



HAL
open science

Vers une extension floue de NIAM – Fuzzy NIAM

Cyril Mazaud, Pascal Lhoste, Vincent Bombardier, Eric Levrat

► **To cite this version:**

Cyril Mazaud, Pascal Lhoste, Vincent Bombardier, Eric Levrat. Vers une extension floue de NIAM – Fuzzy NIAM. LFA' 2006 : 14ème rencontres Francophones sur la Logique Floue et ses Applications, Oct 2006, Toulouse, France. pp.213-220. hal-00114192

HAL Id: hal-00114192

<https://hal.science/hal-00114192>

Submitted on 15 Nov 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.

Vers une extension floue de NIAM – Fuzzy NIAM

Towards a fuzzy extension of NIAM – Fuzzy NIAM

C. Mazaud^{1,2}

P. Lhoste³

V. Bombardier²

E. Levrat²

¹ LuxScan Technologies

² Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN)

³ Equipe de Recherche sur les Processus Innovatifs (ERPI) - ENSGSI

LuxScan Technologies Z.A.R.E. Ouest – L-4384 Ehlerange – LUXEMBOURG, mazaud@luxscan.lu,

Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN), CNRS UMR n°7039, Faculté des Sciences
Bd des Aiguillettes – BP 239 – 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex, France, vincent.bombardier@cran.uhp-nancy.fr,
cyril.mazaud@cran.uhp-nancy.fr, eric.levrat@cran.uhp-nancy.fr

Equipe de Recherche sur les Processus Innovatifs (ERPI), EA n°3767, ENSGSI, Institut National Polytechnique de Lorraine (INPL), 8 rue Bastien Lepage – BP 647 – 54010 NANCY Cedex, France, pascal.lhoste@ensgsi.inpl-nancy.fr

Résumé :

Cet article présente une première partie de nos travaux sur une extension floue de la méthode de modélisation NIAM. Pour nos travaux de conception d'un module d'identification de défaut sur des planches de bois par vision industrielle, nous avons développé un module décisionnel basé sur la logique floue et sur l'intégration de connaissances expertes des domaines étudiés. Cependant, à l'usage, nous avons approché les limites de la méthode NIAM qui sait modéliser l'imprécision et l'incertitude mais ne peut pas la quantifier. A partir des travaux menés par M. Zgorzelski et Z. Zalewski définissant les grandes lignes et les premières propositions de *Fuzzy NIAM*, nous avons choisi d'approfondir leur raisonnement afin de pallier les manques de la méthode NIAM et afin de construire des modèles de connaissances prenant en compte l'imprécision et l'incertitude liées aux connaissances expertes.

Mots-clés :

Méthode NIAM, imprécisions, incertitudes, extension floue.

Abstract:

This article presents the first part of our work on a fuzzy extension of the NIAM modeling method. For our works on designing an identification module for defects in wooden boards by industrial vision, we have developed a decisional module based on fuzzy logic and on expert knowledge integration of the studied fields. However, by use, we have approach the NIAM method limits which knows how to model imprecision and uncertainties but can't quantify them. From the works led by M. Zgorzelski and Z. Zalewski defining the great lines and the first propositions of *Fuzzy NIAM*, we have chosen to study thoroughly their reasoning to lessen the impact of the NIAM lacks. We thus want to build

knowledge models which take into account imprecision and uncertainties linked to expert knowledge.

Keywords:

NIAM method, imprecision, uncertainties, fuzzy extension.

1 Introduction

Concevoir un modèle à base de connaissances implique nécessairement la réunion des connaissances liées au domaine étudié. Ces connaissances, aussi appelées *connaissances du domaine*, peuvent être des faits permanents, du savoir-Faire, de l'expertise qui sont nécessaires pour résoudre un problème dans le domaine considéré. Le développement d'un tel système passe par l'analyse du monde réel qui a pour objectif de comprendre et de décrire le comportement de l'expert en situation de résolution de problème. La représentation de connaissances doit mettre à plat, dans un certain langage ou un certain moyen de communication, les descriptions ou les images qui correspondent au monde ou à un état du monde.

