



**HAL**  
open science

**Une contribution aux systèmes supports de Formation  
Médicale Continue à distance et d'apprentissage entre  
pairs : conception et expérimentation du forum  
DIACOM (Discussions Interactives à bAse de Cas pour  
la fOrmation Médicale)**

Céline Quénu-Joiron

► **To cite this version:**

Céline Quénu-Joiron. Une contribution aux systèmes supports de Formation Médicale Continue à distance et d'apprentissage entre pairs : conception et expérimentation du forum DIACOM (Discussions Interactives à bAse de Cas pour la fOrmation Médicale). Autre [cs.OH]. Université de Picardie Jules Verne, 2002. Français. NNT : . tel-00288789

**HAL Id: tel-00288789**

**<https://theses.hal.science/tel-00288789>**

Submitted on 18 Jun 2008

**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.



Ecole Doctorale en Sciences et Santé  
Faculté de Mathématiques et d'Informatique

Thèse présentée pour l'obtention du titre de  
**Docteur de l'Université de Picardie Jules Verne**  
en Informatique

par **Céline JOIRON**

**Une contribution aux systèmes supports de Formation Médicale Continue à distance et d'apprentissage entre pairs**  
**conception et expérimentation du forum DIACOM (Discussions Interactives à bAse de Cas pour la fOrmation Médicale)**

Dirigée par : Dominique LECLET

**Soutenue le 19 décembre 2002 devant un jury composé de :**

M. Gilles Kassel	Professeur, Université de Picardie Jules Verne - <i>Président</i>
M. Christian Depover	Professeur, Université de Mons-Hainaut - <i>Rapporteur</i>
Mme Monique Grandbastien	Professeur, Université Henri Poincaré, Nancy1 - <i>Rapporteur</i>
M. Pierre Tchounikine	Professeur, Université du Maine - <i>Rapporteur</i>
M. Gérard-Michel Cochard	Professeur, Université de Picardie Jules Verne - <i>Examineur</i>
Mme Dominique Lecllet	Maître de Conférence, Université de Picardie Jules Verne - <i>Directrice</i>
M. François-Marie Caron	Pédiatre, Amiens - <i>Membre invité</i>

**Résumé :**

Ce travail de thèse concerne l'étude et la conception d'un système support d'apprentissage entre pairs dédié à la Formation Médicale Continue dans le cadre de la prise en charge de la douleur chez l'enfant. Son principe est basé sur les discussions entre pairs à propos de cas cliniques de médecine. Pour que cet apprentissage soit effectif, plusieurs pré-requis ont été établis. Tout d'abord, il est nécessaire de permettre à chacun des participants de formaliser leur propre hypothèse ou solution à propos du problème discuté. Ensuite, il est important de mettre en présence des apprenants ayant une opinion différente à propos du dit problème, de façon à favoriser l'émergence d'un conflit socio-cognitif. L'apprentissage se trouve ainsi dans la phase de résolution du conflit. Enfin, le dernier pré-requis est de faire en sorte que les participants à une telle session d'apprentissage soient des praticiens expérimentés car ils ont le recul nécessaire et la maturité pour appréhender les concepts et prendre conscience du conflit qui les oppose.

Ainsi, dans le système DIACOM (Discussions Interactives à bAse de Cas pour la fOrmation Médicale) les médecins décrivent, à distance, des cas issus de leur propre expérience. Afin de mettre en relation les médecins traitant de sujets similaires tout en présentant des désaccords importants en termes de stratégies de résolution de problèmes, un processus d'appariement est déclenché. Le système informe alors les auteurs des cas appariés et les incite à discuter. Ces discussions sont réalisées de façon asynchrone, d'où le nom de «forum DIACOM».

**Mots clés :**

EIAH, Apprentissage Collectif à distance, Formation Médicale Continue, Apprentissage à partir de cas, Modélisation de connaissances

## REMERCIEMENTS

*Je remercie vivement toutes les personnes qui m'ont aidé, encouragé tout au long de ces travaux de thèse. Je tiens à remercier en particulier les membres du jury :*

- Madame Dominique Leclot, maître de conférences à l'Université de Picardie Jules Verne, pour m'avoir accueilli dans son groupe de recherche, pour avoir encadré mon travail, pour sa confiance et sa patience. Enfin je la remercie pour m'avoir permis de réaliser cette thèse dans les meilleures conditions possibles.*
- Monsieur Christian Depover, professeur à l'Université de Mons-Hainaut, pour avoir accepté d'être rapporteur de cette thèse, pour ses remarques et conseils avisés sur ce travail.*
- Madame Monique Grandbastien, professeur à l'Université de Nancy 1, pour l'honneur qu'elle m'a fait d'avoir accepté d'être rapporteur de cette thèse, pour ses conseils concernant la rédaction de ce mémoire et les perspectives de mes travaux.*
- Monsieur Pierre Tchounikine, professeur à l'Université du Maine, pour m'avoir fait l'honneur d'être rapporteur de cette thèse, et pour ses remarques constructives qui m'ont permis d'améliorer ce mémoire et d'envisager mes travaux sous un angle nouveau.*
- Monsieur Gilles Kassel, professeur à l'Université de Picardie et directeur du Laboratoire d'Informatique d'Amiens, pour avoir accepté d'examiner mon travail et de participer au jury, et pour ses remarques constructives également dans la suite à donner à cette recherche.*
- Monsieur Gerard-Michel Cochard, professeur à l'Université de Picardie Jules Verne, pour avoir accepté d'examiner mon travail et d'être membre de ce jury. Je le remercie également pour m'avoir donné l'occasion d'avoir une expérience de terrain de la Formation à Distance en m'ouvrant les portes du DESS SIMAD, tantôt en tant que concepteur de cours et tantôt en tant que télé-tuteur.*
- Monsieur François-Marie Caron, pédiatre, pour avoir accepté d'être membre de ce jury de thèse, et également pour avoir été mon expert tout au long de ces travaux et pour ses nombreux éclaircissements dans les méandres de la formation médicale continue.*

*Mes remerciements vont également à tous les collègues du laboratoire Sa.So et de l'IUP MIAGE qui durant ces 4 années n'ont pas cessé de m'apporter leur soutien, leur bonne humeur et leur amitié. Je remercie en particulier Brigitte, Anne, Anne-Marie et Hélène, pour avoir bien voulu relire mon travail et m'avoir déchargé de certaines tâches lorsque cela s'avérait nécessaire.*

*Ces remerciements seraient incomplets si je n'avais pas une pensée pour mes proches :*

- Je remercie en particulier mes parents et grands-parents qui durant toutes mes études m'ont donné la possibilité de faire ce que je souhaitais. Leur fierté sans faille m'a été d'un soutien considérable.*
- Enfin je remercie mon ami, Ludovic, pour son soutien de chaque instant et pour les sacrifices discrets auxquels il a pu consentir.*

## SOMMAIRE

---

<b>Introduction</b> .....	9
<b>Chapitre 1 □ Un apprentissage médical</b> .....	13
<b>1. La formation médicale initiale</b> .....	15
1.1. Le cursus de médecine.....	15
1.2. L'apprentissage en médecine.....	17
1.3. Une formation de groupe et une pédagogie sous-jacente.....	19
<b>2. La formation médicale continue</b> .....	20
2.1. Une organisation particulière.....	21
2.2. FMC □ une offre de formation.....	22
2.3. Une pédagogie active à travers une formation de groupe.....	24
<b>3. La connaissance médicale</b> .....	25
3.1. Un savant mélange entre théorie et pratique.....	25
3.2. Les modèles d'apprentissage sous-jacents.....	26
3.3. Un apprentissage particulier □ l'apprentissage entre pairs.....	28
<b>4. L'approche du système DIACOM</b> .....	30
4.1. Le contexte □ l'apprentissage entre pairs pour la FMC.....	30
4.2. Le domaine d'expérimentation □ la douleur chez l'enfant.....	31

---

<b>5. Conclusion</b>	32
<b>Chapitre 2</b> $\square$ <b>Une informatique éducative</b>	33
<b>1. L'enseignement à distance</b>	35
1.1. De l'enseignement par correspondance à la FAD médiatisée par ordinateur	35
1.2. Les plates-formes informatiques de formation à distance	38
1.3. L'enseignement à distance en médecine	40
<b>2. L'apprentissage avec ordinateur</b>	43
2.1. Des EAO aux EIAO	44
2.2. Les EIAH	47
2.3. Les interactions entre apprenants dans les EIAH	50
2.4. L'apprentissage par ordinateur en médecine	53
<b>3. DIACOM</b> $\square$ <b>un apprentissage avec ordinateur à distance</b>	55
3.1. Une informatique à distance spécifique	56
3.2. Le contexte d'une informatique éducative	58
3.3. Principe de DIACOM	59
<b>4. Conclusion</b>	61
<b>Chapitre 3</b> $\square$ <b>Le forum DIACOM</b>	63
<b>1. La genèse du forum</b>	65
1.1. Le projet Simulation à Base De Cas	65
1.2. Le processus de prise de décision	67
1.3. Le modèle conceptuel de Simulation à Base De Cas	69
1.4. Du modèle SBDC au forum DIACOM	74
<b>2. L'environnement du forum DIACOM</b>	76
2.1. L'architecture du forum	76
2.2. Le module connaissances	77
2.3. Le module appariement	80
2.4. Le module interface, médiateur de l'apprentissage	82

2.5. Le fonctionnement du forum DIACOM.....	84
<b>3. Le modèle générique.....</b>	<b>86</b>
3.1. Le niveau des cas.....	86
3.2. Le niveau des types de concepts.....	88
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>93</b>
<b>Chapitre 4 □ La connaissance de la couche domaine.....</b>	<b>97</b>
<b>1. Le recueil d'expertise.....</b>	<b>99</b>
1.1. La prise en charge de la douleur chez l'enfant.....	99
1.2. La constitution du corpus expérimental.....	102
<b>2. Les types de concepts «□déclaratifs□».....</b>	<b>105</b>
2.1. La catégorie des signes.....	105
2.2. La catégorie des traitements et des médicaments.....	112
2.3. La catégorie des maladies.....	113
2.4. La catégorie des examens complémentaires.....	114
<b>3. Les types de concepts «□procéduraux□».....</b>	<b>115</b>
3.1. Les types d'action.....	115
3.2. Les types de scène.....	117
<b>4. Le modèle générique et les langages de représentation de connaissances.....</b>	<b>120</b>
4.1. Acquisition et Ingénierie des connaissances.....	120
4.2. Le modèle générique du point de vue IC.....	122
<b>5. La dépendance au domaine.....</b>	<b>124</b>
<b>Chapitre 5 □ Le module appariement.....</b>	<b>127</b>
<b>1. L'appariement de cas.....</b>	<b>129</b>
1.1. Le principe du Raisonnement A Partir de Cas (RAPC).....	130
1.2. La tâches et domaines d'applications.....	131

1.3. Les difficultés du RAPC.....	132
1.4. Quelques exemples de systèmes de RAPC.....	134
1.5. Une nécessité d'apparier des cas.....	137
1.6. L'appariement dans DIACOM.....	142
<b>2. L'extraction des critères.....</b>	<b>144</b>
2.1. Les trois critères d'appariement.....	144
2.2. Le critère «stratégie» de la douleur chez l'enfant.....	145
2.3. Le principe d'extraction des trois critères.....	148
2.4. La modélisation des critères.....	151
<b>3. L'algorithme d'appariement.....</b>	<b>154</b>
3.1. Les distances locales d_patho et d_obj.....	155
3.2. La distance locale d_strat.....	156
3.3. Les distances globales.....	159
3.4. L'algorithme proprement dit.....	161
3.5. Le niveau appariement du modèle spécifique.....	165
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>166</b>
<b>Chapitre 6: Le développement.....</b>	<b>169</b>
<b>1. Choix techniques.....</b>	<b>171</b>
1.1. Le langage de programmation.....	171
1.2. La persistance des données.....	173
<b>2. Modèle et description de cas.....</b>	<b>177</b>
2.1. Implantation du modèle.....	178
2.2. DIACOM-IA: principe de fonctionnement.....	180
2.3. DIACOM-IA: ergonomie de l'interface.....	181
<b>3. Appariement et discussion.....</b>	<b>188</b>
3.1. Implantation du module d'appariement.....	188
3.2. Spécifications de DIACOM-ID.....	190
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>194</b>

---

<b>Conclusion et perspectives</b> .....	197
<b>1. Bilan</b> .....	199
1.1. Réalisations et apports scientifiques.....	199
1.2. Limites et perspectives à court terme.....	202
<b>2. Recherches à long terme</b> .....	204
2.1. Vers davantage de généralité.....	204
2.2. Ouverture sur d'autres domaines.....	205
<b>Bibliographie</b> .....	207
<b>Glossaire</b> .....	223
<b>Annexes</b> .....	227
Annexe 1▣ décomposition en scènes des cas du corpus expérimental.....	227
Annexe 2▣ diagrammes d'objets UML de la couche domaine du modèle spécifique..._	245
Annexe 3▣ les critères du corpus.....	267
Annexe 4▣ les appariements du corpus.....	283
Annexe 5▣ les classes Java du modèle.....	293
Annexe 6▣ les classes Java de DIACOM-IA et de l'extraction de critères.....	301

## INTRODUCTION

---

En France, l'apprentissage de la médecine s'accomplit grâce à une formation universitaire, appelée la Formation Médicale Initiale (FMI<sup>1</sup>). Cette FMI favorise l'acquisition de connaissances théoriques, mais aussi d'expériences «de terrain», en perpétuelle évolution. La Formation Médicale Continue (FMC) permet ensuite aux médecins de mettre à jour leurs connaissances et leurs compétences grâce à un grand nombre de supports pédagogiques. Certains de ces supports proposent l'acquisition de nouvelles connaissances théoriques, d'autres l'acquisition de connaissances pratiques, notamment, en privilégiant des approches collectives. Les formations de groupes sont alors souvent privilégiées, en particulier celles qui proposent une pédagogie dans laquelle l'apprenant est actif. Il s'agit généralement de réunions au cours desquelles des cas cliniques\*<sup>2</sup> sont évoqués et discutés, entre pairs, d'où le nom d'*apprentissage entre pairs*.

La plupart des offres de formation continue, basées sur l'apprentissage entre pairs, sont périodiques et présentielles. Or, les médecins n'ont pas toujours la possibilité de participer régulièrement à ce type de réunions qui nécessitent une certaine proximité géographique pour permettre aux médecins de se réunir. Proposer un système informatique permettant une mise en place, à distance, de ce type d'apprentissage entre pairs, sans imposer la moindre contrainte de temps et de lieux à ces praticiens, nous a semblé une problématique de recherche intéressante. Ainsi, ce travail de thèse concerne *l'étude, la conception et l'expérimentation d'un système support d'apprentissage entre pairs, dans le cadre de la*

---

<sup>1</sup> L'ensemble des sigles proposés dans ce rapport sont rappelés dans le glossaire situé à la fin de ce mémoire.

<sup>2</sup> Les mots marqués d'un astérisque sont supposés connus du lecteur. Cependant, pour éviter les ambiguïtés, une définition en est donnée dans le glossaire situé à la fin de ce mémoire.

**Formation Médicale Continue et à distance** : le système DIACOM (*Discussions Interactives à base de Cas pour la formation Médicale*). Le principe du système DIACOM est basé sur l'incitation de discussions entre praticiens à propos de cas cliniques médicaux. Ces discussions sont réalisées de façon asynchrone, sur Internet, d'où le nom de «forum» DIACOM.

Nous avons étudié, dans ce contexte, deux principaux courants, *l'enseignement à distance* et *l'apprentissage avec ordinateur*, tous deux ayant abouti à la mise en place de systèmes informatisés d'apprentissage sur la toile. *L'enseignement à distance* part d'une approche principalement «éducative» où la notion de distance tient une place prépondérante. De plus, l'arrivée des nouvelles technologies et les possibilités de communication offertes par Internet ont impulsé, ces dernières années, l'émergence d'une ingénierie de la formation à distance. Cette ingénierie vise à développer des systèmes informatiques et des plates-formes permettant de supporter, via le réseau, les activités dans une formation à distance. *L'apprentissage avec ordinateur* part plutôt du paradigme inverse. En effet, cette informatique éducative vise à étudier l'intégration de l'ordinateur dans des problématiques éducatives. Ces dernières années, la généralisation d'Internet a également incité des recherches dans un cadre particulier d'apprentissages à distance. L'objectif de l'apprentissage avec ordinateur est alors de développer des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) répondant à des problématiques éducatives dans lesquelles les nouveaux aspects collectifs et répartis de l'apprentissage sont pris en compte.

Force est de constater que peu de systèmes visent réellement à supporter l'apprentissage entre pairs. En enseignement à distance, des outils permettent de favoriser les interactions asynchrones entre apprenants : les forums de discussion et le courrier électronique. Cependant, ces outils sont rarement utilisés dans le cadre de sessions d'apprentissage et restent, le plus souvent, des outils «annexes» des plates-formes de formation à distance. Dans le cadre des EIAH, des systèmes sont développés pour permettre l'apprentissage collectif. Toutefois, les pratiques d'apprentissage, dans la plupart de ces systèmes, ne se fondent pas sur l'émergence de discussions entre apprenants. L'apprentissage y est effectué au travers d'activités communes de résolution de problèmes. Ces constats peuvent également être évoqués dans le domaine médical et plus précisément en formation médicale continue, où les développements informatiques selon ces deux courants restent encore marginaux en France.

Pour que l'apprentissage entre pairs puisse être effectif au sein du forum DIACOM, plusieurs pré-requis ont été définis. Le premier pré-requis vise à **permettre à chacun des participants d'une session d'apprentissage, de formaliser ses propres hypothèses** ou solutions à propos du problème discuté. Le deuxième pré-requis consiste à mettre en présence des apprenants ayant des opinions différentes à propos du dit problème, de façon à **favoriser l'émergence**

*d'un conflit socio-cognitif*. L'apprentissage se trouve alors principalement dans la phase de résolution du conflit. Enfin, le dernier est de *faire en sorte que les apprenants d'une telle session d'apprentissage soient des praticiens expérimentés* car ils ont le recul et la maturité nécessaires pour appréhender les concepts et prendre conscience du conflit qui les oppose.

Ainsi, dans un premier temps, le système permet aux médecins de décrire, à distance, des cas cliniques issus de leur propre expérience. Cette phase de description favorise la *réflexion individuelle* des médecins. Chaque fois qu'un nouveau cas est décrit, un appariement est effectué permettant de constituer des couples de cas, traitant de sujets similaires, tout en présentant des désaccords importants en termes de stratégies de résolution de problèmes. Cette phase d'appariement vise alors à favoriser l'émergence d'un *conflit socio-cognitif* en incitant les auteurs des cas appariés à discuter. Enfin, le forum DIACOM est destiné aux *médecins en formation continue* considérés comme des praticiens ayant une certaine expérience.

Pour expérimenter le forum DIACOM, nous nous sommes penchés sur l'apprentissage entre pairs dans un domaine de la médecine pour lequel il n'existe pas de pratique de terrain véritablement établie et consensuelle, mais plutôt un ensemble de savoir-faire : la prise en charge de la douleur chez l'enfant. En effet, les pédiatres ont d'une part une approche des cas cliniques totalement basée sur l'expérience, de par le jeune âge des patients. D'autre part, prendre en charge la douleur des enfants n'est pas une démarche systématique et n'est pas toujours enseigné au cours de la formation initiale. Enfin, cette prise en charge, nécessite la mise en place par le médecin de stratégies d'évaluation de la douleur, qui lui sont propres. Ces stratégies sont d'autant plus difficiles à élaborer, que les enfants n'ont pas toujours la capacité d'exprimer ou de décrire la sensation douloureuse qui les envahit. Ce type de domaine d'apprentissage nous a ainsi semblé particulièrement adapté à la mise en place d'un apprentissage entre pairs.

Les travaux de recherches que nous avons menés se sont déroulés en deux étapes. Lors de la première étape, le domaine médical et ses pratiques d'enseignement ont été étudiés. Une première architecture et le principe de fonctionnement du système DIACOM ont été élaborés. Cette architecture intègre notamment un modèle générique indépendant du domaine d'enseignement. Il s'agit en particulier de la modélisation des cas cliniques. La seconde étape de ces travaux de recherche concerne le recueil d'expertise effectué auprès du Dr François-Marie Caron. Ce recueil a également engendré la validation du modèle. Nous avons alors étudié le domaine d'enseignement spécifique de la prise en charge de la douleur chez l'enfant. Cette étape nous a permis de constituer un premier corpus de cas cliniques. L'étude

de ce corpus a ensuite abouti à la conception du modèle dépendant du domaine d'apprentissage. Parallèlement, le module d'appariement a été conçu.

Ce manuscrit se compose des sept chapitres suivants :

Le chapitre 1 expose le contexte d'apprentissage médical dans lequel le forum DIACOM évolue. La formation médicale initiale et la formation médicale continue sont présentées, ainsi que les modes d'acquisition des connaissances propres à la médecine. L'apprentissage entre pairs y est également décrit.

Le chapitre 2 aborde plutôt un contexte d'informatique éducative : l'apprentissage distanciel et l'apprentissage avec ordinateur. Ce chapitre se termine par une description du principe du forum, ainsi que par une présentation des travaux de recherche dont la problématique s'apparente à celle du forum DIACOM.

Le chapitre 3 décrit tout particulièrement la conception du système. Ainsi, la genèse du forum, son architecture et son fonctionnement sont détaillés. Ce chapitre se conclut sur la présentation du modèle générique.

Le chapitre 4 traite du recueil d'expertise mené sur la prise en charge de la douleur chez l'enfant. Les « connaissances » issues de ce recueil y sont présentées.

Le chapitre 5 présente la conception du module d'appariement.

Le chapitre 6 propose une description des développements informatiques réalisés au cours de cette thèse.

Un dernier chapitre conclut ce mémoire par les apports de ces travaux de recherche sur le forum DIACOM et ses perspectives à moyen et à long terme.

Enfin, après une liste de références bibliographiques et un glossaire des termes spécifiques à ces travaux, ce mémoire propose six annexes : l'annexe 1 présente le corpus de cas cliniques médicaux que nous avons étudié ; l'annexe 2 décrit le travail effectué sur le modèle construit à partir de ce corpus ; l'annexe 3 détaille la modélisation des critères d'appariement et l'extraction de ces critères dans le corpus de cas recueilli ; l'annexe 4 propose les calculs d'appariement de cas réalisés sur le corpus ; l'annexe 5 comporte les classes java représentant le modèle du système ; enfin l'annexe 6 se constitue du code de l'application réalisée.

# CHAPITRE 1 - UN APPRENTISSAGE MEDICAL

---

<b>1</b>	<b>La formation médicale initiale .....</b>	<b>15</b>
1.1	Le cursus de médecine .....	15
1.2	L'apprentissage en médecine .....	17
1.3	Une formation de groupe et une pédagogie sous-jacente.....	19
<b>2</b>	<b>La formation médicale continue.....</b>	<b>20</b>
2.1	Une organisation particulière .....	21
2.2	FMC: une offre de formation .....	22
2.3	Une pédagogie active à travers une formation de groupe .....	24
<b>3</b>	<b>La connaissance médicale.....</b>	<b>25</b>
3.1	Un savant mélange entre théorie et pratique.....	25
3.2	Les modèles d'apprentissage sous-jacents.....	26
3.3	Un apprentissage particulier: l'apprentissage entre pairs.....	28
<b>4</b>	<b>L'approche du système DIACOM .....</b>	<b>30</b>
4.1	Le contexte: l'apprentissage entre pairs pour la FMC .....	30
4.2	Le domaine d'expérimentation: la douleur chez l'enfant.....	31
<b>5</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>32</b>



Nous présentons, dans ce chapitre, le contexte médical et éducatif dans lequel se sont effectués nos travaux de recherche sur le système DIACOM, dédié à l'enseignement de la médecine. La pratique de la médecine nécessite des connaissances à la fois théoriques et pratiques. Ces connaissances sont acquises au travers d'une formation initiale dispensée à l'université, puis tout au long de la pratique du médecin, grâce à la Formation Médicale Continue (FMC). Différents modes d'apprentissage sont alors utilisés pour permettre l'acquisition de ces connaissances. Un des modes d'apprentissage couramment employé est réalisé en groupes, dans lesquels des «pairs» échangent leur pratique médicale.

