).

Une personne qui a payé pour être abonnée à la consultation des prévisions météo sur Internet a le droit de connaître les prévisions météo. Après avoir payé, le service météo lui a donné un mot de passe qui atteste que la personne est abonnée. Pour faire usage de son droit, lorsqu'elle se connecte au service météo, la personne abonnée donne son mot de passe. Alors le service météo sait qu'elle a le droit de consulter la météo, et il est dans l'obligation de l'informer des prévisions météo.

C) Droit de disposer d'une voiture de fonction (PDG).

Dans certaines entreprises, le titulaire du rôle de PDG a le droit de disposer d'une voiture de fonction. À partir du moment où une personne est titulaire de ce rôle, l'entreprise sait qu'elle est dans l'obligation de lui fournir une voiture de fonction (selon les usages, il n'est pas nécessaire que la personne en fasse explicitement la demande, mais elle pourrait le faire si on l'oubliait).

De ces trois exemples se dégage un schéma général basé sur une notion de pouvoir. Il exprime qu'un agent i qui a un droit a le pouvoir, lorsqu'il demande à exercer son droit à un autre agent j et qu'il montre qu'il a effectivement ce droit, de créer des obligations qui s'appliquent à l'autre agent j . Ces obligations dépendent de la nature du droit dont bénéficie i : le droit de faire une action engendre l'obligation pour j de rendre cette action réalisable pour i et l'interdiction de la rendre irréalisable pour i (exemple A), le droit de connaître une information engendre l'obligation pour j de faire en sorte que i connaisse cette information (exemple B), le droit d'être dans un certain état engendre l'obligation pour j de faire en sorte que i se trouve dans cet état (exemple C).

La notion de pouvoir qui vient d'être identifiée à travers les exemples précédents fait partie de ce que Pörn appelle globalement les «normes». Nous l'analysons plus en détail dans la section suivante. Pour éviter la confusion entre pouvoir et capacité physique (par exemple, la capacité de soulever un poids), le terme de «pouvoir institutionnel» pourra être utilisé par la suite, comme dans [JON 96].

2.4. Notion de pouvoir institutionnel

Un agent peut avoir un pouvoir institutionnel indépendamment d'un droit. Il faut alors chercher une définition générale de cette notion. Comme précédemment, nous nous appuyons pour cela sur quelques exemples :

D) Pouvoir de nommer un préfet (ministre de l'intérieur).

La personne qui est titulaire du rôle de ministre de l'intérieur a le pouvoir de nommer un préfet. Cela veut dire qu'elle peut signer un décret qui a pour effet que telle autre personne est titulaire du rôle de préfet. La relation entre la «cause» (signer un document) et l'effet (être titulaire d'un rôle) n'a de valeur que dans le cadre de la légis-

lation française. À noter que l'effet est ici un fait institutionnel, et non une obligation comme dans le cas d'un pouvoir institutionnel associé à un droit.

E) Pouvoir de déclarer les enchères ouvertes (commissaire priseur).

Une personne qui est titulaire du rôle de commissaire priseur a le pouvoir de déclarer les enchères ouvertes. Cela veut dire qu'à partir du moment où elle déclare que les enchères sont ouvertes, alors les enchères sont ouvertes. Le fait que les enchères soient ouvertes est un fait institutionnel qui n'a de valeur que dans le cadre d'une certaine réglementation. Si une personne fait une offre, l'offre n'aura de valeur que si les enchères sont ouvertes. Dans cet exemple, le pouvoir du commissaire priseur est de créer un fait institutionnel qui ne s'applique pas à un agent en particulier.

F) Pouvoir d'ordonner à un conducteur de s'arrêter (gendarme).

Un gendarme a le pouvoir, en faisant un geste conventionnel ou en donnant un coup de sifflet, d'ordonner au conducteur d'une voiture de s'arrêter. L'effet normatif est ici qu'il est obligatoire pour le conducteur de s'arrêter.

Ces exemples montrent qu'un agent qui a un pouvoir dans une institution donnée est un agent qui a la possibilité de créer une situation normative en exécutant une procédure reconnue par cette institution. Les situations normatives que l'agent a le pouvoir de créer peuvent être très diverses. Elles peuvent être une obligation de faire une action (exemple F) ou une situation reconnue par une réglementation comme ayant une valeur normative (exemples D et E).