Bien qu'un certain nombre de méthodes et outils de modélisation ont été mis au point pour extraire et formaliser la connaissance (approche Entité-Relation ER, approche

Orientée-Objet OO, méthode Unified Modeling Language UML ...), nos travaux se tournent vers la méthode NIAM (Nijssen or Natural language Information Analysis) dont le principe de modélisation se base directement sur l'expression de faits en langage naturel. Ce qui nous intéresse dans NIAM est la méthode en elle-même plutôt que le formalisme. En effet, d'un point de vue formalisation, il est à noter que des passerelles permettent une « traduction » entre NIAM et d'autres formalismes comme UML par exemple. Le modèle résultant peut aussi être soumis à validation par l'expert sous une forme compréhensible et simple (phrases du type < sujet > < verbe > < complément >), c'est à dire en Langage Naturel Binaire (LNB), transcription du modèle d'information appelée aussi « paraphrasage ».

Nos travaux, en collaboration avec la société luxembourgeoise LuxScan Technologies, concernent l'élaboration d'un système de reconnaissance par vision de défauts sur des planches de bois. De part le caractère variable du matériau bois, nous avons décidé de mettre en place un module de décision basé sur la logique floue et plus particulièrement sur un système de règles linguistiques floues. Afin d'obtenir un modèle le plus performant possible, nous avons décidé de construire le modèle décisionnel en y intégrant les connaissances expertes liées aux domaines étudiés. Pour se faire, nous nous sommes tournés vers la méthode de modélisation NIAM et nous avons donc modélisé les connaissances liées au domaine du bois (définitions des défauts du bois à reconnaître) ainsi que les connaissances liées au domaine de la vision industrielle (paramètres utilisés pour identifier les défauts) [1]. En d'autres termes, nous cherchons à obtenir un modèle unifié liant la connaissance qualitative des experts (utilisées pour construire la structure du module décisionnel) et les données quantitatives fournies par le système (utilisées pour entraîner le système décisionnel). La figure 1 illustre le champ de recherche de nos travaux.

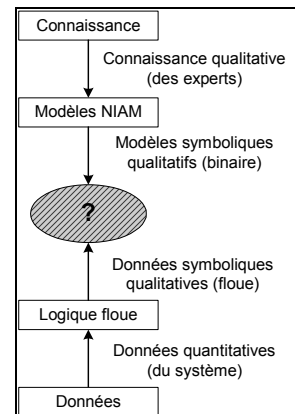


Figure 1 – Champ de nos recherches concernant la mise en relation de connaissances qualitatives et de données numériques quantitatives

Cependant, à l'usage cette méthode a montré ses limites pour modéliser le monde réel. En effet, modéliser des faits qui sont par nature imprécis et incertains par des concepts binaires précis implique nécessairement une incomplétude du modèle résultant.

Les travaux que nous menons ont pour but de prendre en compte les imprécisions et incertitudes dans les modèles de connaissances NIAM. Nous présentons dans cet article la première partie de nos travaux qui consistent en la prise en compte des imprécisions et des incertitudes dans le domaine de valeur des objets. Dans un premier temps, nous définirons le formalisme NIAM ainsi que les premiers travaux sur une extension floue de NIAM menés par Zgorzelski et Zalewski [7]. Dans un deuxième temps, par notre analyse de la méthode NIAM, nous décèlerons les points et les situations qui impliquent des imprécisions ou des incertitudes dans l'interprétation du modèle. Enfin, nous proposerons une première version de notre extension floue de NIAM.

2 La méthode NIAM et le concept Fuzzy NIAM

2.1 Méthode NIAM

La méthode NIAM [4] est une méthode formelle orientée processus dans laquelle un système de traitement d'information est utilisé

comme moyen de communication entre un utilisateur et un *système objets*. NIAM fournit un ensemble de concepts pour la modélisation incluant une représentation graphique ainsi qu'une procédure de conception complète et consistante pour développer des modèles.

NIAM est associé aux sémantiques du langage naturel assumant que chaque système d'information est en fait une collection de *phrases élémentaires* aussi appelées *faits élémentaires*. Une phrase élémentaire est un cas particulier du langage naturel dont la structure suit la logique < sujet > < verbe > < complément >. L'ensemble des phrases élémentaires issues de la décomposition d'une phrase en langage naturel doit porter la même signification que la phrase initiale.