C'est ainsi que nous présentons, dans ce chapitre, la Formation Médicale Initiale (FMI) et la Formation Médicale Continue où une attention particulière est portée à la pédagogie de groupe pratiquée. Nous détaillons ensuite les théories de l'apprentissage relatives à l'enseignement médical ainsi que l'apprentissage entre pairs, pour enfin proposer une première approche du système DIACOM.

## **1 La formation médicale initiale**

La Formation Médicale Initiale (FMI) est une formation universitaire permettant l'obtention du diplôme de docteur en médecine et l'autorisation de pratiquer. Durant la FMI, les étudiants doivent acquérir un grand nombre de connaissances théoriques sur la médecine, la pratique du geste médical et des compétences de jugement et de décision [Lecllet, 1993]. Pour y parvenir, un cursus national a été défini, faisant référence à diverses méthodes d'apprentissage, employées pour garantir cette dualité théorique et pratique.

Dans cette section, nous présentons la FMI française, à commencer par le déroulement du cursus universitaire. Nous dressons, ensuite, un panorama des modes d'apprentissage employés durant ce cursus. Enfin, la pédagogie de groupe dans les études médicales y est abordée.

### **1.1 Le cursus de médecine**

En France, la formation initiale de médecine est réglementée nationalement et s'effectue sur une durée comprise entre huit et onze années, selon la spécialité choisie. De nombreux sites web de facultés de médecine décrivent ce cursus [Fac Med Marseille - [http](http://)]. Ainsi, les étudiants suivent en premier lieu un cursus commun d'une durée de six années: deux années en PCEM (Premier Cycle d'Etudes Médicales), suivies de 4 années de DCEM (Deuxième Cycle d'Etudes Médicales). L'organisation des trois premières années est régie par l'arrêté du 18 mars 1992, modifié par l'arrêté du 21 avril 1994. Par ailleurs, la deuxième partie du DCEM est organisée conformément à l'arrêté du 24 juillet 1970 modifié, et par les décrets du 7 avril 1988

modifiés, du 15 novembre 1996 et par l'arrêté du 4 mars 1997. D'après ces décrets, les enseignements de la première année (PCEM1) s'organisent en six modules. Trois de ces modules portent sur la physique et la biophysique, la chimie, la biochimie et la biologie moléculaire. Deux modules correspondent à d'autres enseignements obligatoires proposés selon les établissements avec une connotation locale. Enfin, depuis 1992, un module est consacré à la culture générale.

Selon ces mêmes décrets, les enseignements de deuxième année de premier cycle (PCEM2) et de première année de deuxième cycle (DCEM1) portent sur les mêmes disciplines qu'en PCEM1, présentées de façon approfondie. De plus, la sémiologie\* clinique, biologique et les techniques d'imagerie médicale sont également étudiées. A partir des années DCEM2, DCEM3 et DCEM4 apparaissent alors des modules dédiés à l'enseignement des pathologies\* et de la thérapeutique\*. L'enseignement porte alors sur des matières plus spécifiques à la médecine, notamment la dermatologie, la pédiatrie ou encore la cancérologie.

Enfin, les décrets précisent que des stages de mise en pratique sont effectués durant ces six premières années du cursus. Ces stages d'application visent non seulement l'apprentissage technique des gestes de la pratique médicale mais également l'initiation au raisonnement et au diagnostic médical. Au cours des années DCEM2 à DCEM4, l'étudiant doit réaliser une formation clinique, appelée «externat». Cet externat est composé de plusieurs stages d'une durée de deux à quatre mois, sur une durée de 36 mois au total. Le rôle de l'externe est d'effectuer les tâches qui lui sont confiées par le médecin à l'occasion d'une visite, d'une consultation, d'un examen clinique, biologique ou radiologique. Il peut exécuter des actes médicaux de pratique courante. Cet externat constitue la première expérience de la pratique médicale.

À l'issue de ces six années, deux options de poursuite en troisième cycle s'offrent alors aux étudiants en médecine▣ se présenter au concours qui mène à l'internat de médecine spécialiste ou bien suivre le résidanat de médecine générale. Selon le code de l'éducation<sup>1</sup>, «au cours du troisième cycle des études médicales, les internes et les résidents reçoivent une formation théorique et pratique à temps plein sous le contrôle des universités▣». Tout étudiant réussissant le concours devient interne dans un Centre Hospitalier Universitaire (CHU) et dans la spécialité de son choix (choisie en fonction de sa réussite au concours). L'internat se déroule alors sur une durée de trois à cinq ans selon la spécialité. Les étudiants qui ne font pas le choix de passer le concours d'internat, ou encore ceux qui échouent,

---

<sup>1</sup> Code de l'éducation▣ Annexe à l'ordonnance n°2000-549 du 15 juin 2000 - Article L. 635-5 - J.O. Numéro 143 du 22 juin 2000 - NOR▣ MENX0000033RP1

peuvent devenir résidents en médecine générale durant deux ans et demi en moyenne. Le résidanat a lieu en partie en CHU et en partie auprès de praticiens généralistes agréés. L'internat, ou le résidanat, constitue la principale expérience de pratique de la médecine, au cours de la FMI. A l'issue du troisième cycle, l'étudiant obtient un Doctorat d'Etat. Il peut alors s'inscrire à l'ordre des médecins et exercer.

Lorsque l'on analyse le contenu de ce cursus, on remarque que plus l'étudiant avance dans son cursus, plus grande est la part des stages dans la composition de ses enseignements. Les responsabilités qui lui sont confiées en sont d'autant plus importantes [Mattei et al., 1997]. La formation initiale de médecine est donc très tôt orientée vers la capitalisation d'expériences de terrain autant que de connaissances théoriques. Plusieurs modes d'apprentissage sont alors employés en FMI pour faciliter ce double apprentissage de la théorie et de la pratique médicale.

## 1.2 L'apprentissage en médecine

L'objectif, *in fine*, de la formation médicale est d'apprendre aux étudiants à diagnostiquer les pathologies et à les prendre en charge. Pourtant, la FMI aborde l'apprentissage du diagnostic d'une manière assez éloignée de la pratique du médecin. Le découpage du cursus en est en partie responsable. En premier lieu, les cours sont généralement cloisonnés dans des modules identifiant chacun une discipline précise, comme l'étude d'une spécialité à part entière ou d'un type de pathologie [Mattei et al. 1997]. De plus, nous avons pu voir, dans le paragraphe 1.1, que les premières années de cursus étaient consacrées à l'étude des sciences. Dans un second temps, vient l'apprentissage des maladies\*, puis, en fin de cursus, l'apprentissage des signes\* engendrés par ces maladies. Or les médecins, dans leur pratique, opèrent le processus inverse qui consiste à partir des signes présentés par le patient pour remonter jusqu'à la maladie qui en est la cause.

Cependant, le découpage du cursus n'est pas seul responsable de cet écart entre l'enseignement dispensé en faculté et la réalité de la pratique. Les enseignements théoriques sont pour beaucoup dispensés au travers de cours magistraux. Ces cours restent assez souvent sanctionnés par une évaluation où les questionnaires à choix multiple sont largement utilisés [Morlat, 1989]. Cet enseignement transmissif, favorise certes le développement chez l'étudiant d'une capacité de mémorisation importante. Néanmoins, cet enseignement n'est pas favorable au développement de capacités d'analyse, de croisement d'information et de déduction, nécessaires à la pratique de la médecine. En 1978 déjà, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) dressait un bilan inquiétant des compétences mal développées par les futurs médecins, en identifiant notamment «des facultés d'observation, de déduction et d'initiative atrophiées par rapport aux facultés de mémorisation» [Mc Gaghie et al., 1978].

Selon Cuénoud, la complexité des savoirs médicaux a mis en évidence «d'échec patent de la pédagogie transmissive à développer des compétences transférables et adaptées aux situations de terrain» [Cuénoud, 2000].

Favoriser l'acquisition de connaissances théoriques de façon contextuelle et permettre l'apprentissage d'une pratique médicale de terrain, sont autant de charges laissées au soin des praticiens responsables des étudiants durant les stages. Cet apprentissage en milieu professionnel permet aux étudiants de mettre en œuvre, en situation, les différentes connaissances qui leur ont été transmises. De plus, au cours de leur externat, puis de leur internat ou résidanat, les étudiants sont confrontés, aux côtés de médecins expérimentés, à la résolution de cas cliniques concernant des patients réels. Il existe d'ailleurs en milieu hospitalier des réunions de services (ou entre services de plusieurs centres hospitaliers), appelées des «staffs», durant lesquelles les médecins, les internes et les externes, discutent de cas cliniques difficiles ou particuliers qu'ils ont pu rencontrer. Le site web [Staffs Amiens - [http](http://www.staffsamiens.fr)] présente par exemple, la liste des Staffs prévus par spécialité dans le CHU d'Amiens et le site [Staffs Inter maternité - [http](http://www.staffsintermaternite.fr) ] propose le compte-rendu d'un staff inter-maternité en Pays de Loire. Ainsi, la pratique médicale s'apprend au contact d'autres médecins, chefs de service ou de cliniques, et des internes [Leclercq, 93]. Ce transfert de connaissances, issu de discussions et de partage d'expériences entre pairs, pallie quelque peu les problèmes. Il constitue alors l'un des fondements de l'enseignement médical tel qu'il est pratiqué à l'heure actuelle.

De nombreuses personnes travaillent aujourd'hui à l'amélioration des modes d'apprentissage de la FMI. C'est l'un des objectifs du réseau international appelé Conférence Internationale des Doyens des Facultés de Médecine d'Expression Française (CIDMEF) [Gouaze, 2001]. De plus, pour étudier et faire évoluer les modes d'apprentissage, les facultés de médecine ont mis en place des services de pédagogie. Enfin, un domaine de recherche à part entière, la pédagogie médicale, a pour objectif d'étudier et d'améliorer les modes d'apprentissage de la médecine. La pédagogie médicale s'attache tout particulièrement à développer et instaurer en faculté de médecine, des modes d'apprentissage de plus en plus proches de la pratique du futur médecin. Selon Farah [Farah, 2000], cette «nouvelle pédagogie» est davantage personnalisée et centrée sur l'apprenant. Elle est active et met l'étudiant en situation d'apprendre et d'agir par lui-même. De plus, elle fait travailler les étudiants ensemble en leur apprenant à s'exprimer, à s'écouter, à se respecter, à se socialiser, à travers la dynamique de groupe.

### 1.3 Une formation de groupe et une pédagogie sous-jacente

Dans le domaine de la pédagogie médicale, de nombreux travaux sur la pédagogie de groupe ont été menés. Pour les premières années du cursus de FMI, une méthode d'apprentissage fondée sur l'étude en groupe de problèmes concrets a été conçue. L'Apprentissage Par Problèmes (APP), en anglais Problem Based Learning (PBL), est une méthode initialement créée à l'université de Sherbrooke au Canada ([Cuénoud, 2000], [Poirier, Proulx, 1999]). Les problèmes étudiés sont des cas cliniques relatant l'histoire de patients, du diagnostic de leurs maladies et de leur prise en charge thérapeutique. Un groupe, généralement composé de 6 à 8 étudiants et d'un tuteur, explore un problème clinique. L'un des étudiants joue le rôle de rédacteur et commence par écrire les différentes pistes de réflexion à approfondir. Ces pistes sont réparties entre les membres du groupe qui effectuent alors un travail de recherche et de documentation individuel. L'objectif est de collecter les informations nécessaires à la compréhension et à la gestion du problème posé. Puis, le groupe se réunit à nouveau pour analyser et appliquer au problème les connaissances collectées et acquises individuellement.

Une autre méthode d'apprentissage de groupe basée sur l'étude de cas cliniques a également été élaborée pour les étudiants en externat. L'Apprentissage au Raisonnement Clinique (ARC) est, selon [Chamberland et al., 2001], «*de prolongement à la phase clinique*» des principes de l'APP. Une séance d'ARC part d'une plainte d'un patient. Ensuite, un diagnostic différentiel\* est établi à chaque étape du raisonnement. Ce diagnostic se resserre au fur et à mesure des informations obtenues au cours des phases d'anamnèse\*, d'examen clinique\* et d'examens complémentaires\* qui composent un cas clinique dans sa totalité.

L'ARC se fonde sur une approche hypothético-déductive du diagnostic médical. Cette méthodologie, selon le professeur Lenoir ([Lenoir, 91] cité dans [Lecllet, 93]), peut être découpée en trois phases. La première est le recueil des signes présentés par le patient, obtenus par l'interrogatoire et l'examen clinique. La deuxième consiste en la comparaison de ces signes avec les tableaux sémiologiques théoriques, ce qui permet l'évocation des maladies possibles. La dernière vise à rechercher des signes spécifiques discriminant le mieux ces maladies possibles, grâce à la réalisation d'examens complémentaires. Les résultats de ces examens permettent alors de retenir la (ou les) maladies la (ou les) plus vraisemblable(s) et de proposer le diagnostic.

Ces méthodes d'apprentissage en groupe permettent d'acquérir, en situation, de nouvelles connaissances sur un sujet donné, tout en s'affranchissant du cloisonnement induit par la décomposition en modules de l'enseignement. Selon Poirier Proulx [Poirier Proulx, 1999], l'APP offre, notamment, l'avantage de susciter la motivation chez les étudiants, de favoriser le développement de l'autonomie dans les apprentissages et de favoriser l'acquisition

d'habiletés à la résolution de problèmes. De plus, cette méthode développe des aptitudes au travail en équipe et à la coopération, de recherche d'information et fait prendre conscience de la complexité de certains problèmes du monde réel. L'ARC vise principalement l'acquisition, en groupe, des bases du raisonnement clinique.

Par ailleurs, chaque faculté de médecine reste libre d'adopter ou non ce type de pédagogie de groupe. Plus de 80 universités de par le monde ont aménagé une partie de leur curriculum en Apprentissage Par Problème (APP) [Scherly - [http](#)]. Néanmoins, leur mise en place en France est rendue difficile par le cursus national et par la répartition des enseignements en modules. Sur le plan universitaire, il faut bien avouer qu'instaurer l'APP ou l'ARC demanderait une refonte quasi-complète des cursus, cela pourrait même aller jusqu'à une réorganisation de l'infrastructure. Par exemple, l'université de Sherbrook a dû détruire ses amphithéâtres pour construire des petites salles de travail pouvant contenir une dizaine de personnes [Leclercq, Van der Vieulen, 1998]. La pédagogie de groupe en FMI reste donc encore peu pratiquée dans les universités françaises. Cependant, nous avons relevé la mise en place à la faculté de médecine de Rouen, de deux années en APP pour PCEM2 et DCEM1▣, les trois années suivantes s'orientent également vers l'ARC [Doucet et al., 1997].

En outre, la médecine est une discipline en perpétuelle évolution. Chaque jour, la recherche médicale améliore la connaissance des maladies, élabore de nouveaux traitements et de nouvelles pratiques ou encore met au point des techniques médicales et des dispositifs technologiques innovants. Les connaissances à mettre en œuvre au cours du raisonnement deviennent alors de plus en plus nombreuses et complexes [Gremy, 1986]. Ainsi, au-delà de la FMI, la pratique de la médecine requiert une mise à jour permanente des connaissances et des pratiques. C'est pourquoi, l'enseignement de la médecine se perpétue, dans un deuxième temps, au travers des formations destinées aux praticiens en exercice. Cet enseignement post-universitaire constitue la Formation Médicale Continue (FMC).

## 2 La formation médicale continue

La Formation Médicale Continue (FMC) vise à offrir aux praticiens la possibilité de se former, tout au long de leur carrière de médecin. Selon Gallois et al. [Gallois et al. 2000], «l'objectif naturel de la formation médicale continue est le maintien et l'amélioration de la qualité des soins et des prestations de santé, leur adaptation à l'évolution des sciences et des techniques▣». La FMC française est régie par des textes officiels. Dans ce cadre, la FMC a développé des modes d'apprentissage spécifiques et tenant compte du fait que cette formation s'adresse exclusivement à des adultes praticiens expérimentés.

## 2.1 Une organisation particulière

L'obligation du médecin d'approfondir ses connaissances pendant toute la durée de sa carrière est inscrite au code de déontologie médicale<sup>2</sup>, disponible sur le site web de l'Ordre National des Médecins [ordre - http]. Ces derniers s'engagent ainsi à poursuivre une activité de formation post-universitaire. Pourtant, une réglementation officielle pour la FMC a du être définie. En France, depuis 1996, une ordonnance a rendu la FMC des médecins libéraux obligatoire, en proposant notamment des procédures de contrôle<sup>3</sup>. Cette réglementation demande notamment aux praticiens de justifier, tous les cinq ans, de leur participation régulière à des activités de formation. Pour évaluer et contrôler cette activité, et pour en définir les orientations nationales et régionales, divers conseils ont été créés▣ il s'agit du Conseil National et des Conseils Régionaux de Formation Médicale Continue. Ces conseils sont composés de représentants des différentes instances médicales▣ membres du conseil de l'ordre, membres des services de santé, praticiens hospitaliers et libéraux, généralistes et spécialistes.

Parallèlement aux organismes de gestion et de contrôle de la FMC, la formation médicale continue française s'organise au travers de nombreuses associations de médecins. Nous pouvons citer, par exemple, l'association Pédiadol qui s'intéresse à la douleur de l'enfant [Pediadol - http]. Ces associations ont notamment pour mission d'organiser des formations, d'éditer des ouvrages de formation ou encore de participer à l'organisation de colloques. En 1997, les associations françaises regroupaient plus de quarante mille médecins se réunissant régulièrement pour décider ensemble de leur FMC et l'organiser. Selon Bonet [Bonet, 1997], les associations de FMC ont constitué la « locomotive de la formation médicale continue dans son ensemble▣ ». En effet, les réflexions menées, les options adoptées ont largement contribué à façonner la FMC actuelle. Gallois précise également le caractère citoyen et démocratique du milieu associatif et souligne qu'il n'est pas « étonnant que ce soit au niveau d'associations très décentralisées que se soit manifestée la volonté des praticiens de prendre en main leur FMC▣ » [Gallois, 1997]. A noter que ces associations ont également permis l'émergence de méthodes pédagogiques adaptées au public de formation. Environ 1500 de ces associations se sont regroupées sous l'UNAFORMEC (Union Nationale des Associations de Formations Médicale Continue) [UNAFORMEC - http], dont l'objectif principal est de

---

<sup>2</sup> Décret N° 95-1000 du 6 septembre 1995, pourtant code de déontologie médicale. L'article 11 précise que « tout médecin doit entretenir et perfectionner ses connaissances, il doit prendre toutes dispositions nécessaires pour participer à des actions de formation continue▣ ».

<sup>3</sup> Ordonnance du 25 avril 1996 portant sur la FMC et Décret N° 96-1050 du 5 décembre 1996 relatif à la F.M.C. des médecins exerçant à titre libéral.

promouvoir et de développer la FMC. Elle édite en particulier des ouvrages et des fiches méthodologiques concernant la FMC, ses pratiques et ses évolutions ou organise des colloques visant à réfléchir sur la FMC et la pratique médicale [UNAFORMEC, 1998].

Par ailleurs, l'organisation de la FMC française trouve également appui dans le milieu hospitalo-universitaire. Les ordonnances d'avril et le décret de décembre 1996, placent officiellement les facultés de médecine dans le dispositif institutionnel de formation médicale continue des médecins libéraux. La Formation Médicale Continue est relayée dans les facultés de médecine par des départements universitaires de formation continue des sciences de la vie et de la santé; le site Internet du département de FMC de l'université de Tours propose, par exemple, une description de ses activités [Univ Tours FMC - [http](http://)]. Ces services visent à organiser des formations à destination des médecins praticiens. Selon Conri [Conri et al., 1997], l'université a tout d'abord une position de garant institutionnel dans la FMC et elle y offre une expertise à plusieurs niveaux: scientifique en tant que berceau de la recherche, pédagogique par définition et technique car les universitaires sont eux-mêmes des professionnels de médecine. L'université met également à disposition des moyens logistiques (locaux) et humains (enseignants) non négligeables qui facilitent grandement l'organisation de la FMC.

La FMC, outre une organisation complexe et légiférée, a développé des modes d'apprentissage qui lui sont propres et liés à la diversité des thèmes qui règnent en la matière.

## 2.2 FMC: une offre de formation

Contrairement à la formation initiale, la FMC s'adresse à des professionnels en exercice. Selon Vallée, [Vallée, 1997], il faut tenir compte du fait que le praticien en FMC «a une expérience professionnelle, souvent une expérience propre du sujet traité». L'offre de formation en FMC va alors de la simple diffusion de supports écrits à la mise en place de formation de groupes, basées sur l'étude de cas cliniques.

Les supports pédagogiques utilisés en FMC sont, en premier lieu, les livres et les revues spécialisées (sur papier, sur CD-ROM ou on-line). En 1998, 10 journaux médicaux Français étaient disponibles [Rolland, et al. 98]. Selon Mignon [Mignon, 1997], la presse médicale constitue le moyen d'information du corps médical le plus simple et le plus rapide - dans certains domaines de pointe, c'est parfois le seul - et elle tient une place des plus importantes dans les moyens de formation continue offerts aux praticiens. Elle est financée de deux manières: les abonnements et les revenus publicitaires (provenant le plus souvent des laboratoires pharmaceutiques). Ainsi, il est important de souligner que l'un des

problèmes majeurs de la presse médicale est généralement son manque d'indépendance vis à vis du marché de l'industrie pharmaceutique.

Lorsque les praticiens s'intéressent particulièrement à la pratique clinique, ils ont recours à certaines publications reconnues et validées▯ les Recommandations pour la Pratique Clinique [Dosquet et al., 2000] et les conférences de consensus ([Durocher et al., 2000], [Gallois et al., 2000]). Ces documents constituent les conclusions de groupes d'experts (commandités par un promoteur) réunis pour statuer sur des questions fondamentales de la médecine.

Dans une démarche moins autonome, mais tout aussi individuelle, un médecin pourra justifier de sa participation à la FMC par son inscription à des séminaires ou à des conférences scientifiques. Il peut aussi participer à une formation diplômante, telle que les Diplômes d'Universités (D.U.), les diplômes Inter-Universitaires (DIU) [Jouquan et al., 1997]▯; l'Université de Picardie propose par exemple un DU d'alcoologie.

Le problème de toutes ces activités d'auto-formation individuelles est la difficulté à évaluer l'efficacité sur l'amélioration de la pratique. De plus, il est difficile pour un médecin de justifier aux Conseils Régionaux de FMC de la lecture des revues scientifiques ou des recommandations pour la pratique clinique et autres conférences de consensus. Ainsi, le mode de formation continue le plus fréquenté par les médecins français, reste les formations de groupes, qui pour la plupart sont programmées par des associations ou sur des initiatives hospitalo-universitaires qui délivrent une attestation de présence [Gallois et al., 2000].

Duroux [Duroux, 1997a], dégage deux approches de la formation de groupe en FMC▯ la méthode magistrale et la pédagogie active. La méthode magistrale est calquée sur le principe du cours magistral et ne fait pas réellement appel à une pédagogie de groupe. Un ou plusieurs intervenants, généralement experts du domaine de formation, exposent leurs points de vue et leurs expériences à un groupe d'apprenants. Dans la pratique, il s'avère que les réunions de groupe restent assez souvent magistrales lorsque la taille des groupes devient importante. Or, selon Coté et Leclère, «▯dorsque des médecins consacrent temps et énergie à des activités de formation continue, ils ne veulent pas juste entendre quelqu'un parler. Ils veulent apprendre pour mettre à jour leurs connaissances, affiner leur démarche clinique, améliorer leur habileté relationnelle, parfaire leurs compétences professionnelles▯» [Coté, Leclère, 2000]. C'est ce que vise la pédagogie active en donnant une place beaucoup plus importante à l'activité de l'apprenant dans son apprentissage, ainsi qu'aux interactions qui ont lieu au sein du groupe d'apprenants.