D'une façon générale, on définit un pouvoir de la façon suivante :

pouvoir($i, s, cond, proc, n$) : si les conditions *cond* sont satisfaites, alors, dans le cadre de l'institution *s*, l'agent *i* a le pouvoir de créer une situation normative représentée par la proposition *n* en réalisant la procédure *proc*.

En termes semi-formels la signification de *pouvoir*($i, s, cond, proc, n$) est :

SI *cond* ET *fait*($i, proc$) ALORS *n* dans le cadre de *s* .

La différence essentielle entre cette notion de pouvoir institutionnel et les attitudes normatives telles que décrites par Hohfeld est que les pouvoirs définissent comment les attitudes normatives peuvent changer ou évoluer dans le temps, alors qu'Hohfeld se limite à définir les différentes attitudes normatives qui peuvent relier les agents à un moment donné.

2.5. Une nouvelle définition des rôles

L'analyse précédente montre qu'il est important de faire la distinction, parmi les normes qui participent à la définition d'un rôle, entre des normes **statiques**, qui définissent ce qui est obligatoire, permis ou interdit dans des circonstances données, et des normes **dynamiques** qui définissent comment peuvent être créées ou supprimées des normes. Cette distinction nous paraît plus importante que celle proposée par la classification de Hohfeld car, comme l'a montré Makinson dans [MAK 86] on peut

définir une variété illimitée de types de relations normatives entre deux ou plusieurs agents qui ne rentrent pas dans la classification de Hohfeld.

On propose alors de définir un rôle par un quadruplet $\langle R, C, N, P \rangle$ tel que :

- 1) R est le nom du rôle.
- 2) C est un ensemble d'énoncés descriptifs qui définissent les conditions nécessaires et suffisantes que satisfait un agent qui est titulaire du rôle R .
- 3) N est un ensemble (ou une conjonction) de normes statiques qui définit l'ensemble de **toutes** les normes statiques qui s'appliquent à un agent **en tant que titulaire** du rôle R .
- 4) P est un ensemble (ou une conjonction) de normes dynamiques qui définit l'ensemble de **toutes** les normes dynamiques qui s'appliquent à un agent **en tant que titulaire** du rôle R .

Cette définition, qui est essentiellement un raffinement de la définition de Pörn, nécessite quelques commentaires :

i) Un rôle est toujours défini dans le cadre d'une institution particulière. Par exemple, le rôle de président diffère d'un système constitutionnel à un autre, ou bien le rôle de roi n'existe pas dans tous les systèmes. Cette référence à une institution est implicite dans cette définition de rôle afin de ne pas l'alourdir.

ii) Les énoncés de C sont des énoncés descriptifs qui décrivent les propriétés qui sont satisfaites, et non pas qui devraient être satisfaites, par un agent titulaire du rôle R .

iii) Une condition communément utilisée pour caractériser le titulaire d'un rôle est le fait qu'il soit nommé titulaire par un autre agent (exemple du rôle de préfet). Bien que fréquente, cette condition n'est pas nécessaire (exemple du rôle de mineur) et doit donc apparaître explicitement dans C .

iv) L'ensemble des normes N et P s'appliquent à tout agent qui est titulaire du rôle R , mais il se peut que, pour un agent donné, d'autres normes s'appliquent à lui, par exemple parce qu'il est titulaire d'autres rôles que R .

v) Les normes N peuvent être des normes conditionnelles, c'est-à-dire qui ne s'appliquent que dans certaines circonstances. En particulier, on distingue souvent des normes qui ne s'appliquent que quand l'agent titulaire est «dans l'exercice de ses fonctions». Dans ce cas, il est plus commode pour définir N de distinguer les normes N_T qui s'appliquent en toutes circonstances, dès l'instant qu'un agent est titulaire du rôle, et les normes N_E qui s'appliquent uniquement lorsqu'il est dans l'exercice de ses fonctions. Il faut alors définir en outre, de façon analogue à C , les conditions nécessaires et suffisantes C_E pour que l'agent soit dans l'exercice de ses fonctions.

vi) On fera l'hypothèse que toutes les normes dynamiques dans P sont représentées par des pouvoirs de la forme : *pouvoir*($i, s, cond, proc, n$). On notera que *pouvoir* n'est pas un prédicat mais une notation qui dénote un énoncé de la forme :

SI *cond* ET *fait*($i, proc$) ALORS n dans le cadre de s

où *proc* est la définition d'une procédure, et *cond* une conjonction d'énoncés qui peuvent être descriptifs ou normatifs.

vii) Dans la définition d'un pouvoir, l'énoncé normatif *n* peut avoir des formes très diverses.