A partir de l'expression de faits observables impliquant des objets, cette méthode permet de différencier les *objets non-lexicaux* (NOLOTs) des *objets lexicaux* (LOTs) qui sont reliés entre eux par des faits.

La figure 2 illustre quelques éléments syntaxiques du formalisme NIAM représentant ces objets et leurs relations.

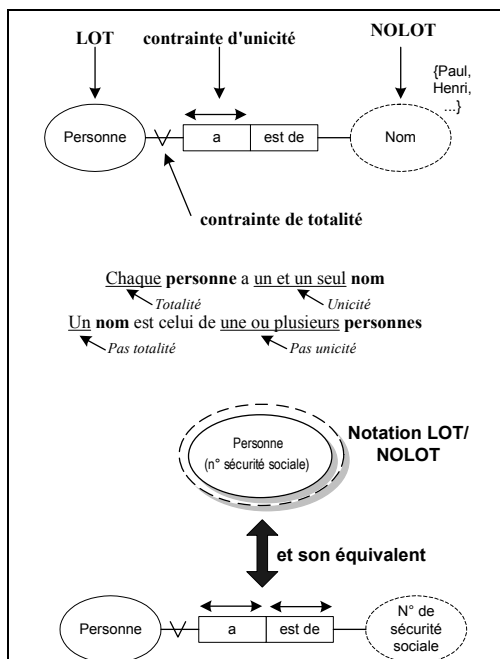


Figure 2 – Le formalisme NIAM expliqué par un exemple

2.2 Concept de base de Fuzzy NIAM

L'idée de prendre en compte les imprécisions et les incertitudes des connaissances dans le modèle NIAM a été initiée en 1996 par M. Zgorzelski et Z. Zalewski [7]. Partant du fait principal que le monde réel est mieux décrit avec des concepts tirés de la logique floue, les deux auteurs se sont attachés à poser les grandes lignes et les grands concepts d'une extension de NIAM au domaine flou.

Pour cela, ils introduisent *l'appartenance à un ensemble flou* ainsi que la *distribution de possibilités* comme nouveaux types de données.

Selon eux, les imprécisions et les incertitudes (aussi bien celles des objets que celles des relations) sont portées par la relation qui lie deux objets lexicaux. Ils attribuent à chaque domaine de valeurs et à chaque relation liant deux LOTs une valeur floue. La figure 3 illustre la manière dont les concepts flous sont introduits dans le formalisme *Fuzzy NIAM*.

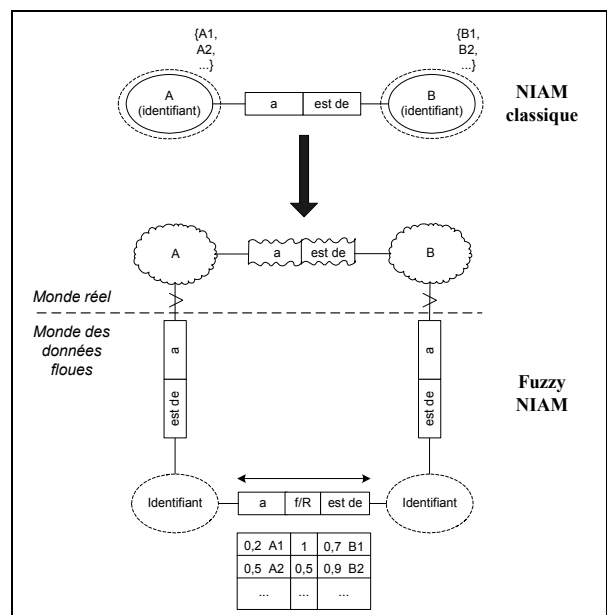


Figure 3 – Exemple illustrant les concepts de base de *Fuzzy NIAM*

Dans leur article, les auteurs ne posent que les grandes lignes permettant de représenter l'imprécision et l'incertitude liées aux valeurs (LOT). Ils représentent l'imprécision comme des sous-ensembles de l'ensemble de départ

(fuzzyfication de l'ensemble de départ). Les auteurs se sont limités à un ensemble de propositions, ce qui n'est pas suffisant à nos yeux. Nous avons donc choisi d'aller plus loin dans le raisonnement.