### 2.3 Une pédagogie active à travers une formation de groupe

La pédagogie active est un mode d'apprentissage de groupe particulièrement intéressant à étudier en FMC. Cette pédagogie induit un apprentissage au cours duquel l'apprenant est actif. Coté et Leclère la qualifient de pédagogie «centrée sur le participant» [Coté, Leclère, 2000]. D'une part, cette pédagogie permet d'approfondir les connaissances des praticiens sur un sujet. D'autre part, elle leur permet de tester leurs compétences ou encore de discuter des protocoles de diagnostic ou de prise en charge thérapeutique qu'ils appliquent dans leur pratique quotidienne.

Parmi les méthodes d'apprentissage proposées en pédagogie active, la méthode des cas est probablement l'une des plus prisées et des plus reconnues [Duroux, 1997b]. Cette méthode des cas permet «à un groupe d'apprenants de discuter d'un problème diagnostic et/ou thérapeutique à partir d'une situation clinique rapportée et correspondant directement aux pratiques des médecins concernés» [Duroux, 1997b]. L'auteur décrit une session d'apprentissage selon les étapes suivantes: prise de connaissance de l'histoire, exposé par chaque participant de sa propre opinion, analyse en commun, formulation par le groupe des conduites que l'analyse du cas permet de définir, et enfin énumération des points restés obscurs.

Dans le cadre de la FMC, la méthode s'avère particulièrement efficace et intéressante car le médecin a une vision du cas clinique basée, pour l'essentiel, sur son expérience. Leurs cas sont généralement une forme «raccourcie» des cas de diagnostic hypothético-déductif, car ils ne comportent que les dernières phases. En effet, la démarche du clinicien est grandement influencée par la qualité des hypothèses qu'il évoque au cours de recueil des données, et par la qualité de l'interprétation des données en fonction des hypothèses émises [Coté, Leclère, 2000]. Selon Gay, la différence entre un étudiant et un médecin expérimenté réside dans la «propension plus grande», de ces derniers, «à la synthèse» [Gay, 1997]. Ils ont également la possibilité de relier la situation actuelle à des faits enregistrés antérieurement sous la forme d'exemples types (des cas cliniques); c'est ainsi qu'ils peuvent, se focaliser plus rapidement sur le bon diagnostic et donner une réponse plus efficace. De plus, en FMC, les praticiens en FMC ne s'intéressent pas simplement à apprendre le diagnostic et ses mécanismes. Ils étudient généralement des collections de cas illustrant des exemples complexes de prise en charge, à la fois du diagnostic et de la thérapeutique. Ainsi, une formation de groupe par la méthode des cas permet aux médecins de confronter leurs propres stratégies diagnostiques et thérapeutiques avec leurs pairs.

Tous ces modes d'apprentissage visent à permettre l'acquisition de la connaissance médicale. Ainsi, pour mieux comprendre les principes d'enseignement de la médecine, nous nous

sommes penchés sur cette connaissance médicale, ce qu'elle représente et comment elle se construit.

### 3 La connaissance médicale

L'un des objectifs de l'enseignement de la médecine est l'acquisition de la connaissance médicale, qui est à la fois théorique et pratique. Elle s'acquiert au travers de modèles théoriques d'apprentissage. Dans le cadre de la FMC, le modèle socio-constructiviste et l'apprentissage entre pairs sont particulièrement adaptés.

Dans cette section, nous présentons en premier lieu la connaissance médicale et sa dualité théorique et pratique. Puis, nous décrivons les modèles d'apprentissage existants relatifs à la construction et à l'acquisition de la connaissance médicale. Enfin, nous définissons le cadre de l'apprentissage entre pairs en médecine et ses fondements théoriques.

#### 3.1 Un savant mélange entre théorie et pratique

Selon Gallois [Gallois, 1997], le savoir du médecin est construit à partir de son acquis universitaire, de son expérience individuelle, des expériences acquises auprès de confrères ainsi que des informations issues de la presse médicale. Ainsi, la connaissance médicale se compose de différents types de connaissances qu'un médecin doit acquérir, puis maîtriser, réutiliser et adapter dans sa pratique quotidienne. En effet, ce qui distingue un médecin en exercice d'un futur médecin, c'est sa capacité à se focaliser sur le bon contexte et à poser les bonnes questions ([Clancey 83] cité dans [Lecllet, 1993]).

D'après Bernard et Reyes [Bernard, Reyes, 2001], il convient de prendre en compte, dans le cadre de la formation médicale, trois types de connaissances : les connaissances déclaratives, les connaissances procédurales et les connaissances conditionnelles. Tout d'abord, les connaissances déclaratives sont les éléments de connaissances factuels qu'un praticien utilise dans sa pratique et dans son raisonnement. Ce sont des faits, des résultats ou des principes reconnus et établis. Il peut s'agir, par exemple, de connaître la température à partir de laquelle un enfant est considéré comme fiévreux ou encore du fait que la posologie\* quotidienne du paracétamol\* est de 60mg/Kg.

Les connaissances procédurales sont des connaissances de l'ordre de la pratique et du savoir-faire, elles visent davantage à expliciter les relations entre les éléments de connaissance [Fieschi, 1984]. Elles dictent une série d'actions que le praticien doit effectuer lorsqu'il souhaite réaliser une tâche ou atteindre un objectif précis. Un médecin fait appel à ce type de connaissances lorsqu'il doit, par exemple, adapter une posologie au poids d'un enfant ou encore lors de la planification d'un traitement.

Les connaissances conditionnelles sont également des connaissances de la pratique médicale. Elles permettent, en particulier, d'identifier le résultat, conséquence de la réunion de plusieurs conditions. Ce type de connaissances permet aux praticiens de réunir les informations à propos d'un patient, de les recouper et, par conséquent, de raisonner et de prendre des décisions. C'est ce type de connaissances qui permet au médecin de savoir que, lorsqu'un bébé présente des épisodes de cris et de vomissements, qu'il a une forte douleur au ventre et qu'il n'a pas de fièvre, il peut suspecter une invagination intestinale\* aiguë.

Une spécificité des connaissances médicales est qu'elles sont le plus souvent incertaines et ambiguës. Le médecin, dans sa pratique, travaille beaucoup par analogie avec des situations antérieures qu'il a pu rencontrer [Gallois, 1997]. Les modes d'acquisition de ces connaissances doivent tenir compte de ce facteur et favoriser leur acquisition en situation. Un praticien sera d'autant plus performant s'il multiplie l'étude et la critique de problèmes médicaux divers et variés.

Différents modèles d'apprentissage existent et peuvent s'adapter à l'acquisition et à la construction de ces connaissances médicales. Ces modèles sont présentés dans le paragraphe suivant.

### **3.2 Les modèles d'apprentissage sous-jacents**

Nous nous proposons d'exposer les modèles d'apprentissage sous-jacents à la connaissance et plus particulièrement à la connaissance médicale. Les trois modèles suivants sont présentés: le modèle transmissif, la modèle béhavioriste et le modèle socio-constructiviste.

#### ***Le modèle transmissif***

Le modèle transmissif est l'un des plus anciens modèles d'apprentissage. Il considère que, pour apprendre, l'élève doit être attentif, écouter, répéter et appliquer ce qui lui est enseigné. L'apprentissage est alors considéré comme l'action d'acquérir de nouvelles connaissances. Dans ce cadre, le rôle du maître est déterminant, car c'est lui qui, par son discours, ses exposés et ses démonstrations, transmet le savoir.

Les principales connaissances médicales, construites selon ce modèle, sont des connaissances déclaratives. Dans le cadre de la formation initiale, les cours magistraux, encore nombreux aujourd'hui, sont l'exemple caractéristique de l'utilisation du modèle transmissif dans l'apprentissage de la médecine [Bernard, Reyes, 2001]. De même, en FMC, un certain nombre de méthodes exploite ce modèle d'apprentissage: tout d'abord, le suivi de conférences et séminaires ou encore la méthode magistrale en formation de groupe sont des exemples d'apprentissage transmissif; ensuite, la lecture de revues, de

comptes-rendus de conférences de consensus ou de recommandations pour la pratique clinique peut être considérée comme une sorte d'apprentissage transmissif.

### ***Le modèle béhavioriste***

Le modèle béhavioriste, dont Skinner a été l'un des fondateurs [Skinner, 1954], part du principe que l'acquisition des connaissances s'effectue par paliers successifs et que tout est «affaire» de conditionnement. L'apprentissage est alors conçu comme une modification des comportements du sujet en provenance de son environnement. Motivation, répétition et renforcement, positifs, des bonnes réponses sont les fondements de ce modèle d'apprentissage.

Le modèle béhavioriste privilégie l'acquisition de connaissances procédurales. Quelques situations de ce type existent dans la pratique médicale (préparation à des gestes aseptiques, ou routines de rédaction correcte d'une ordonnance, par exemple) [Bernard, Reyes, 2001]. Ce type d'apprentissage est plutôt réservé à un public de formation initiale que de formation continue. En effet, les situations cliniques sont considérablement diverses et complexes, ce qui rend l'application de tout conditionnement assez limitée dans le cadre de l'acquisition de la plupart des connaissances médicales.

### ***Le modèle socio-constructiviste***

Le modèle socio-constructiviste est issu de la théorie de l'apprentissage constructiviste élaborée par Jean Piaget [Piaget, 1935]. Le constructivisme suppose que l'apprentissage est le résultat de constructions mentales de l'apprenant. Par conséquent, l'apprenant doit prendre part activement à son apprentissage. Le socio-constructivisme est la première approche théorique ayant permis de mettre en évidence l'importance des interactions sociales dans le développement de l'individu [Vigostky, 1985]. Il s'agit en quelque sorte de «d'extension sociale» du constructivisme. Le développement de l'individu nécessite non seulement une participation active de l'apprenant dans sa tâche d'apprentissage, mais également des interactions effectives avec son entourage (adultes, parents, co-apprenants). Selon Vigotsky, l'apprentissage ne va pas de l'individuel au social mais bien du social, vers l'individu.

Dans ce modèle, la construction de connaissances procédurales et conditionnelles est privilégiée. En formation initiale de médecine, les méthodes d'APP et d'ARC illustrent cette approche socio-constructiviste. Dans le cadre de la FMC, c'est plutôt la pédagogie active pratiquée en formation de groupes qui se réfère à ce modèle. D'une part, le fondement de cette pédagogie est de faire que l'apprenant soit actif au cours de son

apprentissage (constructivisme)▣, d'autre part, cet apprentissage se fait en groupe par le biais d'interactions entre pairs, ce qui lui confère une dimension sociale très forte.

Vygostki a principalement mis en évidence le rôle qu'un éducateur peut jouer sur le développement de l'individu. Or, qu'il s'agisse des interactions entre l'enseignant et l'élève ou entre la mère et l'enfant, il s'agit de relations plutôt dissymétriques [Plaisance, Vergnaud, 1999]. Des relations plus symétriques ont été étudiées grâce au courant de recherche sur le travail de groupe et sur les effets produits par la collaboration et le désaccord entre pairs dans l'apprentissage.

Dans le cadre de nos travaux, nous nous sommes particulièrement penchés sur l'approche socio-constructiviste. Ainsi, l'apprentissage entre pairs est défini comme un mode d'acquisition de connaissances fondé sur les interactions dialoguées, entre pairs, effectives au sein de groupes d'apprenants.

### 3.3 Un apprentissage particulier▣ l'apprentissage entre pairs

Dans le domaine médical, il est considéré qu'un apprentissage entre pairs se met en place dès qu'un groupe de médecins se réunit et discute d'une question ou d'un cas clinique difficile. Un tel apprentissage est rendu possible lorsque les pairs sont des praticiens expérimentés, c'est-à-dire lorsqu'ils ont une approche de terrain de la question débattue, issue de leur propre expérience et intuition. Chaque participant a alors une idée sur la question et peut l'argumenter. Divers fondements théoriques viennent alors appuyer l'apprentissage entre pairs▣ les théories relatives à l'apprentissage en groupe telles que le conflit socio-cognitif et l'argumentation dialoguée.

D'un point de vue théorique, depuis de nombreuses années, des chercheurs s'intéressent à l'efficacité des interactions sur les processus de construction des connaissances et sur le développement cognitif des apprenants. Ces travaux trouvent tout d'abord leur origine dans les recherches menées en psychologie du développement, domaine qui vise à étudier les mécanismes du développement cognitif de l'enfant. Dans ce domaine, des recherches ont été menées sur le conflit socio-cognitif, c'est-à-dire sur «le désaccord entre pairs à propos de la solution d'un problème ou d'un jugement de pertinence ou de vérité▣» [Plaisance, Vergnaud, 1999]. L'idée sous-jacente est que la présence d'un conflit entre les participants à une interaction permet à chacun de progresser de façon significative.

Parmi les chercheurs ayant marqué les travaux sur le conflit socio-cognitif, les plus connus font partie de ce qui est communément appelé «l'école genevoise▣», avec en particulier Doise et Mugny [Doise et al., 91]. L'une de leurs conclusions est que la première condition pour qu'apparaisse un conflit, serait l'existence d'une hétérogénéité entre les opinions des

personnes en interaction. En effet, cette hétérogénéité permet à chaque partenaire de prendre conscience de l'existence d'avis différents du sien. La résolution du conflit permet alors aux différents partenaires de l'interaction de développer une compétence cognitive nouvelle. C'est ce que l'on appelle le progrès cognitif.

Lors de la phase de résolution du conflit, il semble intéressant de souligner les effets positifs de l'argumentation sur l'apprentissage. En effet, lorsque deux personnes sont en désaccord sur une question précise, elles vont entrer dans une phase argumentative, visant principalement à se convaincre l'une l'autre de la validité de leurs approches respectives. Quignard [Quignard, 2000] a effectué des travaux de recherche sur l'argumentation dialoguée lors d'apprentissage coopérant d'élèves en sciences physiques. Dans le cadre de ses travaux, il a relevé les travaux de Golder [Golder, 1996] qui précisent que toute interaction n'est pas forcément favorable au développement de l'argumentation. Hormis un désaccord entre les participants, il est également important que ceux-ci maîtrisent les concepts abordés, aient une certaine maturité et soient capables d'avoir une représentation du conflit qui les oppose. Ainsi, l'argumentation n'est pas toujours vraiment compatible avec l'apprentissage de notions nouvelles, notamment chez de jeunes élèves non expérimentés.

De plus, selon D'Halluin [D'halluin, 2000], le désaccord entre pairs et les interactions qui en découlent, sont d'autant plus efficaces en terme de progrès si chaque membre de l'interaction a eu une réflexion individuelle sur le sujet. «On parle bien de ce que l'on connaît bien et si on est en mesure d'échanger avec autrui ses réflexions». Enfin, il est important de souligner la théorie sur l'effet auto-explicatif de Chi comme fondement théorique de l'apprentissage entre pairs. Selon Chi [Chi et al., 1989], un apprenant en interaction avec d'autres, apprendra autant des autres points de vue que de ses efforts pour formaliser et expliquer sa solution.

Ainsi, l'efficacité d'une session d'apprentissage entre pairs repose, en premier lieu, sur les possibilités d'émergence d'un conflit socio-cognitif entre les apprenants en interaction. Il semble alors important de mettre en présence des pairs ayant des opinions différentes à propos du sujet traité. Pour que ce conflit et l'apprentissage qui en résulte se fassent sur des bases favorables à l'apprentissage, il semble également important de permettre aux apprenants de formaliser et de décrire clairement l'opinion qu'ils ont élaborée individuellement. Enfin, pour qu'une session d'apprentissage entre pairs soit «formatrice», il est nécessaire que les participants interagissent et argumentent «verbalement». Cette argumentation peut être favorisée par la mise en présence d'apprenants expérimentés. Ils ont alors une vision et une opinion sur le sujet abordé et ont la maturité nécessaire pour appréhender les concepts. Enfin, ils comprennent complètement les tenants et les aboutissants du conflit qui les oppose.

En médecine, la mise en place de sessions d'apprentissage entre pairs correspond à une approche particulièrement intéressante lorsqu'il s'agit de FMC. Des groupes de praticiens interagissent alors sur des questions intéressantes, voire controversées, de la pratique médicale. Nous avons choisi, dans cette thèse, de nous intéresser à cette approche de la FMC, et ce, dans un domaine particulier ▣ la prise en charge de la douleur chez l'enfant.

## 4 L'approche du système DIACOM

### 4.1 Le contexte ▣ l'apprentissage entre pairs pour la FMC

L'idée générique de nos recherches est d'étudier les possibilités de mise en place d'un système informatique support d'apprentissage entre pairs pour la formation médicale et plus particulièrement pour la FMC. En effet, seul ce type de formation permet la mise en interaction d'apprenants expérimentés, en l'occurrence des médecins praticiens.

Suite à une étude des pratiques d'enseignement de la médecine, nous avons choisi de faire interagir des apprenants à propos de cas cliniques issus de leur propre expérience. En effet, nous avons constaté que ce sont les principaux problèmes médicaux étudiés au cours de la formation médicale, ainsi que dans la pratique du médecin. Par ailleurs, il s'est avéré que les médecins ont une assez grande habitude d'interagir à propos de cas cliniques.

Notre approche est alors définie en fonction du mode opératoire envisagé pour rendre l'apprentissage entre pairs effectif. Tout d'abord les apprenants doivent pouvoir élaborer et formaliser individuellement leur propre solution d'un problème. Nous offrons donc aux médecins la possibilité de **décrire, dans leur totalité, des cas issus de leur propre expérience**. Dans le but de faire apparaître un conflit socio-cognitif, il est nécessaire de faire interagir des **médecins ayant des opinions différentes**. A cet effet, notre approche vise à mettre en présence des couples de médecins dont les cas traitent, certes du même thème, mais surtout présentent des désaccords majeurs. La discussion peut alors avoir lieu.

Restait enfin, pour compléter notre approche, à choisir le champ d'investigation pour l'expérimenter. L'apprentissage en pédiatrie est la spécialité qui a été choisie. La principale raison de ce choix est que le jeune âge des patients confronte les pédiatres à des modes de diagnostic beaucoup moins systématiques que lorsqu'il s'agit d'adultes. Les enfants sont bien souvent dans l'impossibilité de décrire leurs symptômes et le médecin doit en parallèle tenir compte du comportement de l'enfant, de sa relation avec ses parents et avec lui. Cette particularité de la pédiatrie amène alors souvent ces praticiens à développer des stratégies diagnostiques et thérapeutiques qui leur sont propres, elle rend les cas cliniques issus de leur expérience d'autant plus intéressants à confronter. Le Dr François-Marie Caron, pédiatre

libéral et praticien hospitalier au Centre Hospitalier Régional Universitaire (CHRU) d'Amiens, a alors joué le rôle d'expert. Nous avons ainsi choisi ensemble de nous intéresser à un domaine d'apprentissage particulier de la pédiatrie, celui de la prise en charge de la douleur chez l'enfant.

## 4.2 Le domaine d'expérimentation ▣ la douleur chez l'enfant

La prise en charge de la douleur chez l'enfant est apparue comme un domaine d'expérimentation intéressant, la douleur étant parfois moins bien prise en charge lorsqu'il s'agit d'enfants que d'adultes. Selon Fournier-Charrière, dans les services de pédiatrie «la douleur n'est pas encore prise en compte de façon systématique dans la démarche thérapeutique» [Fournier-Charrière, 1999]. Une association française (Association pour le développement de l'analgésie\* pédiatrique) a d'ailleurs réalisé une enquête nationale dont l'objectif était de mettre en place des formations sur le sujet [Bloch et al., 1998]. Cette enquête a, par exemple, mis en évidence le manque de protocoles de prise en charge de la douleur définis dans les établissements de santé français.

Il s'agit d'un domaine auquel le corps médical accorde de plus en plus d'importance, en effet, des ouvrages constitués d'articles scientifiques témoignent de l'intérêt porté par la communauté des pédiatres au sujet [Ecoffey, Murat, 1999]. Cette constatation est d'autant plus pertinente que la plupart des ouvrages de formation initiale en pédiatrie ne font pratiquement pas référence à la prise en charge de la douleur de l'enfant. De plus, le plan triennal de lutte contre la douleur, mis en place par Bernard Kouchner de 1998 à 2000, visait à favoriser la prise en charge de la douleur dans les établissements de santé, développer les formations des professionnels de santé, ainsi qu'à favoriser l'information du public [Lothon-Demerliac et al., 2001]. Le mot d'ordre était clair ▣ «La douleur n'est pas une fatalité» et par conséquent, il faut commencer à en prendre conscience.

Enfin, la principale motivation de notre intérêt pour ce domaine réside dans le contenu même des cas cliniques du domaine. Prendre en charge la douleur nécessite tout d'abord de l'évaluer et de la traiter. Or, les stratégies et les modes d'évaluation de la douleur sont généralement compliqués par le jeune âge des patients [Gauvain Piquard, 1999]. S'il existe des méthodes et des échelles d'évaluation de la douleur, adaptées à des âges différents, l'application de ces outils dans la réalité est difficile. Seule l'instauration de protocoles de prise en charge de la douleur couplée à des formations sur le sujet, peut permettre leur utilisation systématique. De plus, les stratégies et modes de traitement de la douleur, sont conditionnés par l'intensité de la douleur (telle qu'elle a pu être évaluée) et par le type de pathologie ayant engendré cette douleur. Une bonne connaissance de la douleur et du traitement analgésique est donc nécessaire. Ainsi, les cas pouvant être décrits sur une telle

thématique de la pédiatrie présentent des stratégies de résolution de problèmes originales totalement basées sur l'expérience des praticiens.

## 5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exposé les différents modes d'apprentissage relatifs à l'acquisition des connaissances médicales. L'intérêt de l'apprentissage entre pairs pour la FMC a en particulier été établi et c'est sur cette base que nous avons défini notre approche, l'apprentissage entre pairs, à partir de cas, à la prise en charge de la douleur chez l'enfant.

En FMC, les réunions de formation au cours desquelles un apprentissage entre pairs se met généralement en place, sont périodiques et présentiels. Cette caractéristique n'est pas sans poser quelques difficultés. La toute première est la disponibilité des praticiens. Les médecins sont généralement très occupés et n'ont pas nécessairement la possibilité de participer à toutes ces réunions périodiques. La deuxième difficulté est l'obligation de proximité géographique. En effet, pour pouvoir se former sur une thématique particulière qui lui semble intéressante, un praticien doit pouvoir trouver une formation traitant ce thème, qui plus est relativement proche de chez lui. Ainsi, cette obligation réduit les opportunités de regrouper un grand nombre de praticiens, experts du domaine. Or, la diversité des niveaux d'expertise et le nombre d'opinions différentes sont autant nécessaires pour rendre l'apprentissage entre pairs efficace. Enfin, la troisième difficulté réside dans le fait que les formations relatives à un sujet donné ont rarement lieu au moment exact où le praticien rencontre des difficultés ou des interrogations en rapport avec ce sujet.

Grâce aux Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC) et particulièrement au réseau Internet, il est désormais possible de s'intéresser à la mise à distance, en réseau, de ces formations de groupe. De telles formations permettent aux praticiens d'interagir avec leurs pairs et de se former en s'affranchissant des contraintes de temps et de lieu. Nous souhaitons répondre à cette problématique par la conception d'un système informatique permettant de supporter, à distance, l'apprentissage entre pairs selon les critères que nous venons de définir. Ainsi, le système DIACOM (Discussions Interactives à base de Cas pour la formation Médicale) se place dans le cadre d'une informatique éducative particulière, décrite dans le chapitre suivant.

## **CHAPITRE 2 - UNE INFORMATIQUE EDUCATIVE**

---

<b>1</b>	<b>L'enseignement à distance .....</b>	<b>35</b>
1.1	De l'enseignement par correspondance à la FAD médiatisée par ordinateur .....	35
1.2	Les plates-formes informatiques de formation à distance .....	38
1.3	L'enseignement à distance en médecine .....	40
<b>2</b>	<b>L'apprentissage avec ordinateur .....</b>	<b>43</b>
2.1	Des EAO aux EiAO .....	44
2.2	Les EIAH .....	47
2.3	Les interactions entre apprenants dans les EIAH .....	50
2.4	L'apprentissage par ordinateur en médecine .....	53
<b>3</b>	<b>DIACOM : un apprentissage avec ordinateur à distance ...</b>	<b>55</b>
3.1	Une informatique à distance spécifique.....	56
3.2	Le contexte d'une informatique éducative.....	58
3.3	Principe de DIACOM.....	59
<b>4</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>61</b>



Ce deuxième chapitre vise à présenter le contexte informatique du système DIACOM. Comme nous l'avons évoqué dans le chapitre 1, DIACOM est un système informatique visant à supporter, à distance, un apprentissage entre pairs pour la Formation Médicale Continue. Ainsi, nous avons étudié deux principaux courants, *l'enseignement à distance* et *l'apprentissage avec ordinateur*, tous deux ayant abouti à la mise en place de systèmes informatisés d'apprentissage sur la toile.