Esquisse de formalisation

On définit les prédicats suivants :

titulaire(*i*, *R*) : l'agent *i* est titulaire du rôle *R*.

exerce(*i*, *R*) : l'agent *i* exerce le rôle *R*.

On suppose que les propriétés suivantes sont vérifiées pour un rôle donné *R* :

(T1) $\forall i$ (SI *titulaire*(*i*, *R*) ALORS *C*(*i*, *R*))

(T2) $\forall i$ (SI *C*(*i*, *R*) ALORS *titulaire*(*i*, *R*))

(N1) $\forall i$ (SI *titulaire*(*i*, *R*) ALORS *N*(*i*, *R*))

(P1) $\forall i$ (SI *titulaire*(*i*, *R*) ALORS *P*(*i*, *R*))

Si on veut distinguer les normes qui s'appliquent quand un agent est dans l'exercice de ses fonctions, on remplace (N1) par les propriétés suivantes :

(E1) $\forall i$ (SI *exerce*(*i*, *R*) ALORS *C_E*(*i*, *R*))

(E2) $\forall i$ (SI *C_E*(*i*, *R*) ALORS *exerce*(*i*, *R*))

(N'1) $\forall i$ (SI *titulaire*(*i*, *R*) ALORS *N_T*(*i*, *R*))

(N''1) $\forall i$ (SI *titulaire*(*i*, *R*) ET *exerce*(*i*, *R*) ALORS *N_E*(*i*, *R*))

Dans (T1) et (T2), la condition que l'agent *i* ait été nommé par un autre agent *j* pour être titulaire du rôle *R*, peut, lorsque nécessaire, être exprimée dans la condition *C*(*i*, *R*), par exemple avec un énoncé de la forme $\exists j \text{ fait}(j, \text{proc})$. Dans (P1), on ne distingue pas le cas où l'agent est dans l'exercice de ses fonctions. En effet, si *i* a le pouvoir *pouvoir*(*i*, *s*, *cond*, *proc*, *n*), c'est dans la partie *cond* que doivent être explicitées les conditions dans lesquelles *i* peut exercer ce pouvoir.

3. Formalisation de la notion de rôle

Nous présentons maintenant les grandes lignes d'une formalisation logique des concepts qui interviennent dans la définition d'un rôle. Les énoncés qui apparaissent dans *C*, *N*, dans les conditions d'exercice d'un pouvoir institutionnel *cond* et dans les situations normatives *n* que les agents ont le pouvoir institutionnel de créer, peuvent exprimer des faits objectifs qui sont formalisés dans une logique classique du premier ordre. Ils peuvent aussi exprimer qu'un agent croit une information ou a réalisé une

action. Il faut donc définir un langage qui permette d'exprimer des modalités épistémiques et dynamiques.

3.1. Modalités épistémiques et dynamiques

Les croyances des agents sont formalisées avec la modalité suivante :

$B_i p$: l'agent i croit que p .

Où p peut être une formule quelconque contenant d'autres modalités. Classiquement, on adopte l'axiomatique d'un système (KD) pour la modalité B_i (voir [CHE 88]).

En ce qui concerne les modalités dynamiques, deux opérateurs sont utilisés. Le premier permet d'exprimer l'effet de l'action réalisée par un agent (par exemple, pour exprimer que le gardien est dans l'obligation de faire en sorte que la barrière soit levée). Le second permet d'exprimer l'action (ou la procédure) qui a été réalisée (par exemple, dans le cas d'un mariage, pour exprimer que le maire doit réaliser une suite d'actions bien déterminées).

$E_i p$: l'agent i a fait certaines actions qui sont la cause du fait que la proposition p est vraie.

$fait(i, proc, p)$: l'agent i vient juste de réaliser la procédure $proc$, et avant cela, on avait p .

$fait(i, proc)$: abréviation de $fait(i, proc, true)$, signifiant que l'agent i a réalisé la procédure $proc$.