3 Contribution à *Fuzzy NIAM* : vers de nouveaux concepts

Dans le cadre de nos travaux concernant l'intégration de connaissances expertes pour la reconnaissance de défauts dans le matériau bois, nous avons approché les limites de la méthode NIAM. En effet, l'imprécision et l'incertitude des connaissances émises par les experts n'étant pas prise en compte dans nos modèles, nous devons par conséquent pallier ce manque afin de pouvoir mettre en relation les *données numériques* (issues du système) et les *données symboliques* (contenues dans les modèles de connaissance).

3.1 Imprécisions et incertitudes de NIAM

Les imprécisions et les incertitudes dans NIAM interviennent à deux niveaux : soit dans le domaine de valeurs (LOT), soit dans la relation. Pour illustrer ceci, nous partons d'un fait simple qualifiant la taille d'un défaut du bois.

En introduisant l'imprécision dans le domaine de valeurs, la phrase s'exprime de la manière suivante : *Le défaut [noeud] a une taille [plutôt petite]*. La figure 4 illustre ce fait en formalisme NIAM.

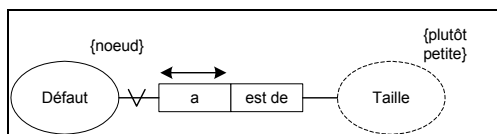


Figure 4 – Modèle NIAM représentant l'imprécision dans le domaine de valeurs

En introduisant l'incertitude dans la contrainte de totalité, la phrase s'exprime de la manière suivante : *Le défaut [noeud] peut avoir une taille [petite]*. La figure 5 illustre ce fait en formalisme NIAM.

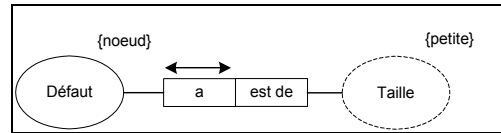


Figure 5 - Modèle NIAM représentant l'incertitude dans la contrainte de totalité

En introduisant l'incertitude dans la contrainte d'unicité, la phrase s'exprime de la manière suivante : *Le défaut [noeud] peut avoir une ou plusieurs tailles [{ensemble de tailles}]* en considérant ici une absence de contrainte de totalité. La figure 6 illustre ce fait en formalisme NIAM.

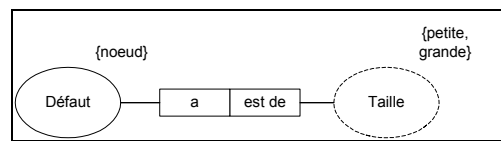


Figure 6 - Modèle NIAM représentant l'incertitude dans la contrainte d'unicité

A noter qu'il existe aussi des contraintes appelées *contraintes procédurales*, du type « *Si...alors...* », et qui peuvent aussi porter de l'imprécision et de l'incertitude. Ces contraintes sont des contraintes inter-relations, c'est-à-dire entre deux ou plusieurs relations liant des objets entre eux, et peuvent se rapprocher des contraintes floues.

Un des problèmes de NIAM réside dans son impossibilité de quantifier l'imprécision et l'incertitude. NIAM permet de modéliser imprécisions et incertitudes mais ne permet pas de les quantifier. Un autre problème lié à NIAM réside dans son impossibilité de modéliser les non-faits.

Dans cet article, nous nous attachons au premier cas concernant l'imprécision et l'incertitude liées au domaine de valeurs.

3.2 Imprécisions et incertitudes liées au domaine de valeurs

Nous considérons ici que l'imprécision et l'incertitude sont portées par les valeurs du LOT. L'idée est donc de rattacher au LOT des concepts flous permettant la manipulation de l'imprécision et de l'incertitude. En considérant le parallèle suivant entre NIAM et

la logique floue : chaque LOT est une *variable linguistique* décrivant le NOLOT auquel il est rattaché ; et chaque valeur définissant le LOT est un *terme linguistique* définissant la variable linguistique.