L'enseignement à distance part d'une approche principalement «éducative» où la notion de distance tient une place prépondérante. De plus, l'arrivée des nouvelles technologies et les possibilités de communication offertes par Internet ont impulsé, ces dernières années, l'émergence d'une ingénierie de la Formation A Distance (FAD), qui devient «médiatisée par ordinateur». Cette ingénierie vise à développer des systèmes informatiques et des plates-formes permettant de supporter, via le réseau, les activités dans une formation à distance.

L'apprentissage avec ordinateur part plutôt du paradigme inverse. En effet, cette informatique éducative vise à étudier l'intégration de l'ordinateur dans des problématiques éducatives. Ces dernières années, la généralisation d'Internet a également incité des recherches dans un cadre particulier d'apprentissages à distance.

Nous commençons ici par développer un état de l'art de ces deux courants. Puis, relativement à ces deux courants, nous situons le système DIACOM et en proposons le principe général de fonctionnement.

## 1 L'enseignement à distance

Dans cette section, nous présentons en premier lieu l'historique de l'enseignement à distance, depuis l'enseignement par correspondance jusqu'à la FAD médiatisée par ordinateur. Puis, nous décrivons les plates-formes informatiques qui servent à supporter les FAD sur le Web. Enfin, nous traitons de l'enseignement à distance dans le domaine médical.

### 1.1 De l'enseignement par correspondance à la FAD médiatisée par ordinateur

L'enseignement à distance, trouve son origine dans ce que l'on appelle, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, «d'enseignement par correspondance» [Perriault, 1996]. Cet enseignement s'adresse alors à un public adulte des petite et moyenne bourgeoisies en quête de promotion sociale. A partir du début du XX<sup>e</sup> siècle, l'enseignement par correspondance se tourne aussi vers les enfants, principalement dans les pays où l'isolement géographique est

important, notamment en Australie et au Canada. En France, à la même époque, les cours par correspondance s'orientent plutôt vers le soutien scolaire.

La seconde guerre mondiale favorise le développement de l'enseignement par correspondance en France [Brunswick, 1998]. En effet, des dizaines de milliers de jeunes enfants sont alors réfugiés dans le sud et doivent être scolarisés. En 1939, le CNTE (Centre National de Télé-Enseignement) est créé sous tutelle de l'Education Nationale. Il sera plus tard rebaptisé le CNED (Centre National d'Enseignement à Distance), pour devenir l'un des plus importants établissements d'Europe, spécialisés dans l'enseignement à distance. Après la guerre, il pérennise son activité essentiellement auprès d'enfants dans l'impossibilité de fréquenter les établissements scolaires traditionnels (vie à l'étranger, maladie, handicap...).

Les effectifs de l'enseignement à distance connaissent ensuite une augmentation constante, pour atteindre plusieurs millions à la fin des années 60. Cette croissance est due aux avancées des moyens de communication après-guerre. Il est vrai que les organismes de formation à distance sont, depuis leur création, précurseurs en matière d'intégration de nouveaux médias comme supports pédagogiques de leurs enseignements. Ainsi, en Grande-Bretagne, l'Open University, réalise l'une des plus importantes expériences au monde, visant à combiner la télévision à l'écrit dans le cadre de l'enseignement supérieur à distance. Créée en 1969, cette université constitue toujours une référence dans ce domaine et présente l'avantage de n'exiger aucun diplôme particulier pour pouvoir s'y inscrire.

Au cours des années 70-80, apparaissent d'autres supports, tels que les cassettes vidéos ou encore le Minitel. Au cours des années 90, l'évolution de la formation à distance s'accélère à nouveau avec l'apparition des CD-ROM et surtout celle de l'Internet. Ainsi, aux côtés d'un enseignement à distance «traditionnel▯» se développe un enseignement tout ou partie basé sur le réseau mondial.

A l'heure actuelle, les évolutions sociales, et celles des technologies de l'information et de la communication, font de l'enseignement à distance un mode de transmission des savoirs beaucoup plus attractif qu'auparavant. Selon Michel Moreau [Moreau, 2000], le rôle social de l'enseignement à distance s'est considérablement modifié▯ «▯il était parfois un mode subi de formation, c'est maintenant un mode choisi▯». En effet, l'enseignement à distance constitue l'une des réponses à la croissance des besoins de formation de nos sociétés contemporaines, croissance due à l'évolution rapide et constante des métiers et à la nécessité pour tout un chacun de se former «tout au long de sa vie▯». On parle

désormais de «Formation» à distance (FAD), plutôt que d'enseignement, et cette FAD devient «médiatisée par ordinateur».

Tout d'abord, les techniques de communication offertes par l'Internet permettent une mise en ligne du matériel pédagogique. Pour l'apprenant, l'accès à la formation est alors envisageable de chez lui et depuis son lieu de travail. La mise en réseau des formations à distance engendre également un gain d'efficacité dans la transmission des informations. Pour les formateurs, la mise à jour des matériels peut se faire en temps réel. De plus, un tutorat individualisé est désormais possible, notamment grâce à une accélération des procédures d'envoi des devoirs et du retour des corrections. Des séances de soutien peuvent être pratiquées de façon synchrone ou asynchrone et les connaissances issues de ces séances peuvent être capitalisées et mises à la disposition de l'ensemble du groupe d'apprenants. Par ailleurs, des sessions d'apprentissage en groupes peuvent être organisées et suivies entièrement à distance [Perriault, 1996].

Aujourd'hui le CNED, fort de ses 60 ans d'expérience dans le domaine, totalise plus de 400000 inscriptions, dont 80% proviennent d'adultes, et la moitié dans l'enseignement supérieur [CNED - [http](#)]. Il propose plus de 3500 formations, devenant progressivement tout ou partie disponibles sur Internet. De plus, le CNED dispose, depuis 1996, d'un Campus Electronique qui offre une télé-formation déjà large, ainsi qu'un ensemble de services en ligne (demande de dossiers, de catalogues etc.). De nombreuses universités françaises proposent, avec ou sans partenariat avec le CNED<sup>1</sup>, des formations de l'enseignement supérieur à distance. La Fédération Inter-universitaire de l'Enseignement à Distance (FIED) [Telesup - [http](#)] regroupe 25 universités et coordonne l'action et le développement des services chargés par les universités d'assurer la mise à distance de leurs enseignements.

Au plan international, le développement de la formation à distance médiatisée est également significatif. A l'Open University, qui compte désormais 200000 étudiants et continue à exploiter le potentiel de la télévision pour l'éducation, de nombreuses formations sont accessibles via le réseau [Open University - [http](#)]. La Télé-Université du Québec est également un organisme de formation à distance mondialement connu. Environ 17000 étudiants suivent des cours de premier, deuxième et troisième cycles. Depuis 1992, ces étudiants bénéficient notamment d'un tutorat individualisé par le biais du réseau [Hotte, 1998]. Aux Etats-Unis, il n'existe pas, comme en France et en Angleterre,

---

<sup>1</sup> Le CNED n'étant pas une structure universitaire, il n'est pas habilité à délivrer des diplômes universitaires. Il doit alors établir des partenariats avec les universités qui se chargent de l'organisation pédagogique de la formation en question et de décerner le diplôme.

d'organisme institutionnel chargé de l'enseignement à distance. Ce sont les universités elles-mêmes qui créent des versions numériques des formations qu'elles dispensent. Plus de la moitié d'entre-elles proposent désormais ce type de service.

En outre, l'engouement pour l'enseignement à distance médiatisé par ordinateur n'est pas passé inaperçu auprès des acteurs du monde économique. Certains voient dans la FAD médiatisée par ordinateur l'un des enjeux majeurs de la net-économie de ce début du troisième millénaire. Ainsi, de nombreuses entreprises relèvent le défi d'organiser la formation professionnelle par le réseau. Cette méthode de formation permet de faire suivre aux employés les formations nécessaires à la mise à jour de leurs savoirs et savoir-faire, directement sur leur lieu de travail. Il s'agit principalement d'abaisser les coûts de formation, en diminuant les frais de déplacement en stages et en séminaires. La formation à distance médiatisée par ordinateur devient alors un enjeu économique et concurrentiel important [Gil, 2000].

Pour assurer un soutien logiciel à toutes ces formations en ligne, les formations à distance doivent s'appuyer sur ce que l'on appelle des plates-formes informatiques de formation à distance [Georges, 2001]. Le paragraphe suivant présente la notion de plate-forme de formation à distance, aussi appelées plates-formes de télé-formation ou de e-formation, et leurs principales fonctionnalités.

## **1.2 Les plates-formes informatiques de formation à distance**

Une plate-forme informatique de formation à distance est un système logiciel qui assiste et supporte la mise en place et la pérennisation des formations à distance basées sur les réseaux informatiques. Une plate-forme regroupe alors des outils et des ressources qui visent à assister les acteurs d'une formation à distance [Paquette, 2000]. Selon le bulletin électronique de la veille technologique THOT [THOT - <http>], le nombre de plates-formes opérationnelles serait d'environ 175. L'objectif, ici, n'est pas d'en faire une description exhaustive, mais plutôt d'en expliciter les modes d'interaction, en insistant sur la place laissée aux interactions entre pairs dans les apprentissages. Cette explicitation passe en premier lieu par une présentation des fonctionnalités offertes par les plates-formes aux acteurs des formations à distance.

Une analyse bibliographique à propos des plates-formes de FAD a été réalisée au sein de notre laboratoire ([Lecllet, Trouillet, 2001a], [Lecllet, Trouillet, 2001b]). Cette analyse s'appuie sur deux études<sup>□</sup> : la première menée par l'Observatoire des Ressources

Audiovisuelles pour l'Education Permanente (ORAVEP)<sup>2</sup> [ORAVEP, 2000], la seconde réalisée par l'association «Le Préau»<sup>3</sup> [Preau et al., 2000]. Ces deux études se rejoignent sur la définition des acteurs d'une plate-forme de formation à distance et sur les fonctionnalités offertes par celles-ci.

Trois types d'acteurs ont alors été identifiés : l'administrateur, le formateur et l'apprenant. Tout d'abord, l'administrateur installe et assure la maintenance du système, gère les accès et les droits de chacun et crée des liens.

Ensuite, le formateur crée les parcours pédagogiques types et individualisés, incorpore les ressources pédagogiques multimédias et enfin effectue le suivi des apprenants. Le Préau précise, dans [Preau et al., 2000], la terminologie concernant les catégories d'acteurs en distinguant deux sous-catégories de formateurs : le créateur de cours et le tuteur. Ainsi, le créateur de cours crée les grains pédagogiques et les organise hors ligne et en ligne. Le tuteur organise le parcours, gère les résultats des activités d'apprentissage, organise des contenus pour les apprenants et, comme le créateur de cours, il interagit avec les autres acteurs.

Enfin, l'apprenant consulte en ligne ou télécharge les contenus pédagogiques, organise son apprentissage, traite les exercices, s'auto-évalue et rend des devoirs d'évaluation. Ces devoirs sont corrigés par les formateurs ou les tuteurs, puis renvoyés à l'apprenant par messagerie électronique. L'activité de l'apprenant est parallèlement suivie par l'administrateur.

Pour soutenir ces activités, les plates-formes offrent un ensemble de fonctionnalités variées. Les études de l'ORAVEP et du PREAU ont relevé les fonctionnalités suivantes :

- des outils de création et de gestion des documents pédagogiques,
- des fonctionnalités permettant au formateur de suivre les activités ou certains aspects des activités menées par les apprenants,
- des outils de tests et de QCM en ligne,
- des systèmes de messagerie qui permettent de transférer des messages et des documents attachés entre les acteurs,

---

<sup>2</sup> L'ORAVEP est rebaptisée ALGORA en février 2001. Sa mission est «d'apporter aux acteurs professionnels de la formation des informations concernant la transformation et le développement de ces nouveaux systèmes» [ALGORA - http].

<sup>3</sup> Le Préau se présente comme «un laboratoire évolutif d'assistance, de conseil, d'échanges et de veille en faveur des Nouvelles Technologies Educatives» [PREAU - http].

- des chats, outils de dialogue en temps réel permettant l’affichage des textes échangés et leur sauvegarde,
- des forums, systèmes asynchrones de questions-réponses.

Si l’on compare ces fonctionnalités aux activités décrites précédemment, on remarque que seules les quatre premières sont réellement utilisées dans le cadre de l’apprentissage. Ceci est dû au fait que la plupart des plates-formes exploitent un modèle d’enseignement principalement orienté vers la mise en ligne de contenus pédagogiques et vers la gestion administrative des activités des apprenants. Selon [Préau et al., 2000], «des plates-formes de télé-formation sont avant tout conçues comme des outils pour la gestion de cours par correspondance électronique▯».

Or, nous avons déjà évoqué, dans le chapitre 1, les effets positifs des interactions entre apprenants sur l’apprentissage, notamment en médecine. Dans les plates-formes de FAD, on retrouve essentiellement deux fonctionnalités qui visent à favoriser la communication entre les acteurs▯ les chats et les forums de discussion. Ces fonctionnalités ont surtout pour vocation de pallier l’isolement des apprenants, qui constitue l’un des problèmes majeurs de la FAD et qui est générateur d’abandon. Cependant, selon Peraya [Peraya, 1999], les thèmes des discussions sur les forums de la formation à distance sont plutôt d’ordre général, conceptuel ou technique, et concernent rarement le contenu même des cours. Perret et Thevenaz soulignent alors l’importance d’un cadrage précis de la part de l’enseignant ou de l’institution responsable du forum, pour que les apprenants comprennent le rôle exact du forum dans leur apprentissage et ce que l’on attend d’eux précisément [Perret, Thevenaz, 2000].

Favoriser les interactions entre apprenants dans le cadre d’activités d’apprentissage ne permet pas uniquement de pallier l’isolement de ces apprenants. Cela permet, lorsque ces interactions sont guidées et effectuées selon des scénarios pédagogiques précis, de favoriser la co-construction de connaissances. Ainsi, s’intéresser au développement d’outils, supports d’apprentissage collectif et intégrables dans de telles plates-formes, s’avère être une problématique de recherche intéressante. Ceci est d’autant plus vrai dans le cadre de la médecine. En effet, la médecine est un domaine très demandeur d’apprentissage collectif et dans lequel encore peu de développements sont effectués. Voyons précisément ce qu’il en est.

### 1.3 L’enseignement à distance en médecine

Intéressons-nous dans un premier temps à la formation médicale initiale.

### ***En Formation Médicale Initiale***

Dans la recherche en informatique médicale, de nombreux développements visent à élaborer des supports d'enseignement à distances pour la FMI. Ainsi, la faculté de médecine de l'université de Rennes<sup>1</sup> possède un «réseau pédagogique» par lequel celle-ci offre aux étudiants la possibilité d'accéder à des supports de cours, des forums de discussion et tout autre ressource ayant trait à la pédagogie médicale [Rés Ped Rennes1 - [http](#)]. Toutefois, la totalité de la formation initiale n'est pas dispensée en ligne. Il s'agit plutôt d'allier un ensemble de cours et TD/TP dispensés en présentiel, avec des ressources (polycopiés, exercices) disponibles en réseau. La faculté de médecine de Grenoble met également à disposition des étudiants les contenus des enseignements du second cycle médical sur le réseau [Alpesmed - [http](#)]. De plus, des QCM et questions de cours sont à disposition des étudiants pour les aider à s'auto-évaluer. Enfin, l'université de Lyon propose une grande quantité de polycopiés téléchargeables ou accessibles en ligne [Lyon - [http](#)].

Par ailleurs, des dispositifs pédagogiques ont été développés au sein de certaines facultés de médecine françaises, sous le nom «d'universités médicales virtuelles». Ainsi, en 1997, le laboratoire d'informatique médicale de l'université de Rennes<sup>1</sup> a développé, dans le domaine de la radiologie, une université virtuelle. Cette université virtuelle se veut un moteur permettant l'organisation, la dispense et le contrôle des connaissances médicales. L'expérience de la mise en place de ce type d'université a été profitable puisqu'il existe désormais un projet national de cet ordre : l'Université Médicale Virtuelle Française (UMVF). L'UMVF est un projet coopératif qui repose sur un consortium universitaires-industriels. Les objectifs annoncés de l'UMVF sont de permettre l'accès à des documents et des ressources pédagogiques et de pouvoir prendre en compte tous les types de pédagogie [Le Beux UMVF - [http](#)]. L'UMVF vise également à permettre une coopération modulable entre ses différentes composantes, à gérer l'enseignement présentiel et virtuel et enfin à offrir ces services aux étudiants, aux enseignants et au personnel administratif.

Malgré le fait que de nombreux serveurs pédagogiques existent en France, le choix a été fait d'appuyer l'UMVF sur une plate-forme de FAD existante, ce qui offre l'avantage de permettre un meilleur suivi pédagogique [Brunetaud et al., 2001]. La plate-forme retenue pour le projet est le Campus Virtuel de la société Archimed [Archimed - [http](#)]. Cette plate-forme a tout d'abord un rôle de gestion en permettant

une intégration de toutes les ressources pédagogiques souhaitées par le consortium<sup>4</sup>. Cependant, la plate-forme n'est pas utilisée telle quelle. En effet, la dimension nationale du projet et la spécificité de la pédagogie médicale nécessitent une évolution de cette plate-forme. L'essentiel du projet vise ainsi à développer de nouveaux outils intégrables dans la plate-forme et dédiés à la formation médicale, comme des outils d'apprentissage coopératif, ou encore des TP virtuels.

D'autres développements et travaux sont plutôt destinés à l'organisation d'une FMC distancielle.

### ***En Formation Médicale Continue***

En FMC, il est plus délicat de déterminer les sites Internet précisément dédiés à la formation. En effet, on peut considérer que l'ensemble du web médical peut constituer un support de formation à distance pour les praticiens [Cassagne et al., 1999]. On estime entre 15 000 à 20 000 le nombre de sites Internet consacrés à la médecine. Ils sont gérés par des ministères, des universités, des hôpitaux ou des firmes pharmaceutiques [Denef, 2001]. Ils s'adressent tant aux professionnels de santé qu'au grand public et concernent aussi bien les pathologies, les traitements, les techniques médicales que des résultats de recherche. MEDLINE est, par exemple, la plus grande base de données d'articles médicaux accessibles sur le web [Medline - http]. Concernant la pratique clinique, il est intéressant de souligner que le Web regorge également de sites offrant des cas cliniques plus ou moins interactifs à destination des médecins ([Meducation - http], [Interact Patient - http], [Vascul Inf Cases - http], [Dermatonet - http]).

En dehors des sites web médicaux, certaines initiatives font l'objet d'une évaluation permettant aux praticiens de justifier de leur FMC. Par exemple, le projet EUROTRANSMED, diffuse de la formation médicale continue par satellite et par l'Internet depuis plus de huit ans [Menu et al., 2001]. L'université de Rennes s'avère également précurseur dans le développement d'outils de formations à distance. Ainsi, l'université médicale virtuelle de Rennes<sup>1</sup> [Univ Virt Rennes1 - http] a tout d'abord été créée pour les étudiants de la faculté de médecine, donc en formation initiale. Elle s'est ouverte aux praticiens en FMC à partir de 1998 [Séka et al., 1998] et comporte aujourd'hui plus de 5000 inscrits.

---

<sup>4</sup> Durant la phase d'expérimentation du projet, Archimed a mis à disposition du consortium un site expérimental, qui permet de tester les fonctionnalités intégrées au fur et à mesure du développement du projet [Archimed UMF - http].

L'université virtuelle de radiologie offre aux médecins un ensemble d'outils de formation disponibles en ligne, ainsi qu'une bibliothèque et une iconothèque, dans lesquelles se trouvent nombre de documents, d'images ou de cas cliniques. L'université propose également des outils d'évaluation des connaissances comme des QCM, des évaluations par cas cliniques ou encore de la lecture évaluée. Une fonctionnalité particulièrement intéressante offerte aux apprenants est le Staff Virtuel. Le Staff Virtuel est un forum de discussion asynchrone exclusivement dédié aux cas cliniques. D'une part, chaque participant peut soumettre un cas clinique à l'évaluation des autres apprenants. D'autre part, il peut lui-même consulter les cas décrits par d'autres et éventuellement donner sa propre opinion. Ce staff est partagé aussi bien par les apprenants en FMC et en FMI, que par les enseignants.

Ces exemples de dispositifs d'enseignement médiatisés par ordinateur exploitent deux types de modes d'apprentissage. L'un est plutôt centré sur l'apprenant qui s'auto-forme. L'autre est davantage bilatéral entre apprenant et enseignant/tuteur. En revanche, le partage et la confrontation de cas cliniques, en groupe, si prisés en FMC traditionnelle, sont encore sous-exploités dans le cadre de la formation à distance médiatisée par ordinateur. Certains travaux d'évaluation de formations à distance en médecine confirment cette constatation. Pagonis [Pagonis et al., 2000] souligne, notamment, que les praticiens ont regretté la «rupture des relations avec les autres apprenants▯» dans le cadre d'un module de pharmacologie mis en ligne.

Un autre domaine de recherche en informatique vise depuis de nombreuses années à étudier et à développer des systèmes d'apprentissage avec ordinateur. Dans cette informatique éducative, la notion de distance n'est pas la préoccupation principale. L'objectif est, avant tout, d'étudier les situations d'apprentissage induites par l'intégration des technologies dans l'éducation. En médecine, ces travaux visent en particulier à définir des dispositifs de formation fondés sur les besoins des apprenants et sur les pratiques du domaine médical. La section suivante présente l'état et l'historique de ces recherches ainsi que les investigations dans le domaine médical.

## 2 L'apprentissage avec ordinateur

Selon Bruillard [Bruillard et al., 2000], l'apprentissage avec ordinateur ne consiste pas en une intrusion de méthodes et dispositifs issus de l'informatique dans le domaine de l'éducation. L'objectif est plutôt de voir comment deux domaines tels que les sciences de l'éducation et l'informatique peuvent «s'enrichir mutuellement▯». Pour cela l'informatique ne doit pas être totalement étrangère aux sciences humaines et les

développements informatiques ne peuvent être conçus que selon un intérêt tout particulier porté à l'usage qui en est fait.

Ainsi, dès la création des premiers ordinateurs, de nombreux programmes de recherche ont été menés, concernant l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement. Cette partie décrit le cheminement des travaux de recherche réalisés dans ce cadre. Nous commençons par présenter le domaine de l'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO), fondement des recherches dans ce domaine. Ensuite, l'EIAO (Enseignement Intelligent Assisté par Ordinateur) né de l'apport de l'Intelligence Artificielle dans le développement de systèmes informatiques pour l'enseignement, est abordé. Puis, nous traitons des recherches en EiAO (Environnements interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur) dans lesquels la notion d'interactivité et d'apprentissage collectif prend toute son importance. Enfin, nous détaillons les plus récentes recherches en EIAH (Environnements Interactifs pour les Apprentissages Humains), issues de la volonté de placer l'humain, en particulier l'apprenant, au centre du dispositif d'apprentissage [Balacheff et al., 199 ]. L'apparition du sigle EIAH coïncide avec l'avènement des technologies web, ce qui confère aux EIAH la particularité de prendre en considération les aspects distribués des apprentissages. Notons qu'en informatique éducative, les sigles sont utilisés pour identifier aussi bien les domaines de recherches que les systèmes. Ainsi, dans la suite, on parlera de l'EAO, l'EIAO ou l'EIAH lorsque l'on abordera les domaines de recherche et d'un EAO, un EIAO ou un EIAH lorsqu'il s'agira de systèmes développés dans le domaine.