E_i est une modalité classique mais n'est pas normale (voir [CHE 88], et plus particulièrement [POR 77, JON 05] pour son axiomatique). La modalité $fait$ est une modalité normale pour laquelle on n'a que le schéma d'axiome (K). Cette modalité sera utilisée essentiellement pour exprimer l'une des conditions sous lesquelles un pouvoir peut être exercé, à savoir que le fait que $proc$ a été réalisé entraîne (moyennant la satisfaction des conditions $cond$) les conséquences normatives n (voir la définition de la notation $pouvoir(i, s, cond, proc, n)$).

La procédure $proc$ est définie dans un langage construit à partir de la séquence, du choix, de la négation et de la constante any , dont la sémantique est définie dans [DEM 02].

3.2. Modalités déontiques

Pour les énoncés normatifs, les modalités déontiques, qui expriment ce qui est obligatoire, permis ou interdit, jouent un rôle prépondérant. Il existe un grand nombre de propositions de formalisation [POR 77, CAR 99, HAN 71, KRO 97, KRO 95, WRI 63, AQV 84] mais il n'y a pas de consensus et, en fonction de la nature des problèmes à traiter, on peut choisir telle ou telle formalisation.

Il y a cependant deux types d'obligations qu'il faut distinguer : les obligations d'être (par exemple, l'obligation qu'un téléphone portable soit éteint pendant un concert), et les obligations de faire (par exemple, l'obligation de transporter telle marchandise à tel endroit).

On peut aussi distinguer les obligations personnelles, qui s'appliquent à un agent en particulier (par exemple, l'obligation pour un agent de payer telle somme d'argent), des obligations impersonnelles, qui ne s'appliquent pas à un agent en particulier (par exemple, l'obligation de ne pas garer un véhicule à tel emplacement). Nous ne ferons pas ici cette distinction et nous ne considérerons que des obligations impersonnelles. En effet, les obligations personnelles peuvent être exprimées par des obligations impersonnelles appliquées à des énoncés où apparaît explicitement l'agent sur lequel porte l'obligation.

Les obligations d'être impersonnelles sont formalisées avec la modalité suivante :

Op : il est obligatoire que p .

Les permissions et interdictions sont définies classiquement à partir des obligations, respectivement par $\neg O\neg p$ et $O\neg p$. Pour l'axiomatique de O on adopte le système (KD).

Les obligations de faire nécessitent de définir dans quel délai ou dans quel intervalle doit être réalisée la procédure, sans quoi on ne peut jamais dire si l'obligation a été violée ou non. Les travaux de formalisation de ce type d'obligations sont très limités et relativement récents [SEG 04, BRO 04]. Dans [DEM 05], nous définissons des opérateurs d'obligation, de permission et d'interdiction de faire avec délai, basés sur une sémantique formelle qui étend celle proposée par Segerberg dans [SEG 04].

Enfin, les obligations conditionnelles peuvent être formalisées avec l'implication matérielle. Les obligations secondaires, qui s'appliquent lorsque des obligations primaires ont été violées, peuvent être formalisées avec la formalisation proposée dans [CAR 99].

3.3. Conséquences normatives

Nous avons vu dans les définitions semi-formelles des pouvoirs institutionnels et des rôles que de nombreux énoncés sont de la forme : «SI p ALORS q dans le cadre de s ». Il faut donc définir un connecteur logique qui reflète correctement la relation qu'il y a entre p et q dans ce type d'énoncés. Quand «SI p ALORS q dans le cadre de s » signifie : «par rapport aux normes en vigueur dans l'institution s , p entraîne q », on ne peut pas utiliser l'implication matérielle car il ne serait pas correct de pouvoir déduire le fait que, dans le cadre de s , p entraîne q du fait que l'on a $\neg p$ (qui subsume l'implication matérielle $p \rightarrow q$). Nous avons finalement retenu un connecteur qui a été défini spécifiquement pour formaliser le pouvoir institutionnel par Jones et Sergot dans [JON 96], dont la notation et la signification intuitive sont les suivantes :

$p \Rightarrow_s q$: par rapport aux normes en vigueur dans l'institution s , p entraîne q .

Le terme «institution» peut désigner des entités très diverses comme l'organisation mondiale du commerce, un état, une entreprise ou une association. Les normes sont les lois ou les réglementations qui s'appliquent dans ces institutions. En plus du connecteur \Rightarrow_s Jones et Sergot introduisent l'opérateur modal D_s dont la signification intuitive est la suivante :

$D_s p$: pour l'institution s , on a p .