En reprenant l'exemple de la *taille d'un défaut*, nous pouvons en déduire que la *Taille* est la variable linguistique décrivant un défaut et les valeurs *petite* et *grande* sont les termes linguistiques utilisés pour qualifier la *Taille*. Nous pouvons aussi en donner une interprétation plus fine mettant en avant le type d'Information contenu dans ce fait. L'Information ici exprimée peut être *certaine/incertaine* ou *précise/imprécise*. Dans le cas présent, nous pouvons intuitivement exprimer qu'un défaut a une taille (relation certaine) mais que le domaine de valeurs associé au concept de *Taille* peut être *précis* ou *imprécis* ou *certain* ou *incertain* selon le type de valeurs considéré. Soit le défaut a une taille précise (1cm), soit une taille approximative pouvant être représentée soit par un ensemble de valeurs (par exemple {0,5cm...5cm}) soit par un qualificatif ({*petite*} ou {*grande*}). Dans le cas présent, nous nous intéressons à un concept de *taille* exprimé sous forme symbolique et intégrant de l'imprécision ; c'est-à-dire qualifiée de *petite* représentant une mesure symbolique de la *taille*. Pour une mesure de *taille* de 1cm, qualifiée de *petite*, la fuzzyfication effectuée et le vecteur associé pourraient être les suivants. La figure 7 illustre cette fuzzyfication et le vecteur caractéristique associé.

Le LOT *Taille* qualifié de *plutôt petite* peut être formalisé en introduisant de nouveaux concepts : le *FMOT* (*Fuzzy Measured Object Type*) et le *MOT* (*Measured Object Type*) permettant de faire le lien entre le quantitatif et le qualitatif.

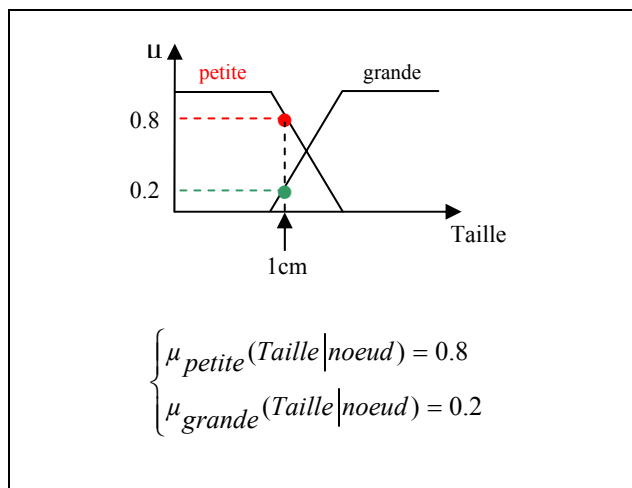


Figure 7 – Fuzzyfication et vecteur caractéristique pour une taille *petite*

En se raccrochant aux notions de *MOT* (*Measured Object Type*) et de *FMOT* (*Fuzzy Measured Object Type*) précédemment introduite, nous considérons qu'une *valeur précise* est représentée par un *MOT* et qu'une *valeur imprécise* est représentée par un *FMOT*. D'un point de vue formalisme NIAM, la relation basique entre le LOT *Taille* et les concepts de *MOT* et *FMOT* peut être modélisée comme montré sur la figure 8.

Il est à noter que pour des raisons de consistance avec la notation NIAM, nous transformons le LOT *Taille* en NOLOT et nous posons le *MOT* et le *FMOT* comme des LOT/NOLOTS *Taille* possédant une valeur particulière selon le type de valeur qui lui est rattaché (valeur précise ou imprécise). A noter aussi que les contraintes entre le NOLOT *Taille*, et les LOT/NOLOTS *MOT* et *FMOT* ne sont ici pas encore définies.

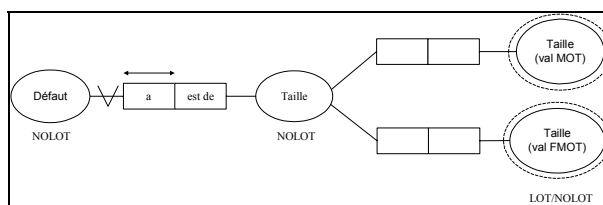


Figure 8 – Modèle NIAM représentant la relation basique liant le NOLOT *Taille* avec les LOT/ NOLOTS *FMOT* et *MOT*

De ce modèle, nous pouvons seulement exprimer que le NOLOT *Taille* est en relation

avec un LOT/NOLOT *MOT* et un LOT/NOLOT *FMOT*. Reste à définir le type de relation existante entre ces trois concepts. Pour définir le type de relation les liant, nous commençons par déterminer le lien qui existe entre le *MOT* et le *FMOT*.