## 2.1 Des EAO aux EiAO

Les premiers travaux concernant l'enseignement à l'aide de machines apparaissent dans les années 50. Ces machines à enseigner visent alors à programmer l'enseignement et se basent sur une approche béhavioriste de l'apprentissage [Bruillard, 1997]. Ainsi, l'enseignement est considéré comme le déroulement d'un programme, l'apprenant devant répondre aux sollicitations de la machine. Les interactions sont effectuées sous la forme de questions-réponses et la réponse à une question conditionne la question suivante. Les systèmes d'EAO sont nés dans les années 60-70 avec l'apparition des premiers ordinateurs et sont le prolongement de cette volonté de programmer l'enseignement. Les logiciels d'EAO sont généralement constitués de leçons, elles-mêmes divisées en concepts que l'apprenant doit acquérir l'un après l'autre. Une session d'enseignement se présente comme une suite de questions ou d'exercices simples que l'ordinateur propose à l'apprenant. Celui-ci doit y répondre impérativement pour pouvoir progresser dans la leçon [Caillot, 1997]. Le parcours de l'élève au cours de la session, tout comme les réponses exigées et les critères de compréhension, sont alors pré-établis. Ainsi, de tels

systèmes pré-programmés ont difficilement une vision globale du comportement et du niveau de l'apprenant. Au début des années 80, ce constat a conduit leurs concepteurs à les faire évoluer progressivement vers une meilleure adaptation à l'élève. De nouveaux systèmes sont alors conçus, bénéficiant peu à peu des recherches sur la modélisation des connaissances de l'enseignement, et sur les stratégies pédagogiques. Citons par exemple Algebrand [Brown 1985] et Alacsyma-advisor [Genesereth, 1982] pour l'apprentissage des mathématiques puis, plus tard, Starguide [Claës et al. 1988] et ensuite Appat [Brouaye et al. 1987].

Dans les années 80, l'ÉAO évolue vers une intégration progressive des méthodes et techniques issues de l'Intelligence Artificielle. Ces méthodes ont permis de doter les systèmes d'enseignement de capacités d'analyse et de déduction au même titre que les systèmes experts [Voyer, 1987] et de concevoir ainsi des Systèmes Tutoriels Intelligents (STI). Ces STI font partie des systèmes dits d'EIAO (Enseignement Intelligent Assisté par Ordinateur). L'apprenant est alors entièrement tutoré par un logiciel «expert dans le domaine d'apprentissage et expert en pédagogie» qui dialogue avec lui et l'aide dans des activités de résolution de problèmes [Bruillard et al., 2000]. Selon Mendelsohn et Dillenbourg dans [Mendelsohn, Dillenbourg, 1991], «Les fonctions principales d'un tutoriel intelligent doivent répondre à trois questions: quel contenu enseigner? comment diagnostiquer les difficultés de l'élève? quelle méthode ou stratégie d'enseignement adopter?».

Un STI se décompose alors en trois modules dont la fonction est de répondre à chacune de ces questions: «why? who? et how?» [Self, 1974]. Le module expert est composé des connaissances du domaine. Il permet la mise en œuvre du raisonnement. Le module de l'élève (appelé généralement «modèle») représente l'état des connaissances de l'apprenant. Ces connaissances constituent généralement un sous-ensemble des connaissances du module expert. Ce module s'enrichit tout au long de la session d'enseignement. Le module pédagogue, quant à lui, comprend les connaissances pédagogiques. Il pilote la session d'enseignement en donnant éventuellement «la main» au module expert, afin que ce dernier active ses connaissances de résolution de problème. Il adapte également les stratégies pédagogiques en fonction des réponses de l'élève et de leur adéquation avec les informations issues du module expert. Un quatrième module est par la suite ajouté afin de gérer l'interface entre l'apprenant et le système.

Un grand nombre de tuteurs intelligents ont été conçus entre le milieu des années 1970 et la fin des années 80. SCHOLAR est l'un des premiers, destiné à l'apprentissage de la géographie en Amérique du sud [Carbonell, 1970]. On peut citer également WHY [Stevens et al., 1982] pour la météorologie, GEOMETRY-TUTOR [Anderson, Reiser, 1985] pour la

géométrie et LISP-TUTOR [Reiser et al., 1985] pour l'apprentissage du LISP. En France, l'un des premiers projets a été conçu dans l'équipe d'EIAO du Laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine (LIUM). Il s'agissait d'AMALIA, un tuteur pour le calcul algébrique [Vivet et al., 1988]. Ce projet sera par la suite à l'origine de QUIZ, un tuteur enseignant les stratégies d'enchères au bridge [Labat, Futtersack, 1990] ou encore d'ELISE [Delozanne, 1992], un logiciel d'apprentissage du calcul algébrique.

La recherche en matière d'apprentissage avec ordinateur a conduit progressivement à une modification de l'architecture de ces systèmes. En effet, la faiblesse des STI réside principalement dans le fait que la modélisation des connaissances du module pédagogue, du modèle de l'élève et du module expert, s'avère difficile à mettre en œuvre [Bruillard, 1997]. Les difficultés d'élaboration du module pédagogue ont, en particulier, mis en évidence la nécessité de l'intervention d'un tuteur «humain». C'est alors la remise en cause de «l'ordinateur comme tuteur». L'accent est désormais mis sur l'élaboration de systèmes visant à assister l'élève et l'enseignant dans leurs activités respectives.

Parallèlement aux EIAO, se sont développés dans les années 80 des logiciels de type micromondes. Ces logiciels sont davantage centrés sur la notion d'apprentissage, plutôt que sur celle de l'enseignement, et en proposent une approche constructiviste. Contrairement aux STI, ce n'est pas l'ordinateur qui joue le rôle du tuteur et enseigne à l'apprenant, mais c'est ce dernier qui gère lui-même son apprentissage, en totale autonomie et à l'aide de l'ordinateur. Dans un environnement de type micromonde l'apprenant évolue dans un univers abstrait représentant une simulation simplifiée du domaine qu'il étudie. En manipulant les concepts de ce monde abstrait, l'élève construit ses propres représentations et connaissances à propos du domaine. L'exemple le plus connu de micromonde est LOGO [Papert, 1981] pour l'apprentissage de la programmation, introduit plus tard en France par Jacques Perriault. Cette catégorie de logiciels trouve néanmoins sa faiblesse dans le manque de guidage et d'assistance offerts à l'apprenant, qui travaille en totale autonomie et peut se trouver assez perdu lorsqu'il rencontre des difficultés.

Comme un compromis entre les systèmes plutôt directifs, tels que les STI, et les micromondes plutôt ouverts et libres, se développent au début des années 90 les Environnements interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur (EiAO). Les recherches se centrent alors davantage sur les besoins de l'apprenant. Elles visent parallèlement à intégrer l'enseignant dans la conception des systèmes, en lui définissant un rôle et en lui proposant des outils spécifiques à la gestion de son activité nouvelle [Bruillard et al., 2000]. Cette évolution du sigle EIAO permet de spécifier les nouvelles orientations de recherche en informatique éducative [Baron et al., 1991]. Tout d'abord, le terme

Enseignement a été remplacé par le terme Apprentissage car ces systèmes s'intéressent désormais davantage à l'activité d'apprentissage de l'apprenant et à la construction de ses connaissances, plutôt qu'à la manière dont ces connaissances lui sont transmises. Ensuite, le mot «Assisté» par Ordinateur est remplacé par «Avec» Ordinateur, pour mettre en évidence la nouvelle place de l'ordinateur dans le processus éducatif. L'ordinateur n'est plus le tuteur. Il devient l'un des acteurs du scénario d'apprentissage induit par l'EiAO, au même titre que l'enseignant ou encore les co-apprenants. Nous pouvons citer comme exemple de systèmes EiAO, le système APLUSIX, dans le domaine de la factorisation des polynômes et la résolution d'équations [Nguyen, Nicaud, 1995], le système SCHNAPS d'aide à la résolution de problèmes en chimie [Blondel, 1996] ou encore Télé-Cabri, un système de communication qui permet à un élève de résoudre à distance un problème de géométrie à l'aide de Cabri-géomètre [Balacheff et al., 1996]. Par ailleurs, dans les nouveaux EiAO, les aspects interactifs et coopératifs de l'apprentissage entrent dans les préoccupations des chercheurs du domaine, avec par exemple le projet ROBOTTEACH pour l'apprentissage coopératif de la robotique [Leroux, Vivet, 1996].

A la fin des années 90, l'évolution et la généralisation des technologies de la communication, et notamment celle du réseau mondial, viennent placer la notion de distance au centre des problématiques de recherche en informatique éducative. De nouveaux systèmes se développent et mettent l'accent sur l'aspect distribué et coopératif des apprentissages, avec comme principale préoccupation : «replacer l'humain au centre du dispositif d'enseignement». Le paragraphe suivant présente cette dernière génération de systèmes éducatifs, présentés désormais sous le sigle EIAH (Enseignement Informatisé pour l'Apprentissage Humain) [Balacheff et al., 1997].

## 2.2 Les EIAH

Les Environnements Informatisés pour l'Apprentissage Humain (EIAH), sont des systèmes d'apprentissage avec ordinateur, développés et évalués pour permettre à des êtres humains d'apprendre. L'article de Bruillard [Bruillard et al., 2000] faisant état de quinze ans de recherche au Laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine en informatique éducative, explique parfaitement l'évolution du sigle EIAO vers EIAH. Cet article précise tout d'abord que développer des systèmes d'apprentissage avec ordinateur revient à gérer différents modes d'interaction : entre apprenants ; entre apprenants et tuteurs ; entre un(des) apprenant(s) et un(des) logiciel(s) : «Il s'agit de concevoir des environnements complexes, intégrant des machines assumant plusieurs rôles avec des acteurs humains différents». L'humain et sa(ses) place(s) au sein du dispositif d'apprentissage entrent plus que jamais au centre des préoccupations des chercheurs. Ainsi, Bruillard souligne que la

notion de distance dans les apprentissages vient notamment opérer des évolutions dans les architectures des systèmes informatisés pour l'éducation. Ces nouveaux systèmes assistent, désormais, à la fois l'activité des apprenants et celle des enseignants. Ils visent notamment à répondre à des problématiques de co-apprentissage et «d'assistance à des humains distants».

A titre d'exemple dans les travaux de recherche en EIAH, nous pouvons citer le projet européen ARIADNE (Alliance of Remote Institutional Authoring and Distribution Networks for Europe), qui vise à développer des outils et méthodologies pour la production, la gestion et la mutualisation de matériaux pédagogiques médiatisés et de programmes de formation sur Internet [Ariadne - <http>]. Des projets sont également menés dans ce sens au LIUM, avec par exemple le projet Télé-Apprentissage qui vise l'élaboration d'outils dédiés à la formation à distance. Ce dernier a conduit au développement d'un ESSAIM, un Environnement pour le Suivi pédagogique Synchronique d'Activités d'apprentissage Médiatisées [Desprès, 2001] et au système SPLACH pour l'apprentissage coopératif par projet [George, 2001]. Des projets plus récents sont également en cours dans d'autres équipes, comme le projet AMBRE (Apprentissage de Méthodes Basé sur le Raisonnement à partir de l'Expérience), un EIAH utilisant un processus d'apprentissage proche du raisonnement à partir de cas pour l'enseignement de méthodes [Guin-Duclosson et al., 2002].

Avec le sigle, ce ne sont pas seulement les systèmes informatiques qui ont évolué, c'est également la discipline de recherche. En effet, l'approche pluri-disciplinaire du domaine de recherche s'affirme et se renforce dans les recherches en EIAH. D'après Delozanne, [Delozanne, 2001], les caractéristiques des EIAH peuvent être énoncées, d'une part, du point de vue informatique et, d'autre part, du point de vue des sciences humaines. En informatique, la recherche en EIAH s'intéresse aux processus de communication entre les hommes et des machines dans des situations d'apprentissage. Cette recherche s'appuie sur d'autres disciplines avec lesquelles elle partage des objets et des méthodes d'expérimentation. Du point de vue des sciences humaines, la recherche en EIAH se focalise plutôt sur les processus d'apprentissage humain dans des situations de communication entre des hommes et des machines. Cette recherche s'appuie sur des dispositifs techniques qui fournissent aux chercheurs à la fois des instruments d'expérimentation et des outils pour une «ingénierie des situations d'apprentissage». Ainsi, les équipes de recherche se constituent aussi bien d'informaticiens, que de didacticiens, de linguistes ou de psychologues. Les travaux menés permettent le développement de prototypes informatisés mais également une observation de l'usage des EIAH et des scénarios d'apprentissage qui en découlent.

En France, la recherche en EIAH s'organise autour de cette pluridisciplinarité, tant au niveau de l'informatique, qu'au niveau des sciences de l'homme et de la société. En effet, le département Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) du CNRS a créé une quarantaine de Réseaux Thématiques Pluridisciplinaires. Parmi eux, le RTP39 «Apprentissage, Education et Formation» a été mis en place, précisément pour s'intéresser aux questions soulevées par la conception, la réalisation et l'évaluation des EIAH. Selon le texte d'orientation de ce réseau, disponible sur le site du RTP39 [RTP39 - http], l'enjeu est de «donner à ces recherches des fondements qui apportent les moyens d'un travail scientifique commun dans le champ partagé des EIAH (enjeux pluridisciplinaires), mais préserver cependant la diversité des problématiques (enjeux disciplinaires)». Ce réseau regroupe la plupart des équipes françaises qui travaillent dans le domaine.

Une thématique de recherche en EIAH vise, en particulier, l'élaboration d'outils supports d'apprentissage collectif. Ces outils visent principalement à définir et à expérimenter des environnements d'apprentissage de groupe autour d'activités collectives. La distinction n'étant pas toujours faite entre coopération et collaboration, ces systèmes peuvent être regroupés sous le terme d'Environnement Interactif d'Apprentissage Coopérant (EIAC). En anglais, le sigle CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) est le plus utilisé [CSCL - http]. Ces systèmes se fondent sur le principe éducatif de l'apprentissage collaboratif/coopératif. Selon Johnson et Johnson, «l'apprentissage coopératif existe dès que des étudiants travaillent ensemble pour accomplir des objectifs d'apprentissage communs» [Johnson et al., 2000]. Les expérimentations menées dans ce domaine visent alors à répondre à la question : «Est-ce que l'apprentissage collaboratif est plus efficace qu'apprendre seul?» [Dillenbourg et al., 1996]. Ainsi, les EIAC offrent des fonctionnalités «informatiques» d'interaction permettant à des groupes d'apprendre ensemble. La plupart de ces systèmes canalisent des interactions entre apprenants, en proposant aux groupes des activités communes de résolution de problèmes. Les connaissances à acquérir sont des connaissances en construction et le public visé est bien souvent constitué d'apprenants en formation initiale. On peut citer en exemple le système SPLACH [George, Leroux, 2001], dédié à l'apprentissage à distance et par projet dans le domaine de la robotique, ou encore les systèmes développés par l'équipe de M. Baker, dans le cadre de l'apprentissage coopératif des sciences<sup>5</sup> [Baker et al., 1999].

Le paragraphe suivant détaille en particulier ces recherches sur les interactions entre apprenants dans les EIAH.

---

<sup>5</sup> Ces travaux feront l'objet d'une description plus approfondie dans la section 3.1 de ce chapitre.

### 2.3 Les interactions entre apprenants dans les EIAH

Certains EIAH visent à supporter un apprentissage par le biais de discussions entre apprenants. Parmi ces systèmes, nous avons considéré deux catégories. La première regroupe les systèmes dont l'objectif est précisément «**d'apprendre à interagir**», comme le système BetterBlether [Robertson et al., 1998]. Le système DIACOM ne se positionne pas dans cette catégorie, car il vise la co-construction de connaissances sur les stratégies de prise en charge de la douleur, et non pas l'apprentissage des médecins à interagir.

La deuxième catégorie concerne les systèmes favorisant les interactions effectives entre apprenants, dans le cadre d'activités collectives de résolutions de problèmes à distance. Nous nous sommes intéressés aux travaux de Baker relatives aux interactions épistémiques, définies comme des interactions verbales, en particulier explicatives et argumentatives [Baker et al., 1999]. L'objectif de ces recherches est d'étudier les **conditions favorables** à l'émergence de telles interactions lors d'activités de résolution de problèmes. Cette étude a été menée sur cinq ans grâce à l'élaboration de trois EIAC pour l'apprentissage des sciences : C-CHENE, CONNECT et DAMOCLES. Ces EIAC disposent d'interfaces de communication synchrones par Internet. Les élèves doivent, à travers ces interfaces, expliquer et défendre leurs propres points de vues, points de vues par rapports auxquels ils ont un certain degré d'engagement. Ces phases d'interactions dialoguées et d'argumentation peuvent alors amener les apprenants à clarifier leur discours et leurs opinions, voir à modifier leur degré d'engagement vis à vis d'une solution. Nous présentons ici un résumé de ces recherches présentées dans [Baker et al., 2001].

#### **C-CHENE**

Le système C-CHENE permet à des couples d'apprenants (dyades) d'apprendre à constituer des chaînes énergétiques (modèles qualitatifs de stockage, de transfert et de transformation de l'énergie) dans des situations expérimentales simples. Deux interfaces consécutives ont été conçues. L'utilisation de ces interfaces par des dyades d'apprenant a ensuite été analysée, en particulier les interactions épistémiques qu'elles pouvaient engendrer.

Suite à l'usage de la première interface, de type «**boîte de dialogue**», le bilan est plutôt nuancé. Les élèves se sont peu engagés dans les interactions épistémiques. Il semble en effet que la charge cognitive induite par l'activité de résolution de problèmes soit trop importante pour faciliter des interactions épistémiques en parallèle. Par ailleurs, il faut remarquer que quelques dyades n'ont pas interagi. Enfin certains éléments de la boîte de dialogue ont été détournés, comme le bouton

d'alerte qui a été utilisé pour permettre de notifier à l'autre qu'il passe d'une phase de dessin à une phase de discussion.

Cette constatation a permis aux auteurs de prendre conscience qu'un certain degré de contrainte dans la communication n'était pas nécessairement négatif. La seconde interface a alors été conçue comportant des boutons spécifiques de communication dédiés à des fonctions particulières. L'objectif sous-jacent de cette interface est d'aider à l'expression des points de vue et d'améliorer la gestion des interactions. Suite à l'utilisation de cette nouvelle interface par quatre dyades, il apparaît qu'un degré de contrainte sur la communication médiatisée favorise des interactions plus axées sur la réflexion, même si le degré d'interactions épistémiques reste inchangé.

Ainsi, cette série de travaux relatifs à l'EIAC C-CHENE a permis de constater que la charge cognitive visant à assurer en parallèle la résolution de problème et les interactions épistémiques était trop importante. Il est alors préférable de séparer les phases de résolution de problème des phases de discussion. Enfin, un second constat important est qu'il apparaît nécessaire de choisir les partenaires d'une interaction de façon judicieuse. Cela permet d'éviter les non-interaction, voir d'en augmenter l'efficacité. La phase de recherche suivante, relative à l'EIAC CONNECT tient compte de ces conclusions.

### **CONNECT**

Le système CONNECT est un EIAC dédié à la comparaison critique de textes individuels et à la rédaction collective d'un texte. L'idée est de constituer des dyades d'apprenants qui ont un intérêt à interagir lors d'une activité de rédaction collective de texte. Ainsi, chaque apprenant commence par rédiger individuellement un texte. CONNECT se préoccupe ensuite d'analyser les contributions textuelles et d'en comparer les différences conceptuelles. Cette comparaison aboutit à la constitution de dyades d'apprenants, propices au développement d'interactions épistémiques, en favorisant les appariements qui maximisent ces différences conceptuelles. Enfin, CONNECT diminue la charge cognitive due à l'activité de résolution de problème, en proposant un séquençement des tâches de rédaction individuelle, d'interaction, puis de rédaction collective.

CONNECT a été expérimenté sur une tâche d'interprétation d'un phénomène sonore avec six dyades d'une classe de seconde. CONNECT a alors mieux réussi à promouvoir les interactions épistémiques que le système C-CHENE, notamment grâce aux principes de constitution des dyades et au séquençement des étapes de discussion et de résolution de problèmes. Le troisième système conçu par l'équipe de Baker se nomme

DAMOCLES. Il capitalise les retours d'expériences relatifs à la conception et à l'expérimentation de C-CHENE et de CONNECT.

### **DAMOCLES**

Le dernier système développé et étudié se nomme DAMOCLES [Quignard, 2000]. Cet EIAC est dédié à la construction de chaînes énergétiques et à l'argumentation autour de solutions composées. Le point fort de DAMOCLES est de permettre aux élèves de réfléchir à leurs propres solutions et de s'engager à leur égard, avant de procéder aux interactions. Ce principe permet d'une part au système de comparer les solutions individuelles, pour constituer les dyades. D'autre part, du fait de l'engagement qu'ils prennent vis-à-vis de leur solution, les apprenants ont une base solide de réflexion pour pouvoir défendre leurs points de vues. Ainsi, les élèves de DAMOCLES commencent par construire leur propre chaîne énergétique. DAMOCLES analyse ensuite chaque production d'élève sur la base des conceptions sous-jacentes et évalue le potentiel argumentatif de toutes les dyades possibles. Le but est de maximiser les différences pour provoquer les conflits générateurs d'argumentation. Ce système comprend notamment un algorithme de constitution des dyades sur la base de l'analyse automatique des solutions. Deux élèves sont appariés lorsqu'ils proposent des solutions les plus différentes possibles, du point de vue des conceptions, de l'application des règles et de la justesse.

Une fois les dyades constituées, les élèves sont invités à discuter de leurs approches au travers d'une interface de communication proche de celles élaborées pour C-CHENE et CONNECT. Enfin, dans une dernière phase, les élèves doivent individuellement reconstruire puis critiquer les solutions sur lesquelles ils se sont mis d'accord.

DAMOCLES a été testé avec quatre dyades. Les résultats sont similaires à ceux obtenus lors des expérimentations menées avec CONNECT, avec pourtant une très nette augmentation de la proportion d'interactions épistémiques dédiées expressément à l'argumentation.

Ces travaux de recherche sur les EIAC ont permis de mettre en exergue diverses **conditions favorables** à l'émergence d'interactions épistémiques lors des apprentissages. Nous en retiendrons trois. La première constitue la **séparation les phases de résolution de problème des phases de discussion**. Cette condition permet de diminuer la charge cognitive rendant plus favorable l'émergence des interactions. La deuxième traduit la nécessité d'une **réflexion individuelle préalable** de chaque apprenant sur le sujet considéré et d'un certain **degré d'engagement** de celui-ci vis-à-vis d'une solution. Cette condition permet que l'argumentation soit privilégiée au cours des interactions

épistémiques. La troisième privilégie une *constitution adéquate des partenaires* d'interactions (dyades). L'émergence d'interactions épistémiques est, en effet, favorisée par le choix judicieux de ces dyades principalement en privilégiant les différences de point de vue. La constitution de ceux-ci est facilitée par une analyse comparative des solutions individuelles vis-à-vis desquelles chaque apprenant s'est engagé dans une phase préalable. Cette comparaison a pour objectif de mettre en présence les partenaires qui présentent des désaccords majeurs.

Après avoir balayé les recherches dans les EIAH, intéressons nous maintenant à la place prise par l'apprentissage avec ordinateur dans l'enseignement de la médecine.▯

## 2.4 L'apprentissage par ordinateur en médecine

Les recherches et développements réalisés en apprentissage avec ordinateur en médecine concernent différents types de connaissances médicales. De nombreux travaux se sont tout d'abord intéressés à l'élaboration d'outils d'apprentissage du diagnostic ou de la prise de décision médicale.

Ainsi, pratiquement dès la création des EAO, des didacticiels médicaux ont été créés. Dans les facultés françaises, ils sont notamment représentés par l'ensemble Descartes qui propose une gamme de produits sur diverses pathologies. Une histoire clinique est exposée sur l'écran et l'étudiant choisit les investigations cliniques lui paraissant convenables. A chaque étape le logiciel confirme ses choix ou corrige ses erreurs [Thouin, Creveuil, 1999]. Avec l'Intelligence Artificielle et le développement des premières bases de connaissances médicales, est apparue l'idée de décomposer et de modéliser le raisonnement du praticien pour créer des tuteurs intelligents d'apprentissage au diagnostic médical. Durant la fin des années 80 et le début des années 90, l'EIAO a alors permis, dans une certaine mesure, de contribuer au renforcement de la pratique médicale de terrain et de mettre en exergue les connaissances médicales utilisées. À titre d'exemple, GUIDON [Clancey, 1983] fut l'un des premiers systèmes d'EIAO en médecine. Il est issu de Mycin, un système expert en diagnostic et en thérapeutique, sur les infections bactériennes du sang et les méningites\* [Shortliffe, 1976]. GUIDON a été conçu pour l'apprentissage des règles de Mycin. On peut également citer le système français Sphinx [Fieschi, 1983], pour l'apprentissage du diagnostic des ictères\*; le système CONSULT-EAO pour l'apprentissage du diagnostic médical, destiné aux travailleurs de santé des pays en développement [Aegerter et al., 1991]▯; le système Illiad pour l'apprentissage du diagnostic [Lepage et al., 1991]▯; ou encore le système ARIADE [Lecllet, 1993] pour l'apprentissage du diagnostic en rhumatologie.