Par exemple, si p signifie que deux personnes sont mariées et que s désigne un état, $D_s p$ signifie que les deux personnes sont considérées comme mariées dans l'état s , mais cela ne présuppose rien sur le fait qu'elles puissent être aussi considérées comme mariées dans un autre état s' .

L'opérateur D_s est un opérateur modal normal qui satisfait le système (KD). L'axiomatique du connecteur \Rightarrow_s est définie de la façon suivante :

Pour l'antécédent p et le conséquent q on a la règle de substitutivité des formules équivalentes. On a de plus les schémas d'axiomes suivants :

$$(CC) (p \Rightarrow_s q) \wedge (p \Rightarrow_s q') \rightarrow (p \Rightarrow_s (q \wedge q'))$$

$$(CA) (p \Rightarrow_s q) \wedge (p' \Rightarrow_s q) \rightarrow ((p \vee p') \Rightarrow_s q)$$

$$(S) (p \Rightarrow_s q) \rightarrow ((q \Rightarrow_s r) \rightarrow (p \Rightarrow_s r))$$

Les liens entre \Rightarrow_s et D_s sont exprimés par les schémas d'axiomes suivants :

$$(SD) (p \Rightarrow_s q) \rightarrow D_s(p \rightarrow q)$$

$$(SC) (p \Rightarrow_s q) \rightarrow (p \rightarrow D_s p)$$

Nous avons également les schémas³ :

$$(DD) D_s D_s p \rightarrow D_s p$$

$$(DP) D_s(p \Rightarrow_s q) \rightarrow p \Rightarrow_s q$$

3.4. Modèle formel pour les rôles

Nous formalisons maintenant les rôles et les pouvoirs relativement à une institution s en utilisant les opérateurs \Rightarrow_s et D_s . Un rôle est défini par les axiomes suivants :

$$(T1) \forall i D_s(\text{titulaire}(i, R) \rightarrow C(i, R))$$

$$(T2) \forall i (C(i, R) \Rightarrow_s \text{titulaire}(i, R))$$

$$(N1) \forall i D_s(\text{titulaire}(i, R) \rightarrow N(i, R))$$

$$(P1) \forall i D_s(\text{titulaire}(i, R) \rightarrow P(i, R))$$

3. Les schémas (DD) et (DP) ne figurent pas dans [JON 96].

Un pouvoir institutionnel, noté précédemment $pouvoir(i, s, cond, proc, n)$ pour désigner la signification intuitive « SI $cond$ ET $fait(i, proc)$ ALORS n dans le cadre de s », est alors formalisée par :

$$(cond \wedge fait(i, proc)) \Rightarrow_s n$$

La raison pour laquelle dans (T1), (N1) et (P1) on utilise D_s et non \Rightarrow_s est que ces énoncés expriment simplement que, dans le cadre de s , si l'antécédent est vrai, alors le conséquent est nécessairement vrai. Par contre, l'énoncé (T2) et la définition du pouvoir institutionnel expriment que, «par convention», l'antécédent entraîne le conséquent.

A titre d'exemple, supposons (1) qu'un agent i titulaire du rôle R_1 ait le pouvoir de nommer un agent j titulaire du rôle R_2 , (2) que i soit reconnu comme titulaire du rôle R_1 et (3) que i ait réalisé la procédure de nomination de j dans les conditions requises. On a alors les hypothèses :

- (1) $D_s(titulaire(i, R_1) \rightarrow pouvoir(i, s, cond, proc, titulaire(j, R_2)))$
- (2) $D_s titulaire(i, R_1)$
- (3) $cond \wedge fait(i, proc)$

On peut facilement en déduire dans cette axiomatique : $D_s(titulaire(j, R_2))$, à savoir que j est reconnu comme titulaire du rôle R_2 par l'institution s .