En considérant la logique floue comme une des bases de notre raisonnement, nous affinerons le concept de *FMOT* comme étant l'ensemble des termes linguistiques (*{petite, moyenne, grande ...}*) qualifiant la variable *Taille*. A chaque *FMOT* est donc associé un ensemble de valeurs de *taille*, i.e. un ensemble de *MOT*.

Toujours en considérant l'exemple de la taille d'un défaut, si nous considérons l'Univers de Discours de la *taille* variant de 0,5cm à 5cm, nous pouvons associer les termes linguistiques *petit* et *grand* au domaine de variation de la *taille*. En d'autres termes, nous associons à l'intervalle de valeurs [0,5cm...5cm] les termes linguistiques *[{petite}, {grande}]* découpant par conséquent cet espace en deux sous-espaces. La figure 9 illustre ce découpage de l'espace de représentation.

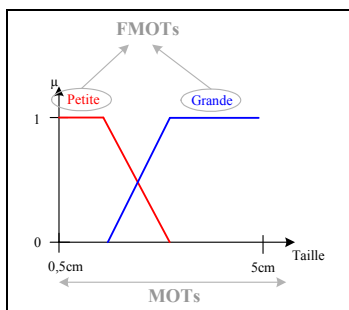


Figure 9 – Découpage de l'espace de représentation et positionnement des concepts de MOT et FMOT en logique floue

D'un point de vue formalisme NIAM, nous pouvons modéliser la relation liant les concepts de MOT et de FMOT comme illustré par la figure 10.

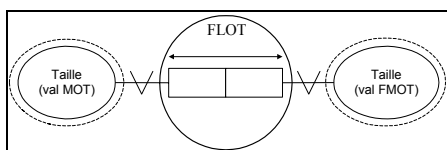


Figure 10 – Modèle NIAM liant MOT et FMOT

De cette mise en relation, nous faisons émerger un nouveau concept : le concept de *FLOT* (Fuzzy Lexical Object Type) par l'intermédiaire du mécanisme de substantivation de NIAM [5].

La relation MOT/ FMOT représentée par la figure 10 se traduit de la manière suivante : *chaque MOT est en relation avec un ou plusieurs FMOTs. Chaque FMOT est en relation avec un ou plusieurs MOTs*. En effet, si nous analysons la figure 8, nous remarquons bien qu'à chaque valeur de *taille* correspond au moins un terme linguistique (exprimé par *un ou plusieurs* dans la relation) ; mais aussi qu'à chaque terme linguistique correspond *une ou plusieurs* valeurs de *taille*. D'où la relation exprimé par la figure 10.

Concernant le concept de FLOT, toujours en analysant la figure 9, nous pouvons remarquer que l'élément faisant le lien entre un MOT et un FMOT est le degré d'appartenance μ . Ce degré permet donc de faire le lien entre valeur et terme linguistique. C'est ce qui quantifie la relation MOT/ FMOT.

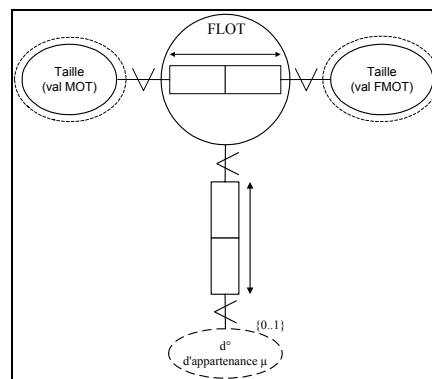


Figure 11 – Modèle NIAM de la relation FLOT / MOT / FMOT

En allant un peu plus loin dans la réflexion, le FLOT possède donc une valeur μ correspondant au degré d'appartenance d'une valeur (MOT) aux différents sous-espaces décrivant l'Univers de Discours, c'est-à-dire un degré d'appartenance aux différents termes linguistiques. La figure 11 précise la relation FLOT/MOT/FMOT en y incluant la valeur μ .