Cependant, l'informatique médicale s'est attachée à créer des supports de diffusion de connaissances médicales plus théoriques. De nombreux hypertextes ou hypermédias ont alors vu le jour afin de venir en complément des modes d'enseignement classiques. Le projet FORUM présenté dans [Soula, et al., 1994] propose même un générateur d'hypermédias utilisé pour développer des hypermédias éducatifs en médecine.

Les systèmes développés actuellement sont plutôt dans la lignée des EIAH puisqu'ils se préoccupent de la notion de distance et de co-apprentissage. Le système MEDIDACTE est, par exemple, un environnement d'apprentissage à distance adaptatif dont l'objectif est de coordonner les ressources et les modes d'enseignement proposés, avec le profil des apprenants à distance [Soula et al., 2001]. Ces travaux sont effectués dans le cadre du projet UMFV.

D'autres outils permettent aussi la formation de groupes d'apprenants qui, ensemble, localement ou à distance, travaillent sur des projets communs ou discutent des apprentissages qu'ils suivent [Deneff, 2001]. La tendance actuelle est de mettre en oeuvre les méthodes d'apprentissage d'APP et d'ARC sur le réseau. Comme ces méthodes sont pratiquées uniquement en groupe, cette réalisation est possible à travers la création d'outils d'apprentissage collectif à distance [Koschman et al., 1995]. Les travaux menés à Rennes par Mendelez ont, notamment, permis le développement d'un environnement CSCL pour améliorer la communication et la coordination de groupes dans les sessions d'APP et d'ARC [Mendelez et al., 2001]. Le système proposé comporte une collection d'outils collaboratifs qui aident le tuteur à coordonner un groupe d'étudiants. Les connaissances peuvent alors être partagées. Le système dispose également de liens vers des ressources éducatives, permettant aux étudiants de rechercher plus facilement les informations qui leur sont nécessaires. D'autres travaux menés à Rouen visent aussi à étudier les possibilités d'un APP assisté par ordinateur [Darmoni et al., 2001].

Cependant, on peut constater que dans les deux dernières grandes conférences internationales d'informatique médicale (les conférences MIE2002 et MEDINFO2001), peu d'articles de la communauté internationale, sont consacrés à l'élaboration de systèmes supports d'apprentissage<sup>6</sup>. En revanche, on peut citer plusieurs articles de la communauté française, dans ces conférences, qui semble très présente dans ces problématiques.

---

<sup>6</sup> MEDINFO2001 (10th International conference on Medical Informatics) propose 17 articles dédiés à l'éducation, dont 3 français [Barac'h et al., 2001], [Mendelez et al., 2001] et [Soula et al., 2001].

MIE 2002 (17<sup>th</sup> International congress of the European Federation for Medical Informatics) propose 7 articles dédiés à l'éducation dont 2 articles français [Joiron, Lecllet, 2002a] et [Pagesy et al. 2002]

Toutes ces applications concernent principalement la formation initiale de médecine et la place de l'apprentissage avec ordinateur dans la FMC est très faible [Laville, 1997]. Ainsi, si l'on exclut les sites Internet médicaux, les applications actuelles de l'apprentissage par ordinateur en FMC sont généralement des programmes multimédias diffusés sur CD-ROM. Par exemple, une revue française trimestrielle appelée «▯Médecine Interactive▯», et diffusée sur CD-ROM, permet aux médecins d'avoir accès à un grand nombre d'articles, vidéos et interviews, mais aussi à des cas multimédias interactifs. Pourtant, selon Bled [Bled et al.▯2000], de nouvelles situations d'apprentissage se développent, et Internet pourra s'intégrer dans un environnement d'apprentissage où s'associeront les moyens actuels de formation continue personnelle et les activités coopératives▯. En FMC, il semble donc essentiel de ne pas se préoccuper uniquement du développement de sites web informationnels ou d'hypermédias éducatifs, mais de concevoir de réels EIAH, exploitant au maximum l'aspect collectif des apprentissages pratiqués généralement en FMC.

Le système DIACOM tente de répondre à cette problématique en proposant un apprentissage entre pairs informatisé et à distance, dédié à la FMC. La section suivante expose le positionnement du système DIACOM par rapport aux systèmes d'apprentissage dont nous venons de faire état.

### 3 DIACOM▯ un apprentissage avec ordinateur à distance

Le système DIACOM propose un support d'apprentissage entre pairs dans le cadre de la FMC à distance. Le principe est d'inciter les interactions entre médecins, avec l'idée sous-jacente de faire émerger un conflit socio-cognitif. Pour réunir les conditions favorables à l'émergence d'un tel conflit, les médecins décrivent tout d'abord un cas clinique qui leur est propre. Le système effectue ensuite un appariement entre les cas, dans le but de favoriser les couples de cas illustrant des stratégies de résolution de problèmes différentes. Enfin, le système incite les auteurs de cas appariés à interagir. Pour cela, il offre un support de discussions textuel et asynchrone. Ce support de discussion s'apparente aux forums de discussions disponibles en grand nombre sur le web. C'est pourquoi, dans la suite, nous appelons ce système▯ *le «▯forum▯» DIACOM*.

Dans cette section, nous présentons le contexte du forum DIACOM, vis-à-vis des systèmes de FAD et des EIAH. Nous proposons ensuite le principe de fonctionnement du forum.

### 3.1 Une informatique à distance spécifique

Dans le domaine de l'enseignement à distance, peu de systèmes avancent des objectifs semblables à ceux du forum DIACOM. Quelques types de systèmes, en revanche, partagent certains points communs avec ce dernier. Nous avons distingué trois catégories parmi ces systèmes : les forums de discussion classiques, les forums de discussion enrichis de fonctionnalités visant à favoriser les interactions et enfin les outils qui ont pour objet le partage de cas cliniques.

#### *Les forums de discussions classiques*

Le point commun entre le forum DIACOM et les forums de discussions classiques est de proposer un espace de communication textuel et asynchrone sur le web. Comme nous l'avons évoqué précédemment, les forums de discussion sont très utilisés dans les plates-formes de FAD. Ils constituent, en particulier, un support de plus en plus utilisé par les associations médicales ou de FMC, pour favoriser les interactions entre praticiens sur des questions diverses de la médecine. Le site Pédiadol [Pédiadol - [http](http://www.pediadol.com)] propose notamment un forum de discussion dédié à la douleur de l'enfant. La participation active des praticiens sur de nombreux forums médicaux dénote également de l'intérêt que la communauté médicale peut porter à de tels supports de communication. Il suffit de visiter le forum «[medito.com](http://www.medito.com)» pour constater l'importance du nombre de participants et parfois même l'engouement des praticiens dans leurs propos. Seulement, l'utilisation pédagogique de tels outils est encore sous-exploitée.

De plus, l'un des problèmes majeurs des forums de discussion est la profusion des messages. Dans le cadre éducatif, les apprenants préfèrent, la plupart du temps, poser une nouvelle question ou soulever un nouveau problème, plutôt que de chercher à entrer en contact avec une personne ayant, auparavant, abordé un point similaire. Ainsi, si personne n'est là pour lancer le débat et favoriser la mise en relation des intervenants, ou pour animer les discussions, les forums restent le plus souvent vides de messages. Enfin, les sujets sont généralement libres et leur orientation vers la discussion à propos de cas cliniques n'est que rarement spécifiée, pour pouvoir réellement constituer un apprentissage entre pairs. Le forum DIACOM essaie de se différencier de ce type de forum en favorisant des interactions grâce à un appariement adapté et à l'envoi de messages «*incitatifs*» aux auteurs appariés.

### ***Les forums enrichis de fonctionnalités***

Certains forums sont, comme le forum DIACOM, «enrichis» de fonctionnalités de façon à répondre précisément à des besoins de FAD. C'est le cas notamment du système CUMULI [Reffay, Chanier, 2001] qui permet d'aider un apprenant lorsque ce dernier pose une question sur le contenu d'un cours. CUMULI l'assiste alors dans sa recherche parmi les questions posées antérieurement. En cas d'échec de cette phase, CUMULI permet d'inciter d'autres apprenants de la formation à répondre à la question. Ces apprenants sont sélectionnés selon une base de profils contenue dans le système. L'apprenant ayant posé une question, doit ensuite rédiger une synthèse de la question et de sa réponse. Cette synthèse est validée par un enseignant, puis est ajoutée à l'ensemble des questions déjà abordées. Ainsi, CUMULI permet, à terme, de maintenir une mémoire de groupe à partir des sujets ayant été abordés sur le forum. La différence avec le forum DIACOM est que l'apprentissage se situe dans le contenu des questions-réponses et non pas dans les interactions entre les apprenants.

### ***Les outils de partage de cas cliniques***

Certains outils ont en commun, avec le forum DIACOM, de cibler l'aspect «partage et confrontation de cas cliniques» entre praticiens. Des associations ont alors développé des services de mise en ligne de cas cliniques, fournis et décrits par des médecins. Par exemple, sur le site [Derma Tunisie - [http](http://www.derma.tn)], les praticiens peuvent soumettre des cas cliniques qui, après avoir été étudiés, sont mis en ligne. Les autres praticiens doivent néanmoins se contenter de la lecture de ces cas et ne peuvent ni interagir ouvertement avec l'auteur ni exposer leur avis sur le sujet.

C'est en revanche une option qu'a prise le «Staff Virtuel» de l'université médicale virtuelle de Rennes 1, présenté dans la section 1 de ce chapitre [Seka et al., 1998]. En effet, sur ce forum, chaque intervenant a non seulement la possibilité de déposer un cas clinique mais également celle de donner son opinion sur les cas déjà présentés, voire de répondre aux opinions ayant été exprimées.

Il n'en reste pas moins qu'aucun outil n'est disponible afin d'inciter les discussions de groupe, ouvertes à propos des cas proposés. En fait, si les médecins ne font pas l'effort d'aller voir les cas qui ont été décrits et d'aller lire les remarques exprimées, pour ensuite contribuer de leurs propres commentaires, le Staff Virtuel ne vit pas. Pour pallier ce type de problèmes, le forum DIACOM permet d'inciter les interactions entre les auteurs de cas cliniques déposés.

Ainsi, l'approche proposée par le forum DIACOM se différencie assez nettement de celles des outils d'Enseignement à Distance, médicaux ou non, existant actuellement. Etudions maintenant le contexte et le positionnement du forum DIACOM par rapport aux travaux menés dans le domaine des EIAH.

### 3.2 Le contexte d'une informatique éducative

Dans le domaine de la recherche en EIAH, les travaux qui s'apparentent le plus, en terme de «contexte éducatif», à ceux sur le forum DIACOM, sont les travaux de Baker, présentés dans le paragraphe 2.3 de ce chapitre. En effet, M. Baker a établi plusieurs conditions favorables à l'émergence d'interactions épistémiques entre apprenants dans les EIAC. Les interactions visées par le forum DIACOM sont de même nature. Il s'agit bien d'interactions entre apprenants à des fins éducatives, en particulier des interactions argumentatives.

Par ailleurs, les conditions établies par Baker rejoignent les pré-requis, présentés dans le chapitre 1 de ce mémoire, relatifs aux possibilités de mise en place d'un apprentissage entre pairs. En effet, Baker met en évidence la nécessité d'une réflexion individuelle de l'apprenant, préalable à toute interaction. Il insiste particulièrement sur l'intérêt de l'engagement de l'apprenant vis-à-vis de la solution qu'il propose. Or, nous avons également souhaité mettre en émergence ce principe dans la définition de nos pré-requis pour l'apprentissage entre pairs. Pour répondre à ces conditions, le forum DIACOM propose ainsi aux médecins de décrire un cas clinique issu de leur expérience, et ce préalablement à la phase d'interaction.

De plus, Baker souligne la nécessité de faire interagir «des bons partenaires», en constituant des dyades d'apprenants présentant des désaccords. Le forum DIACOM rejoint cette approche en proposant un appariement des cas cliniques. Celui-ci permet ainsi de mettre en relation les médecins aux divergences d'opinions notoires. Cette spécificité du forum DIACOM rend favorables les conditions d'émergence d'un conflit socio-cognitif entre apprenants d'une même session d'apprentissage entre pairs.

Cependant, on peut constater des différences manifestes. Contrairement aux outils d'interactions synchrones offerts aux apprenants de Baker, le forum DIACOM propose, quant à lui, des discussions asynchrones. Ce postulat a été présenté et retenu dans le chapitre 1. Nous avons alors évoqué l'intérêt de n'imposer aucune contrainte de temps ni de lieu aux médecins. Ainsi, la typologie des interactions dans les deux approches n'est, de ce fait, pas de même nature. En effet, les médecins ont davantage le temps d'analyser les contributions de leurs pairs, de réfléchir et de structurer leurs réponses et propositions. L'interaction spontanée ne peut donc avoir lieu.

Enfin, dans les expérimentations menées sur C-CHENE, CONNECT et DAMOCLES, la situation d'apprentissage concerne la résolution de problèmes en groupes. Ces systèmes s'intéressent à l'émergence des interactions épistémiques, et à la capacité des apprenants à résoudre, ou co-résoudre, un problème posé. Or, l'apprentissage dans le forum DIACOM ne se fait pas au travers d'une tâche commune de résolution de problème, mais il se fait plutôt au travers d'une confrontation de points de vue. En effet, l'objectif du forum DIACOM vise à confronter des stratégies relatives à des problèmes déjà résolus, les cas cliniques. Ceci est lié au fait que les apprenants visés sont des médecins expérimentés, alors que les apprenants de Baker sont en formation initiale.

Les sections 3.1 et 3.2 ont présenté le contexte du forum DIACOM. Ainsi, les systèmes FAD et EIAH ont été situés selon notre contexte de recherche. Nous avons plus particulièrement étudié le positionnement du forum par rapport aux travaux de Baker. Intéressons-nous maintenant de façon plus précise à son principe général de fonctionnement.

### 3.3 Principe de DIACOM

Le principe de fonctionnement du forum DIACOM est explicité ici à travers les cas d'utilisation UML. En UML, un cas d'utilisation décrit sous la forme d'actions et de réactions le comportement d'un système du point de vue d'un utilisateur [Muller, 1997]. Un diagramme de cas d'utilisation décrit alors schématiquement ce comportement. Le système y est schématisé par un rectangle. Enfin, chaque situation d'interaction différente entre un acteur et le système est un cas d'utilisation. Il est alors représenté dans le diagramme par une ellipse contenant le nom de ce cas d'utilisation.

Le diagramme suivant (figure 2.1) présente les cas d'utilisation du forum DIACOM. L'apprentissage dans le forum DIACOM est pratiqué exclusivement entre apprenant. En conséquence, le principal acteur du forum DIACOM est l'apprenant (figure 2.1). Cet apprenant interagit avec le système selon deux cas d'utilisation différents. Tout d'abord, un apprenant peut «soumettre un cas▯», il s'agit principalement pour lui de décrire un nouveau cas clinique. Si un appariement intéressant, à propos de ce nouveau cas, a été mis en évidence par le système les informations concernant cet appariement sont transmises à l'apprenant. Celui-ci peut alors entrer en contact avec les autres apprenants, auteurs de cas appariés au sien. Cette phase de discussion est le deuxième cas d'utilisation du forum DIACOM («Discuter▯»).

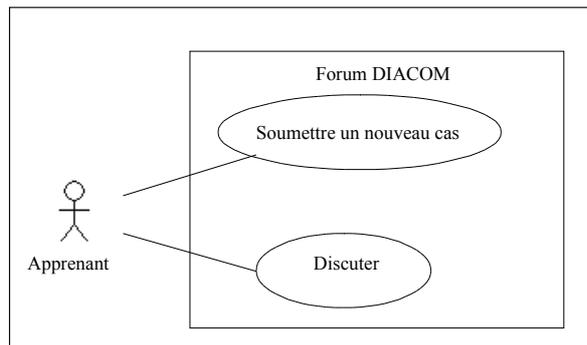


Figure 2.1: Diagramme de cas d'utilisation du forum DIACOM

La figure 2.2 suivante représente en particulier le scénario du cas d'utilisation «soumettre un cas».

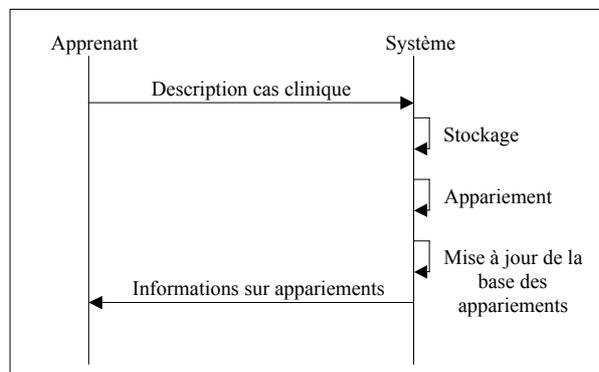


Figure 2.2: Scénario du cas d'utilisation «soumettre un cas»

Dans la figure 2.2, on peut voir que la première phase consiste pour l'apprenant à opérer une description précise du cas clinique qu'il souhaite soumettre. Cette description se fait à travers une interface structurée et selon un modèle de cas pré-défini. Une fois le nouveau cas décrit, le système le prend en charge et le stocke. L'étape suivante consiste ensuite à exécuter un appariement en comparant ce cas nouvellement stocké avec tous les cas déjà présents en mémoire. Cette comparaison a pour objet de trouver un (ou plusieurs) cas suffisamment pertinents pour qu'une discussion ouverte entre leurs auteurs soit fructueuse et formatrice. Ainsi, deux cas peuvent être appariés s'ils présentent de nombreuses similitudes sur les sujets traités, mais également des différences majeures dans les stratégies de résolutions de problèmes qui y sont décrites. Enfin, une fois l'appariement effectué, les informations concernant les cas appariés sont sauvegardées puis transmises à leurs auteurs.

En ce qui concerne le cas d'utilisation «discussion», le fonctionnement est très similaire à celui des forums de discussion classiques. Un site web propose un système asynchrone de

questions-réponses à propos de chaque appariement mis en évidence. Ainsi, lorsqu'un apprenant est informé d'un appariement le concernant, il est invité à démarrer une discussion avec l'auteur du cas apparié, en donnant son opinion à propos du cas que celui-ci a décrit. Ensuite, le forum DIACOM laisse la discussion totalement libre d'évoluer. De plus, toutes les discussions sont publiques. En conséquence, chaque auteur peut participer à une discussion et à propos d'un appariement qui ne concerne pas l'un de ses cas. Néanmoins, toute discussion dans laquelle il peut intervenir vient d'une démarche volontaire de sa part. En effet, s'il ne se rend jamais sur le site pour suivre la discussion, cette même discussion tombe en désuétude. A terme, nous envisageons d'intégrer, dans le dispositif un animateur/modérateur, permettant d'une part d'exercer un contrôle sur le contenu des propos, et d'autre part de relancer ces discussions. La section suivante conclut ce chapitre.

## 4 Conclusion

L'objectif de ce chapitre visait à présenter un état de l'art de l'enseignement à distance et de l'apprentissage avec ordinateur. Le positionnement de la problématique de recherche du forum DIACOM et son principe de fonctionnement ont été établis, relativement à ces deux courants.

Ainsi, nous avons pu remarquer que les systèmes supports d'apprentissage entre pairs étaient peu développés, tant au niveau des plates-formes de FAD qu'au niveau des recherches en EIAH. Dans le cadre de la Formation A Distance, certains systèmes partagent des fonctionnalités communes avec celles visées par le forum DIACOM. Cependant, ces fonctionnalités ne sont pas suffisantes pour constituer un réel support d'apprentissage entre pairs. Dans le cadre des EIAH, les travaux de Baker présentent de nombreux points communs avec les principes fondateurs du forum DIACOM. La différence se situe principalement dans le fait que les apprenants visés ne sont pas expérimentés et que l'apprentissage se fait au travers d'une activité commune de résolution de problèmes. Par ailleurs, le forum DIACOM vise à expérimenter le principe d'interactions asynchrones entre les apprenants, alors que Baker travaille sur des systèmes de communication synchrone.

Nous avons également effectué ces constats en Formation Médicale Continue. En effet, nous avons pu voir, dans le chapitre 1, que l'apprentissage entre pairs, en présence, était répandu. Dans le chapitre 2, nous avons pu remarquer, qu'il était quasiment inexistant dans l'enseignement médical, à distance. Pourtant, force est de constater, que l'utilisation des forums de discussions médicaux ne rebute, à priori, pas les médecins, certains de ces forums étant particulièrement riches en débats. Ce n'est donc pas un désintérêt des médecins pour les outils de communication asynchrone sur le web, qui

freine le développement d'un apprentissage entre pairs à distance. Il s'agit plutôt du manque d'existence d'outils adaptés pour supporter ces apprentissages et dédiés aux pratiques de la FMC.

C'est pourquoi, l'approche du forum DIACOM se veut être à la frontière des domaines de l'informatique éducative et de l'informatique médicale, en proposant un forum de discussions sur le web dédié à l'apprentissage entre pairs de médecins en formation continue. Après avoir introduit brièvement les principes de fonctionnement du forum DIACOM, intéressons nous maintenant, en détails, à la réalisation d'un **cahier des charges détaillé de notre forum**. Ce cahier des charges, dont le chapitre 3 fait l'objet, répond aux caractéristiques informatiques, éducatives et médicales, que nous venons de définir.

## **CHAPITRE 3 - LE FORUM DIACOM**

---

<b>1</b>	<b>La genèse du forum .....</b>	<b>65</b>
1.1	Le projet Simulation à Base De Cas .....	65
1.2	Le processus de prise de décision .....	67
1.3	Le modèle conceptuel de Simulation à Base De Cas .....	69
1.4	Du modèle SBDC au forum DIACOM.....	74
<b>2</b>	<b>L'environnement du forum DIACOM .....</b>	<b>76</b>
2.1	L'architecture du forum .....	76
2.2	Le module connaissances .....	77
2.3	Le module appariement.....	80
2.4	Le module interface, médiateur de l'apprentissage .....	82
2.5	Le fonctionnement du forum DIACOM .....	84
<b>3</b>	<b>Le modèle générique.....</b>	<b>86</b>
3.1	Le niveau des cas .....	86
3.2	Le niveau des types de concepts .....	88
<b>4</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>93</b>



Pour élaborer le forum DIACOM, nous avons suivi un cycle de conception - expérimentation. La première phase de conception a permis de décrire une première version de l'environnement du forum et le modèle sous-jacent. Cette phase a été réalisée indépendamment de toute corrélation avec le domaine d'apprentissage. Une phase d'expérimentation, réalisée auprès d'un expert sur la prise en charge de la douleur chez l'enfant, a permis de valider les hypothèses émises lors de l'étape de conception. Cette expérimentation a également engendré une deuxième phase de conception et l'élaboration du processus d'appariement des cas.

Ce chapitre vise à présenter l'approche suivie. Nous expliquons, dans un premier temps, la genèse du forum DIACOM. Ensuite, nous décrivons l'architecture du forum ainsi que son fonctionnement. Enfin, nous présentons le modèle générique du forum.

## 1 La genèse du forum

La conception du forum DIACOM trouve son origine au sein du projet «Simulation à Base De Cas (SBDC)». Ce projet, financé par le pôle régional de recherche «Nouvelles Technologies Educatives», s'est déroulé de 1996 à 2000. Il a été initialement dirigé par Gérard Weidenfeld, puis à partir de 1998 par Dominique Lecllet. L'objectif du projet SBDC est de concevoir des environnements de simulation pour l'apprentissage de la prise de décision dans des contextes professionnels. Ces environnements de simulations sont construits à partir d'une collection de cas pratiques décrivant des expériences réelles du domaine d'activités.