De plus, il est intéressant de noter que, si dans $p \Rightarrow_s q$ on accepte que q puisse lui-même contenir le connecteur \Rightarrow_s , on peut exprimer, par exemple, qu'un agent i a le pouvoir d'attribuer à un autre agent j le pouvoir de créer une situation normative n , à savoir $pouvoir(i, s, cond, proc, pouvoir(j, s, cond', proc', n))$:

$$(cond \wedge fait(i, proc)) \Rightarrow_s ((cond' \wedge fait(j, proc')) \Rightarrow_s n)$$

4. Conclusion

Nous avons montré qu'un rôle peut être défini, dans le cadre d'une institution, en termes de conditions nécessaires et suffisantes pour être reconnu titulaire du rôle par l'institution, et de normes statiques et dynamiques qui s'appliquent aux titulaires du rôle dans le cadre de l'institution.

Nous avons défini les opérateurs de logique modale que l'on peut utiliser pour formaliser les conditions et les normes, et notamment la notion de pouvoir institutionnel. Parmi les problèmes de formalisation qui restent à explorer, on peut citer : la définition plus précise de la notion d'institution, qui est considérée comme un concept primitif dans cet article, la caractérisation du fait que N et P représentent **toutes** les normes qui s'appliquent à un rôle, ainsi que la définition d'une axiomatique pour les obligations de faire avec délai.

5. Bibliographie

- [AQV 84] L. Aqvist. Deontic logic. In D. Gabbay and F. Guentner, editors, *Handbook of Philosophical Logic*, volume 2. Reidel, 1984.
- [BRO 04] J. Broersen, F. Dignum, V. Dignum, and J.-J. C. Meyer. Designing a deontic logic of deadlines. In A. Lomuscio and D. Nute, editors, *Proceedings of the 7th International Workshop on Deontic Logic in Computer Science*. Springer, LNAI 3065, 2004.
- [CAR 99] J. Carmo and A.J.I. Jones. Deontic Logic and Contrary-to-Duties. In D. Gabbay, editor, *Handbook of Philosophical Logic (Rev. Edition)*. Reidel, to appear.
- [CHE 88] B. F. Chellas. *Modal Logic : An introduction*. Cambridge University Press, 1988.
- [DAS 03] M. Dastani, V. Dignum, and F. Dignum. Role-assignment in open agent societies. In *Proceedings of the Second International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, 2003.
- [DEM 05] R. Demolombe, P. Bretier, and V. Louis. Formalisation de l'obligation de faire avec délais. In *Actes des Troisièmes Journées Francophones sur les Modèles formels de l'interaction (MFI'05)*, pages 103–111, 2005.
- [DEM 02] R. Demolombe and E. Hamon. What does it mean that an agent is performing a typical procedure ? A formal definition in the Situation Calculus. In *First International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems*. ACM Press, 2002.
- [FAS 01] M. Fasli. On commitments, roles and obligations. In *Second International Workshop of Central Eastern Europe on Multi-Agent Systems on : From theory to practice in multi-agent systems*, 2001.
- [HAN 71] B. Hansson. An analysis of some deontic logics. *Synthese Library*, 33 :121–147, 1971.
- [HOH 13] W. N. Hohfeld. Some fundamental legal conceptions as applied in judicial reasoning. *Yale Law Journal*, 23, 1913.
- [JON 96] A. J. Jones and M. Sergot. A formal characterisation of institutionalised power. *Journal of the Interest Group in Pure and Applied Logics*, 4(3), 1996.
- [JON 05] A. J. I. Jones. A logical framework. In J. Pitt, editor, *The Open Agent Society*. John Wiley and Sons, To appear.
- [KAN 71] S. Kanger. New foundations of ethical theory. In R. Hilpinen, editor, *Deontic logic*, pages 36–58. D. Reidel Publishing Company, 1983.
- [KRO 95] C. Krogh. Obligations in multiagents systems. In *Proceedings of the fifth Scandinavian Conference on AI*. IOS Press, 1995.
- [KRO 97] C. Krogh and H. Herrestad. Getting personal. Some notes on the relationship between personal and impersonal obligation. Technical report, University of Oslo, 1997.
- [MAK 86] D. Makinson. On the formal representation of rights relations. *Journal of Philosophical Logic*, 15, 1986.
- [POR 77] I. Pörn. Action Theory and Social Science. Some Formal Models. *Synthese Library*, 120, 1977.
- [SEG 04] K. Segerberg. Intension, Intention. In R. Kahle, editor, *To be announced*. CSLI Publications, 2004.
- [WRI 63] G. H. von Wright. *Norm and Action*. Routledge and Kegan, 1963.