D'après la relation que nous avons établi précédemment, nous pouvons maintenant préciser le type de relation existante entre NOLOT, MOT et FMOT. Comme chaque MOT doit être en relation avec au moins un FMOT et que chaque FMOT doit être lui aussi en relation avec au moins un MOT ; la relation liant NOLOT, MOT et FMOT est donc une relation de *sous-typage* dans laquelle un NOLOT est exprimé à la fois par un MOT et un FMOT. La figure 12 illustre cette relation.

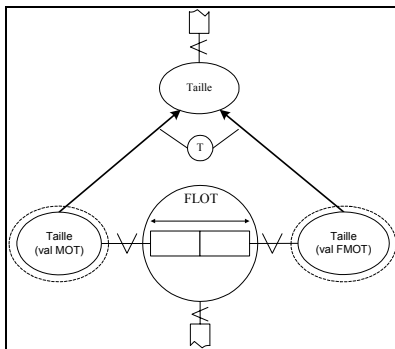


Figure 12 – Modèle NIAM exprimant la relation liant le NOLOT *Taille* avec les LOT/NOLOT *FMOT* et *MOT*

Nous avons introduit dans la figure 11 qu'un FLOT est en relation avec une valeur qui est définie comme un degré d'appartenance. Ce degré permet de faire le lien entre un objet quantitatif (MOT) et un objet qualitatif (FMOT).

Cependant, le degré d'appartenance comme défini par Zadeh [6] est, selon Dubois et Prade [3], interprétable de différentes manières : (i) soit par un degré de similarité, (ii) soit par un degré d'incertitude, (iii) soit par un degré de préférence.

Trois interprétations peuvent être données de la relation liant MOT, FLOT, FMOT et « d° d'appartenance ». D'un point de vue des sous-ensembles flous, nous pouvons représenter ces trois interprétations comme illustré par la figure 13.

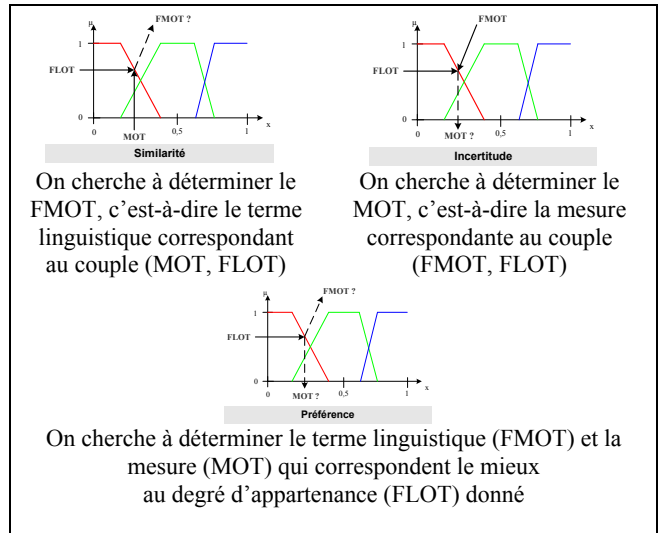


Figure 13 – Interprétations du degré d'appartenance vues par la logique floue

D'un point de vue de modélisation, ces trois interprétations du degré d'appartenance peuvent être formalisées comme illustré par la figure 14.