Dans cette section, nous présentons en premier lieu le projet et ses objectifs. Dans un deuxième paragraphe, nous décrivons plus particulièrement le processus de prise de décision sur lequel s'appuie le projet SBDC. Enfin, nous détaillons le modèle conceptuel, modèle partiellement. Enfin, le dernier paragraphe explique comment, à partir du modèle conceptuel du projet SBDC, nous sommes arrivés aux modèles du forum DIACOM.

### 1.1 Le projet Simulation à Base De Cas

Le projet SBDC vise à concevoir des systèmes d'apprentissage simulant des situations professionnelles pour lesquelles, il n'existe pas de modèle formel, mais plutôt un modèle déduit d'une collection de cas. La Simulation à Base de Cas offre, alors, à un apprenant, un cadre d'apprentissage proche de son environnement réel d'activité.

Une grande partie des travaux effectués, dans le cadre de ce projet, a consisté en l'étude des différentes formes de prise de décision dans un contexte professionnel. Les domaines du diagnostic en médecine, de l'organisation d'un service de restaurant ou de la conception d'une application multimédia, ont plus particulièrement été étudiés ([Lecllet, Weidenfeld,

1996], [Lecllet, Weidenfeld, 1997], [Lecllet, Weidenfeld, 1998a], [Lecllet, Weidenfeld, 1998b]). Malgré la variété des professions considérées, un processus général de prise de décision a été mis en évidence. Ce processus fait appel à deux modalités de raisonnement complémentaires▯ le raisonnement déductif et le raisonnement inductif.

Le raisonnement déductif permet d'établir la conformité des solutions, mais beaucoup plus rarement leur optimalité. Le raisonnement inductif permet quant à lui, grâce à des informations spécifiques et/ou particulières de suggérer, un rapprochement avec des situations antérieurement connues. Une solution est alors élaborée par analogie à une situation passée. Cette situation apparaît alors comme un «cas d'école», exemplaire, qui exprime sous une forme scénarisée une réelle expertise. Cette approche s'apparente à un courant influent en Intelligence Artificielle, celui du «raisonnement à partir de cas» ([Aamodt, Plaza, 95], [Kolodner, 93], [Reisbeck, Schank, 89], [Watson, Marir, 94]).

Pour rendre compte de la dualité entre les raisonnements déductifs et inductifs, un modèle conceptuel a été élaboré. Ainsi, des objets élémentaires, des actions s'appliquant aux objets et le cas échéant, des règles qui déterminent le déclenchement de ces actions ont été définies. Une «scène» apparaît comme un agglomérat d'objets élémentaires. Cette «scène» représente une des étapes de la résolution de problèmes étudiée et c'est à ce niveau que s'effectueront les représentations visuelles multimédias et les interactions de l'apprenant. Un «cas» qui constitue une résolution «exemplaire» est alors constitué par une suite de scènes et d'actions (transitions) entre celles-ci. De plus, un cas est complété d'objectifs pédagogiques. Ce modèle conceptuel est représenté par un modèle orienté objet.

La Simulation à Base De Cas permet de formaliser des pratiques d'enseignement très répandues, notamment dans les professions médicales, et permet d'utiliser la technologie multimédia pour représenter les cas. Cependant, ce processus qui, à ce point, se concrétise par le déroulement d'un récit n'est pas très interactif : les choix laissés à l'apprenant se limitent à de l'exploration hypermédia ou à l'utilisation de quelques logiciels associés au cas présenté.

Ainsi, pour fournir à l'apprenant un espace exploratoire «fortement» interactif, le projet SBDC se propose de définir des environnements interactifs, créés à partir d'une collection de cas recueillis dans une base de cas. Un tel environnement est considéré comme une structuration particulière de la base de cas dans laquelle l'apprenant évolue. Il permet au système de prendre en compte l'apprentissage du raisonnement par analogie. Dans une situation donnée (une scène), l'apprenant a la possibilité de prendre une décision par analogie avec une autre situation qu'il connaît. Concrètement cette action se traduit par la possibilité de passer d'un cas à un autre au cours d'une simulation. Une transition spécifique

permet alors de passer d'une scène à une autre scène d'un autre cas. Cette transition est appelée un *branchement*.

Le processus de prise de décision, ayant engendré la conception de ces environnements interactifs, est décrit dans le paragraphe suivant.

## 1.2 Le processus de prise de décision

Les experts des différentes disciplines considérées ont dégagé une méthode de prise de décision commune aux métiers étudiés. Ainsi, partant de problèmes à résoudre comme «un cas clinique», un «client à placer» ou une interface multimédia à décrire, une stratégie de résolution similaire est utilisée.

Un problème de prise de décision correspond à une situation de départ et à une stratégie. La situation de départ décrit et pose le problème. Elle est caractérisée par la connaissance explicite de propriétés attachées à la situation et par un ensemble d'outils disponibles. Ces outils permettent de faire évoluer la situation et/ou l'information dont on dispose.

Les stratégies de résolution permettent de fixer les règles du jeu pour la prise de décision. Plusieurs stratégies distinctes peuvent être associées à une même situation de départ et conduisent éventuellement à des solutions différentes. Ces stratégies reflètent des contraintes extérieures qui peuvent être très diverses. Lorsque ces contraintes, qui s'expriment par des critères, sont multiformes, plusieurs stratégies peuvent être envisagées simultanément et risquent d'être contradictoires. Cette situation, assez fréquente dans la vie professionnelle, est simplifiée à des fins pédagogiques, par exemple en établissant une priorité explicite (ce qui est rarement formulé dans le monde réel) entre les critères. D'une façon générale, les problèmes à résoudre sont des «cas d'école» où les situations de départ sont inspirées du réel mais sont «dissées» de façon à simplifier l'utilisation didactique.

En médecine, la situation de départ peut être la description du patient sous forme de signes cliniques et d'antécédents médicaux. Une stratégie générale de résolution du problème pourra être de privilégier les coûts faibles d'exams complémentaires et de favoriser (sous une forme recommandée) la prescription des médicaments génériques. Cette stratégie peut englober d'autres objectifs, par exemple la rapidité et, bien sûr, la qualité des soins prodigués.

Pour le service de restauration, la situation de départ peut être la description de la salle (les tables libres ou occupées, l'avancement des repas, les clients à placer, le cahier de réservation...) qui doit induire l'action à effectuer prioritairement. Deux stratégies de résolution classiques, et parfois antagoniques, permettront de se focaliser sur la priorité accordée aux critères de rentabilités (privilégier le nombre de couverts) ou sur la satisfaction

du client. S'assurer de la sécurité et de l'hygiène constitue également des critères pris en compte de façon prioritaire dans les deux stratégies évoquées.

Pour la conception multimédia, la situation de départ peut être la réalisation d'un «cahier des charges de l'application multimédia». Une stratégie de résolution sera de prendre des décisions relatives à la définition des écrans et de leur enchaînement. Satisfaire aux principes d'ergonomie logicielle est un critère prioritaire qui peut être complété par le souhait de s'insérer dans une collection existante ou au contraire par le désir de présenter une image nouvelle.

Ainsi, prendre une décision requiert l'analyse de la situation de départ, afin de déterminer les solutions admissibles. Rappelons tout d'abord que les systèmes évoqués visent au perfectionnement de personnes ayant déjà une formation de base dans le métier considéré. Cette restriction vise notamment à diminuer les risques d'explosion combinatoire dans l'exploration interactive. Ainsi, les règles valables en toute circonstance, appelées règles strictes, sont supposées connues des apprenants et leur apprentissage ne constitue par un objectif des applications du projet SBDC. On dira alors qu'une solution est admissible si elle satisfait simultanément à toutes les règles strictes.

Généralement, plusieurs solutions admissibles sont déduites au cours de ce processus, qui peut d'ailleurs être itératif. Cependant, d'autres solutions admissibles peuvent être évoquées par un processus plus inductif. Celles-ci ne découlent pas d'un choix général de l'ensemble d'informations explicites. Les solutions alors proposées, mettent en oeuvre d'autres informations et associations qui amènent à rapprocher la situation de départ d'un cas connu. Par exemple, une otite non décelée à l'examen clinique, mais engendrant des douleurs abdominales, peut amener le médecin à évoquer, à un moment donné du diagnostic, une invagination intestinale aigue. Ceci suggère que diverses solutions peuvent être envisagées pour un même problème, et qu'elles sont issues de modes de raisonnement de natures différentes (déductif et inductif).

Une fois les solutions admissibles déterminées, il ne reste plus qu'à en évaluer la qualité et à les classer, en fonction des stratégies à privilégier. La prise de décision peut alors être effective.

Dans le projet SBDC, les environnements interactifs permettent de transposer le processus général de prise de décision qui vient d'être décrit. Ceux-ci peuvent alors prendre deux formes : une forme «démonstrative» qui permet à l'apprenant d'étudier un cas de façon linéaire tout comme l'aurait décrite préalablement l'expert. Ils peuvent prendre également une forme plus riche, interactive, qui permet cette fois à l'apprenant d'être mis dans une situation telle, que le système l'autorise d'effectuer des analogies entre des situations déjà

vécues et connues («autre cas») et donc de combiner ses prises de décisions. Le modèle conceptuel SBDC traduit cette approche du processus de prise de décision.

### 1.3 Le modèle conceptuel de Simulation à Base De Cas

La modélisation conceptuelle de Simulation à Base De Cas peut s'apparenter aux modélisations de connaissances d'un niveau d'abstraction élevé [Newel, 1981]. Le but de ces modélisations est de s'affranchir des contraintes liées au niveau implémentation et de s'intéresser aux connaissances nécessaires pour construire un Système à Base de Connaissances.

Ainsi, le modèle conceptuel de SBDC est organisé en quatre couches : une couche domaine, une couche des scènes, une couche des cas et une couche des environnements de simulation. La couche de «plus bas niveau» (la couche domaine) représente la couche la plus spécifique qui comporte la description des entités et des actions du domaine. La couche de «plus haut niveau» (la couche des environnements de simulation) représente la couche la plus générique qui décrit le «comportement» du système.

#### *La couche domaine*

La couche domaine a pour rôle essentiel de décrire le domaine d'application. Elle représente des éléments atomiques divisés en entités et en actions.

Les **entités** représentent des objets, des personnages ou des événements attachés à la situation professionnelle décrite. Celles-ci, au-delà de leur description «physique», peuvent être source d'information et peuvent enrichir de ce fait, le niveau d'information du système. On retrouve en particulier des entités requêtes et des entités auto-actives. Les entités requêtes sont activées par une demande de l'apprenant. Elles ont notamment pour effet de révéler une information. Dans le cas de la médecine, il peut s'agir de la prise d'information concernant le dossier médical du patient. Les entités auto-actives s'activent de façon autonome et ont pour effet de fournir automatiquement, et en présence d'un déclencheur, une information additionnelle. Dans le cas de la médecine, il peut s'agir du résultat d'un examen complémentaire qui s'active automatiquement.

Les **actions** portent sur des groupes d'entités et ont pour effet d'informer ou de modifier les informations véhiculées par les entités. Il s'agira, en médecine, de réaliser l'interrogatoire du patient, de préciser la situation clinique, d'avancer dans le diagnostic ou encore de proposer une maladie. Ainsi, une action est définie par ses pré-requis (événements indispensables pour son activation), ses déclencheurs (événements qui

conduisent à choisir l'action), une description de ses effets (modification ou information d'une ou de plusieurs entités) et enfin, ses paramètres.

#### **La couche des scènes**

La couche des scènes, comme son nom l'indique, est composée de concepts appelés scènes. Une scène vise à représenter, à un instant donné, l'ensemble des informations proposées à l'apprenant. Ces informations lui sont fournies sous la forme d'entités et d'actions, issues de la couche domaine.

L'idée de départ consiste à définir la sémantique d'une scène, en corrélation avec sa représentation visuelle. Ainsi, des propriétés intrinsèques, spécifiques à la scène créée, peuvent être associées aux entités de cette scène. Par exemple, la scène peut souligner visuellement, l'importance d'une entité de type «*signe clinique*», définissant «*un genou épanché*», en l'attachant à une zone d'image montrant précisément un genou épanché. Une scène peut alors être représentée «*visuellement*» par une vidéo de l'interrogatoire d'un patient où des zones d'information sont identifiées et attachées aux entités issues de la couche domaine. La création des scènes est alors une étape intermédiaire pour la constitution des cas.

#### **La couche des cas**

La couche des cas regroupe les cas du système, qui constituent des exemples de résolution de problème. Ainsi, un cas est composé d'une suite de scènes et de transitions entre celles-ci. De plus, il est important de souligner qu'un cas illustre un ou plusieurs objectifs pédagogiques. Un **objectif pédagogique** représente une **stratégie** que l'on souhaite privilégier dans le cas, en vue de l'enseigner. Il permet également de préciser **l'objectif d'apprentissage** sous-jacent à l'étude de ce cas. Par exemple, un objectif pédagogique pourrait être «*apprendre à administrer un traitement, en privilégiant la médecine d'urgence*». Ici, **l'objectif d'apprentissage** sous-jacent est «*apprendre à administrer un traitement*» et **la stratégie** est «*privilégier la médecine d'urgence*». Le cas apparaît alors comme une «*histoire exemplaire*» [Lecllet, Weidenfeld, 1998b], constituée d'un séquençement de scènes, liées entre-elles par des actions de type «*actions-transitions*». Celles-ci matérialisent la décision de l'expert face à la scène décrite et permettent de passer à la scène suivante, autrement dit de continuer le récit du cas.

D'autres types d'actions existent dans les scènes. On retrouve les actions correspondant à des erreurs répertoriées, les actions correspondant à des pièges répertoriés, les actions liées aux objectifs pédagogiques. Parmi toutes les actions, dites admissibles, les «*action-*

transitions» sont celles qui aboutissent à une scène répertoriée. Ainsi, déterminer les actions «admissibles» dans une scène correspond à une étape du processus de prise de décision, décrit dans le paragraphe 1.2.

### *La couche des environnements de simulation*

La couche des environnements de simulation a pour rôle essentiel de constituer des environnements exploratoires d'apprentissage. En effet, un cas étudié par un apprenant reflète un «cas d'école», isolé, et n'autorise pas, à lui seul, une exploration complète de la situation étudiée. Notamment, il ne permet pas de prendre en compte le raisonnement par analogie à des situations connues.

Les environnements de simulation constituent alors une structuration particulière de l'espace de cas, permettant ainsi la constitution d'un environnement exploratoire. Le schéma de gauche, de la figure 3.1, représente une collection de trois cas, comportant un nombre inégal de scènes (identifiées par des pastilles). Le schéma de droite illustre un exemple d'environnement de simulation créé à partir de cette collection. Les cercles matérialisent des scènes, telles qu'elles ont été définies ci-dessus, et les flèches horizontales les «actions-transitions» applicables à ces scènes. Les flèches obliques représentent des actions spécifiques permettant de passer d'une scène d'un cas à une autre scène d'un autre cas. Ces actions spécifiques sont appelées des «branchements».

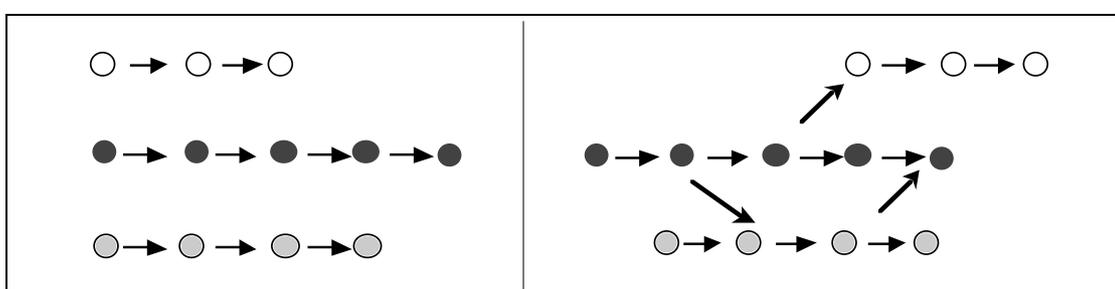


Figure 3.1 : Cas et environnement de simulation

On peut alors remarquer que la constitution des environnements de simulation consiste à identifier, à partir d'une base de cas existante, les possibilités de branchements entre ces cas. Pour pouvoir identifier ces branchements, l'étude et la signification des proximités entre les cas d'une même base ont été réalisées. Cette proximité est tout d'abord évaluée globalement, relativement aux objectifs pédagogiques assignés aux cas. Ceci vient du fait qu'il est difficile de considérer que deux cas, illustrant des objectifs pédagogiques complètement différents, peuvent s'avérer proches. Il faut également se placer dans la situation de l'apprenant qui, dans une scène donnée, fait le choix d'une action de type branchement. Son choix se traduit alors par le passage de cette scène,

vers une autre scène d'une autre cas. Ce passage doit nécessairement conserver une cohérence dans les objectifs pédagogiques qu'il suit. Ainsi, les objectifs pédagogiques des deux cas, sources et cibles du branchement, doivent être similaires. L'étude des proximités entre les cas a fait l'objet d'un mémoire de DEA [Joiron, 1998].

Par ailleurs, la proximité a également été notifiée selon une dimension locale, en tenant compte du contexte spécifique de la scène à partir de laquelle un branchement est possible. En effet, lorsque l'apprenant se trouve dans une scène donnée et qu'il choisit une action correspondant à un branchement, il est nécessaire que le contexte de la scène d'arrivée soit relativement proche de celui de la scène de départ.

Ainsi, pour constituer les branchements possibles à partir d'un cas donné, l'expert signifie les scènes, à partir desquelles il juge qu'un branchement par analogie est possible. En effet, celui-ci sait par expérience, dans quelles situations une analogie de raisonnement dans la prise de décision est envisageable. Ces scènes constituent alors les scènes de départ. Le système SBDC effectue, ensuite, un premier filtrage de la base de cas afin de collecter les cas ayant des objectifs pédagogiques similaires au cas de départ.

Enfin, parmi tous les cas issus du premier filtrage, le système détermine quelle est la scène la plus similaire à la scène de départ. Le cas comportant cette scène similaire est appelé le cas d'arrivée. Puisque ces deux scènes sont semblables, un branchement est alors placé entre la scène départ et la scène qui suit la scène similaire dans le cas d'arrivée.

Ainsi, le modèle conceptuel SBDC s'est inspiré des approches qui ont donné naissance à diverses méthodes et outils aidant la construction de systèmes conceptuels à base de connaissances. Les auteurs se sont plutôt basés sur les modélisations conceptuelles de **KADS** [Wielinga, 1992], afin de construire le modèle SBDC. Cependant, compte tenu de la tâche **d'apprentissage exploratoire** de Simulation à Base de Cas, un modèle conceptuel quelque peu différent, a été élaboré. Voyons donc maintenant ce que propose la méthode KADS.

### **KADS**

KADS est une méthodologie d'acquisition de connaissances pour l'élaboration de Systèmes à Base de Connaissances (SBC). Les travaux réalisés sur la méthode KADS ont mis en évidence la nécessité de créer un modèle conceptuel pour les SBC. Un tel modèle se veut alors indépendant de toute contrainte d'implantation informatique et facilite le dialogue entre le concepteur du système et l'expert, en proposant un formalisme de représentation que les deux comprennent.

Dans KADS, la conception du modèle conceptuel revient à définir plusieurs modèles répondant aux différentes étapes du cycle de vie d'un SBC [Simon, 1997]. Ainsi, le **modèle d'expertise** de KADS comporte des connaissances provenant du savoir-faire et de l'expérience de l'expert. Le principe du modèle d'expertise de KADS consiste à séparer dans des représentations différentes, les connaissances relatives aux concepts du domaine et les connaissances relatives aux processus de mise en œuvre de ces connaissances. Ce modèle est alors organisé en quatre couches allant de la couche la plus abstraite, représentant le comportement du système, vers la couche la moins abstraite, portant sur une description des concepts du domaine.

La **couche domaine** contient une description des concepts et des relations entre ces concepts, dont le système aura besoin avant de réaliser la tâche qui lui incombe. La **couche inférence** décrit comment le système peut exploiter les connaissances du domaine à l'aide de primitives appelées «**inférences**▣». La **couche tâche** vise à décrire la tâche assignée au système et comment celle-ci se décompose en plusieurs sous-tâches. Elle permet également de spécifier quelles connaissances de contrôle doivent être associées à ces sous-tâches. Enfin, la **couche stratégie** permet de préciser les stratégies de choix d'une tâche.▣

Intéressons-nous maintenant au comparatif entre le modèle conceptuel SBDC et le modèle d'expertise de KADS.

#### **Comparatif SBDC / KADS**

Le modèle conceptuel de Simulation à Base De Cas peut s'apparenter au modèle d'expertise de KADS, à différents niveaux. En effet, on peut remarquer que le modèle conceptuel de SBDC est, tout comme KADS, organisé en quatre couches. La couche domaine de SBDC constitue le plus bas niveau et la couche des environnements de simulation représente le plus haut niveau. Cette modélisation en couches permet alors, comme dans KADS, de regrouper les éléments de même nature dans des niveaux séparés. De plus, le principe de superposition de couches s'avère particulièrement utile dans le modèle SBDC, car les connaissances d'une couche font référence aux connaissances des couches inférieures.

Cependant, lorsque l'on compare précisément la nature des couches du modèle SBDC avec celles de KADS, on peut souligner des différences manifestes. Par exemple, les connaissances de la couche domaine du modèle SBDC, de type «**entité**▣» sont comparables à celles de la couche domaine de KADS. Néanmoins, les connaissances de type «**action**▣» définies selon des déclencheurs, des pré-requis et des effets, relèveraient plutôt, dans KADS, de la couche inférence.

Par ailleurs, la couche des scènes du modèle SBDC ne trouve pas réellement de correspondance dans le modèle KADS. Le seul rapprochement qui pourrait être fait, est relatif à la couche inférence. Seules les informations, concernant les branchements possibles à partir d'une scène d'un cas, pourraient être apparentées aux connaissances de la couche inférence de KADS, car considérées comme des «pré-requis».

La couche des cas du modèle SBDC combine, quant à elle, des connaissances implicites de type «tâche» et de type «stratégie», évoquant respectivement les couches tâche et stratégie de KADS. En fait, on peut considérer que le déroulement d'un cas illustre une **tâche** à réaliser et un objectif pédagogique, précisant la **stratégie** assignée à la tâche.

Enfin, la couche des environnements de simulation de SBDC relève également de la couche tâche du modèle KADS. En effet, les environnements de simulation représentent des environnements exploratoires constitués de plusieurs cas, qui eux-mêmes évoquent la notion de tâche. Cependant, un environnement comporte les différents parcours d'apprentissage possibles de l'apprenant, relatif à un objectif pédagogique. La couche des environnements de simulation du modèle SBDC se rapproche alors davantage de la couche stratégie du modèle de KADS.

Cette formalisation, sous forme de couches, a permis de conceptualiser et de constituer un modèle de Simulation à Base De Cas. Le modèle SBDC constitue ainsi la genèse du forum DIACOM. Cette réflexion fait l'objet du paragraphe suivant.

#### 1.4 Du modèle SBDC au forum DIACOM

Au démarrage de nos travaux, l'idée de décrire des approches différentes d'utilisation de cas dans des contextes multiples de formation, en nous basant sur l'expérience du groupe dans le projet SBDC, nous semblait intéressante. Deux motivations nous poussaient: le souhait de concevoir un système s'ouvrant sur Internet et la volonté de travailler dans le domaine médical, en particulier celui de la Formation Médicale Continue.

En effet, avec l'élargissement du réseau Internet, l'utilisation des nouvelles technologies dans les systèmes d'enseignement passait par l'intégration de la notion de distance. Aussi, force était de constater que ces Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication, étaient en train de modifier radicalement les comportements dans les domaines du travail coopératif et de la distance. Par exemple, il existait une volonté effective de pallier, dans les EAD, l'isolement des apprenants par des supports de cours les plus interactifs possible et par l'utilisation d'outils de communication divers et variés.