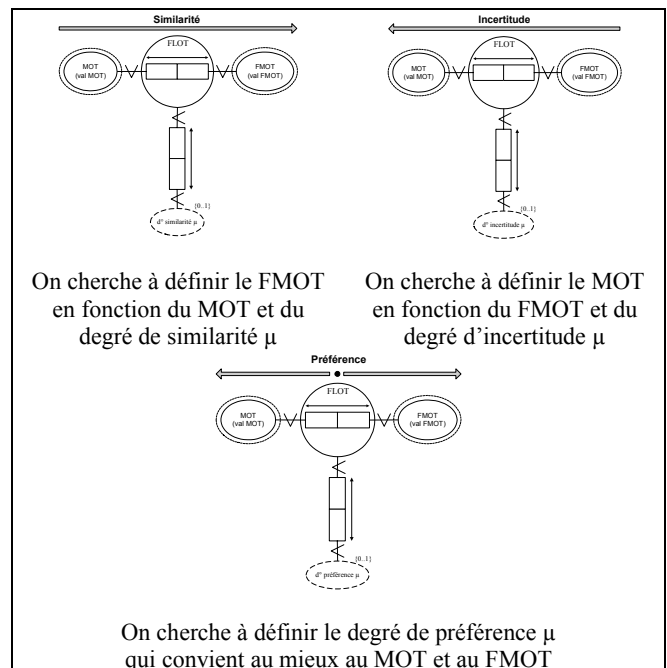


Figure 14 - Interprétations du degré d'appartenance sous le formalisme NIAM

Les trois interprétations du degré d'appartenance sont donc trois manières différentes de parcourir le modèle en fonction des données dont nous disposons et de l'information que nous cherchons à déterminer.

4 Conclusion et perspectives

Dans cet article, nous avons présenté la première partie de nos travaux concernant une extension floue de la méthode NIAM pour les domaines de valeurs des objets lexicaux LOT. A travers cet article, nous avons montré la manière dont nous pouvons intégrer de l'information qualitative et de l'information quantitative dans un même modèle grâce aux nouveaux concepts de MOT (Measured Object Type), de FMOT (Fuzzy Measured Object Type) et de FLOT (Fuzzy Lexical Object Type).

En se référant aux travaux de Dubois et Prade concernant les trois interprétations du degré d'appartenance, nous avons montré qu'à chaque interprétation correspond un sens de lecture de notre modèle liant les trois nouveaux concepts. Ceci montre donc en partie la cohérence de notre modèle vis-à-vis des concepts de la logique floue.

La suite de nos travaux consiste à définir la manière dont les imprécisions et les incertitudes peuvent être prise en compte dans la relation NIAM liant deux objets. Comme nous l'avons expliqué dans la section 3.1, nous nous tournerons vers les contraintes de totalité et d'unicité.

Enfin, afin de démontrer la cohérence de notre extension, nous pensons nous orienter vers une traduction en logique formelle. Pour cela, nous nous appuyerons sur les travaux de O. De Troyer [2] sur une formalisation de NIAM basée sur la logique du premier ordre. Ceci permettrait donc de vérifier que notre extension n'est pas en désaccord avec les principes et les règles de la méthode NIAM.

Une autre partie de notre travail consistera à définir l'imprécision et l'incertitude des contraintes procédurales ; contraintes qui sont utilisées dans le cadre de la définition de règles de production par exemple.

Enfin, nous essaierons d'utiliser ce nouveau formalisme pour reprendre les modèles de connaissances du domaine du bois et du domaine de la vision industrielle que nous avons construits dans le cadre de nos travaux.

Le but étant une capitalisation plus fine des connaissances de l'entreprise et plus largement des connaissances des domaines étudiés (bois et vision industrielle).

Remerciements :

Nous tenons à remercier la société LuxScan Technologies ainsi que le Ministère Luxembourgeois de la Culture, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche qui co-financent nos travaux.

Références

- [1] B. Bombardier, P. Lhoste, C. Mazaud. Modélisation et intégration de connaissances métier pour l'identification de défauts par règles linguistiques floues. *Revue TS Traitement du Signal*, 31(3) : 227-247, 2004.
- [2] O. De Troyer. A Formalization of the binary Object-role Model based on logic. *Data & Knowledge Engineering*, 19:1-37, 1996.
- [3] D. Dubois, H. Prade. The three semantics of fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 90 :141-150, 1997.
- [4] H. Habrias. *Le modèle relationnel binaire. Méthode I.A. (NIAM)*. Editions Eyrolles, 1998.
- [5] T.A. Halpin. Objectification. *EMMSAD'05 10th Int. IFIP WG8.1 Workshop on Exploring Modeling Methods in System analysis and Design*, 2005.
- [6] L.A. Zadeh. Fuzzy Sets. *Information and control*, 8:338-353, 1965.
- [7] M. Zgorzelski, Z. Zalewski. Fuzzy NIAM for real world data modeling. *I.S.A.T.A. 29th International Symposium on Automotive Technology and Automation*, 1996.