Ainsi, le web s'avérait être un outil privilégié pour la diffusion des supports pédagogiques. De plus, les possibilités d'échanges offertes par Internet, notamment via des forums de

discussions favorisaient les interactions entre apprenants et formateurs mais aussi entre apprenants de la même formation. Ces possibilités d'échanges répondaient à un réel besoin. Elles permettaient la confrontation des points de vue et des expériences dans l'EAD, notamment dans les formations professionnelles pour lesquelles l'apprentissage se fondait principalement sur l'étude d'expériences exemplaires.

Nous avons donc souhaité concevoir un système dédié à la formation à distance, et plus particulièrement un système favorisant les possibilités d'échanges entre les apprenants. Nous avons ensuite étudié les possibilités de concevoir un tel système, réutilisant la notion de cas en nous intéressant spécifiquement à la Formation Médicale Continue. L'idée d'un forum de discussion dit «interactif» a, alors, été présentée dans ([Joiron, 1999], [Joiron et al., 1999]), devenant par la suite le forum DIACOM, dédié à la FMC [Joiron, Lecllet, 2000].

Le dispositif envisagé est partiellement fondé sur une **adaptation du modèle de Simulation à Base De Cas**. Une contribution d'un apprenant dans ce forum est **un cas** que cet apprenant peut structurer à travers une interface adaptée. Cette phase de description permet de fournir à l'apprenant l'opportunité de formaliser son opinion. Suite à cette phase descriptive, le système effectue un appariement des cas en les comparant à la fois sur leurs similitudes et leurs différences. Cet appariement concerne les nouveaux cas et les cas stockés antérieurement dans la base. Une fois un appariement satisfaisant mis en évidence, le système peut procéder à la mise en relation des apprenants aux centres d'intérêt communs. Cette mise en relation est en fait une incitation des auteurs des cas appariés à venir interagir sur le forum et ce de façon asynchrone. L'objectif est alors un apprentissage par la discussion favorisant l'apparition d'un conflit socio-cognitif.

Ainsi, dans nos travaux, une partie du modèle conceptuel SBDC a été reprise, en particulier l'idée de structurer les cas selon une suite de scènes séparées par des actions-transitions. **Les notions de scène, puis d'entité et d'action ont été adaptées à la nouvelle problématique**. En effet, tout d'abord les cas sont décrits par des médecins expérimentés, pour des médecins expérimentés. Il n'est donc pas nécessaire de proposer dans chaque scène plusieurs actions possibles, aboutissant certaines fois à des erreurs identifiées. Par ailleurs, les cas ne sont plus destinés à être explorés par les praticiens, mais à être comparés et confrontés. Ainsi, **le principe des environnements interactifs et des branchements n'est plus nécessaire**. Cette approche est décrite en détail dans la section 3 de ce chapitre.

De plus, **l'idée d'apparier les cas a également été reprise**. Cependant, comme nous le verrons dans le chapitre 5, **l'appariement dans le forum de discussions interactives est radicalement différent de l'approche proposée dans le projet SBDC**. En effet, il s'agit ici de comparer les stratégies de résolution de problèmes, décrites par les praticiens à travers

leurs cas et non plus d'étudier les possibilités de branchement entre des cas d'experts. Dans le cadre de nos travaux, la spécialisation du dispositif de forum interactif a été étudiée du point de vue de la formation continue des médecins. Le forum interactif devient alors le forum DIACOM.

La section suivante présente en détail cet environnement de formation médicale.

## 2 L'environnement du forum DIACOM

Dans cette section, nous présentons l'environnement du forum DIACOM et les différents éléments qui le composent. Ainsi, en premier lieu, nous proposons un schéma de l'architecture. Ensuite, nous décrivons chacun des modules qui composent cette architecture. Enfin, nous exposons le principe de fonctionnement du forum.

### 2.1 L'architecture du forum

L'architecture du forum DIACOM se compose de trois modules : le **module interface**, le **module appariement** et le **module connaissances**. Le **module interface** se charge de l'interaction entre l'utilisateur et le système. Ce module est composé de deux interfaces : DIACOM-IA<sup>1</sup> et DIACOM-ID<sup>2</sup>. L'interface auteur permet à un médecin de décrire un nouveau cas clinique sur le forum. L'interface de discussion donne, quant à elle, accès aux discussions ouvertes sur le forum DIACOM. Par le biais de cette dernière, un médecin a la possibilité de savoir à quel cas son propre cas a été apparié, et selon quels critères. Il peut encore consulter l'ensemble des cas stockés sur le forum. Cette architecture modulaire a été présentée dans [Joiron, Lecllet, 2001a],[Joiron, Lecllet, 2001b] et [Joiron, Lecllet, 2001c].

Le **module appariement** vise à prendre en charge l'appariement dans le forum. Cet appariement est géré par un algorithme qui extrait de chaque cas entré dans le système, les critères nécessaires à son appariement. Ensuite, un algorithme d'appariement effectue une comparaison entre les critères de ce nouveau cas et les critères appartenant à chaque cas stocké antérieurement. Cette comparaison aboutit à extraire un cas, pertinent par rapport au nouveau cas, dont l'auteur présente des centres d'intérêts communs.

Le **module connaissances** se compose de deux couches : la **couche domaine** et la **couche modèle**. La **couche domaine** contient les « connaissances » manipulées par le système. Ces connaissances sont les cas, les concepts utilisés pour décrire les cas, ainsi que toutes les

---

<sup>1</sup> DIACOM-IA : DIACOM Interface Auteur

<sup>2</sup> DIACOME-ID : DIACOM Interface de Discussion

informations relatives à l'appariement de ces cas. La **couche modèle** est composée des modèles relatifs aux connaissances stockées dans la couche domaine. La couche domaine correspond alors à l'instance de la couche modèle.

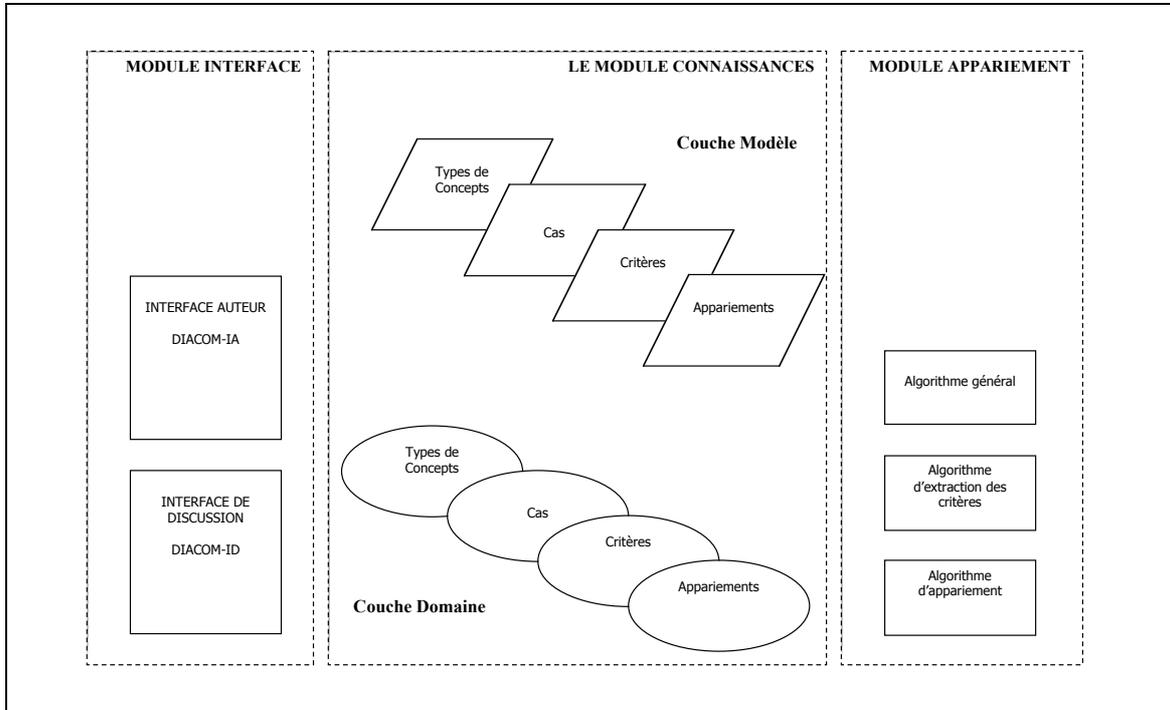


Figure 3.2 Architecture du forum DIACOM

Chacune de ces deux couches est composée de quatre niveaux. Ces niveaux visent à différencier les types de données existant au sein du forum. La section suivante présente en détail le module connaissances du forum DIACOM et expose la distinction entre chacun des niveaux qui composent les deux couches de ce module.

## 2.2 Le module connaissances

Comme nous l'avons évoqué dans la section précédente, le module connaissances du forum est composé d'une couche modèle et d'une couche domaine.

### La couche domaine

La couche domaine vise à stocker les connaissances relatives aux cas et à leurs appariements. Cette couche domaine se compose de 4 niveaux correspondant à quatre types de connaissances différents.

Tout d'abord, le **niveau des cas** permet de recueillir les cas décrits par les praticiens. Rappelons qu'un cas, dans le forum, est structuré de manière similaire à celle proposée

dans le modèle SBDC. Il est alors composé de scènes dans lesquelles l'apprenant décrit des concepts particuliers, des entités et des actions. «Prescrire» est un exemple d'action du domaine de la prise en charge de la douleur et «la brûlure de Paul 3 ans» est un exemple de ce que peut représenter une entité dans ce domaine.

Pour pouvoir décrire un cas, le médecin place donc dans chaque scène des concepts qu'il décrit à partir d'un ensemble de types de concepts proposés par le système. Par exemple, pour qu'un médecin puisse placer une action de type «Prescrire» ou bien «la brûlure de Paul» dans une scène d'un cas, il existe au sein de la couche domaine, un autre niveau contenant le type d'action «Prescrire», ou encore le type d'entité «Brûlure» et ses caractéristiques. Ce niveau se nomme le *niveau des types de concepts*. Nous pouvons voir, dans la figure 3.3 ci-dessous, un exemple du niveau des types de concepts comportant les deux types «Brûlure» et «Prescrire». A partir de ces deux types de concepts, les médecins peuvent créer autant de concepts que possibles dans les cas qu'ils décrivent. Il leur suffit de choisir le type de concepts dont ils ont besoin, puis d'en paramétrer les caractéristiques, selon la situation à laquelle il souhaite le voir s'adapter. On dira qu'un concept est «issu» d'un type de concept<sup>3</sup>.

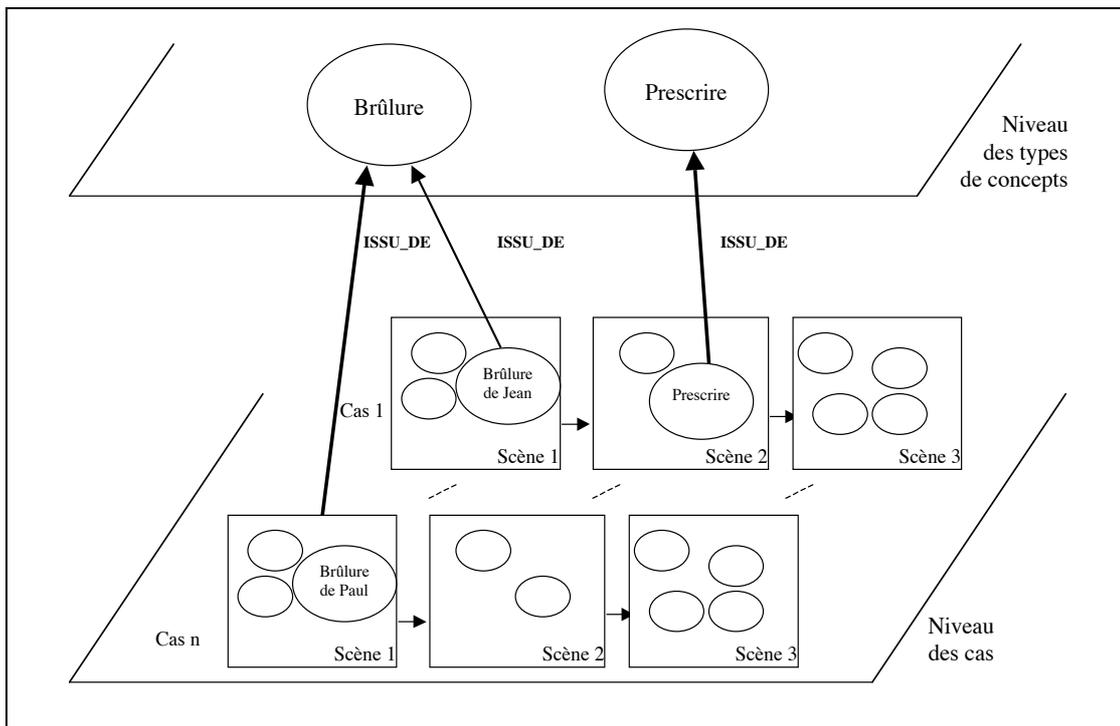


Figure 3.3 Niveau des cas - Niveau des types de concepts - Un exemple

<sup>3</sup> Notons que la relation «ISSU\_DE», entre concepts et types de concepts, s'apparente à la relation d'instanciation existant entre objets et classes, dans une modélisation objet.

Cependant, laissons tout de même la possibilité à un médecin de décrire de nouveaux types si aucun ne correspond à son besoin. En effet, il existe dans chaque discipline de la médecine un grand nombre de types d'entités ou d'actions différentes permettant la description des concepts d'un cas, et les médecins n'en ont pas une vision consensuelle. Une description détaillée des types de concepts définis par notre expert pour le domaine de la prise en charge de la douleur chez l'enfant, est donnée dans le chapitre 4.

Enfin, les deux derniers niveaux de cette couche domaine sont le niveau des critères et le niveau des appariements. Le niveau des critères permet, pour chaque cas, de stocker les critères nécessaires pour procéder à son appariement : la pathologie, les objectifs et les stratégies. Le niveau des appariements, quant à lui, maintient à jour la liste des appariements effectifs au sein du forum ainsi que les informations qui leur sont relatives. Les critères et appariements du corpus recueilli sont décrits dans le chapitre 5.

#### ***La couche modèle***

La couche modèle vise à représenter les **modèles** relatifs aux connaissances stockées dans les quatre niveaux de la couche domaine. Comme le montre la figure 3.4, ci-dessous, la couche modèle est elle-même composée de quatre niveaux. Ainsi, chaque niveau de la couche domaine comporte des instances créées à partir d'un des niveaux de la couche modèle. Les types de concepts de la couche domaine sont, par exemple, les instances du niveau des types de concepts de la couche modèle. Il en est de même pour le niveau des cas, le niveau des critères et enfin le niveau des appariements.

Le niveau des critères permet de formaliser les différents critères nécessaires à l'appariement d'un cas. Le niveau des appariements modélise chacun des appariements du forum. Il tient également compte des résultats fournis par l'algorithme d'appariement, autrement dit pourquoi tel ou tel appariement a été mis en évidence. Nous avons regroupé ces deux niveaux sous le nom de **modèle spécifique**, car ils dépendent totalement du domaine d'apprentissage. Il a ainsi été conçu grâce aux expérimentations menées conjointement avec notre expert dans le domaine de la prise en charge de la douleur chez l'enfant. Les expérimentations menées sont décrites dans le chapitre 4. Le modèle spécifique et sa conception sont ensuite détaillés dans le chapitre 5.

Le terme de modèle spécifique a été choisi par opposition au **modèle générique**. Celui-ci regroupe les deux niveaux indépendants du domaine d'apprentissage : le niveau des types de concepts et le niveau des cas. Le niveau des types de concepts du modèle représente la manière dont un type de concept peut être décrit dans le forum. Le niveau des cas,

visé à décrire la structure d'un cas clinique au sein du forum DIACOM. Le modèle générique étant par définition indépendant du domaine, il a été conçu dès les premières phases du projet, grâce à une adaptation du modèle SBDC. En particulier, on peut remarquer que notre modèle générique ne comporte que deux niveaux, par rapport au modèle SBDC qui comporte quatre couches. De plus, les définitions des concepts et des types de concepts ont été re-pensées, et adaptées aux nouvelles fonctionnalités du système, comme nous l'avons évoqué dans le paragraphe 1.4. La présentation de ce modèle générique fait l'objet de la section 3 de ce chapitre.

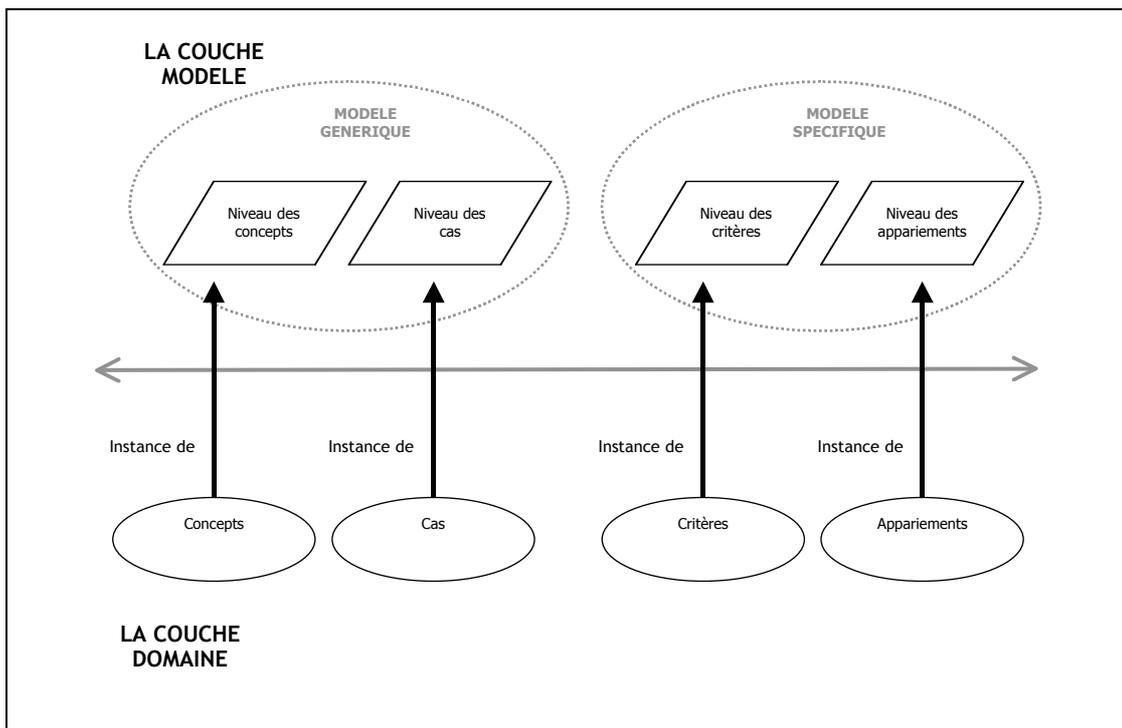


Figure 3.4 : La couche domaine et la couche modèle

Ces modèles sont présentés dans [Joiron, Lecllet, 2002c]. Le paragraphe suivant présente le module appariement.

### 2.3 Le module appariement

Le module appariement vise à gérer les traitements réalisés sur les cas de façon à constituer des couples de cas pertinents pour les discussions. Cette pertinence est dictée par les principes de l'apprentissage entre pairs. Le module appariement exécute deux algorithmes : un algorithme d'extraction des critères et un algorithme d'appariement. Le premier permet d'extraire des cas, les critères utilisés pour leur appariement, le second utilise les critères nouvellement extraits pour les comparer avec ceux des autres cas. A l'issue de cette

comparaison, un cas est identifié comme pertinent par rapport au cas nouvellement décrit. La description de la conception et du fonctionnement du module appariement fait l'objet du chapitre 5. Toutefois nous en donnons ici le principe général.

Le module appariement apparie, en premier lieu, des couples de cas présentant certaines similitudes, en particulier à propos des sujets qui y sont abordés. De plus, nous avons pu voir, dans le chapitre 1, que l'un des principes de l'apprentissage entre pairs en médecine, est de mettre en relation des médecins ayant une opinion différente à propos du sujet abordé. Le but est alors de favoriser l'apparition d'un conflit socio-cognitif. Ainsi, les couples de cas identifiés par le module appariement présentent également des différences importantes à propos de la manière de traiter les sujets. Cette différence se situe principalement au niveau des stratégies de résolution de problèmes présentées dans les cas.

Pour tenir compte de cette spécificité, l'algorithme d'extraction de critères identifie, dans chaque nouveau cas, les trois critères suivants : la pathologie, les objectifs et les stratégies. Le critère **pathologie** représente la pathologie identifiée dans le cas. Il est, en effet, important de pouvoir savoir si deux cas comparés traitent de la même pathologie ou non. Il s'agit d'une chaîne de caractère entrée par le médecin au moment de la description de son cas. Une pathologie identifiée dans un cas clinique de prise en charge de la douleur peut par exemple être «*otite moyenne aiguë*» ou encore «*fracture ouverte*».

Le critère **objectifs** spécifie les objectifs «*pédagogiques*» sous-jacents à la description du cas. Il s'agit pour le médecin auteur du cas de répondre à la question «*Dans quel domaine précis se situent les connaissances qu'un pair peut acquérir en étudiant ce cas ?*». Dans notre domaine d'expérimentation, ce critère caractérise les objectifs du cas en terme d'évaluation ou de traitement de la douleur. Ces objectifs visent à représenter les pourcentages d'un cas dédiés à l'évaluation de la douleur et à son traitement. Les objectifs du cas sont alors un couple d'entiers entrés par le médecin et dont la somme est obligatoirement égale à 100. Un médecin peut, par exemple, décrire un cas traitant à 30% d'évaluation de la douleur et à 70% du traitement de cette douleur<sup>4</sup>.

Le critère **stratégie** décrit les stratégies de résolution de problèmes employées dans le cas. Dans notre domaine, il s'agit des stratégies employées par le médecin en termes de prise en charge de la douleur. Les stratégies dont nous souhaitons tenir compte sont, à l'image des objectifs, les stratégies d'évaluation de la douleur, d'une part, et les stratégies de traitement de la douleur, d'autre part. Nous verrons, dans le chapitre 5, en quoi consistent

---

<sup>4</sup> Nous avons fait le choix d'utiliser des pourcentages car c'est une information assez simple à donner pour un médecin.

plus particulièrement les informations extraites du cas pour conceptualiser ces deux stratégies.

Une fois l'ensemble des critères extraits d'un nouveau cas, le système peut déclencher l'algorithme d'appariement. Cet algorithme privilégie en premier lieu le rapprochement de deux cas lorsqu'ils présentent des pathologies et des objectifs semblables mais des stratégies différentes. En cas de manque de résultats, l'algorithme prend en compte les cas présentant des objectifs et des stratégies semblables mais à propos de pathologies différentes. Enfin, si ces deux premières étapes n'ont pas permis d'appariements suffisamment pertinents, l'algorithme considère les cas proposant les mêmes objectifs mais à propos de pathologies différentes et avec des stratégies différentes.

Ainsi, le module appariement est un point essentiel de l'apprentissage entre pairs dans le système. Cependant, du point de vue de l'utilisateur, l'apprentissage entre pairs est médiatisé principalement par le module interface. Ce module est présenté dans le paragraphe suivant.

## **2.4 Le module interface, médiateur de l'apprentissage**

Comme nous l'avons présenté dans le paragraphe 2.1, l'interface auteur DIACOM-IA permet aux médecins de décrire leur expérience. Cette interface peut être considérée comme une interface auteur car elle vise à «permettre aux auteurs, non programmeurs, de décrire et de rendre visible leur connaissance» [Murray, 1999]. Ainsi, un auteur doit pouvoir appréhender la description d'un nouveau cas dans la base, selon un processus spécifique. L'interface auteur actuelle a été développée en langage Java. Le développement de cette interface est présenté dans le chapitre 6, et a été décrit dans [Joiron, Lecllet, 2002a] et [Joiron, Lecllet, 2002b].

L'interface de discussion DIACOM-ID permet, quant à elle, la gestion des discussions entre apprenants. Les discussions proposées par le système sont asynchrones. En effet, le forum vise à proposer aux médecins un outil de communication sans aucune contrainte de temps et de lieu. De plus, les discussions doivent être «autorisées» seulement pour des médecins reconnus. En conséquence, l'accès au site web DIACOM-ID commence par une phase d'identification, dans le but de n'autoriser l'accès qu'aux praticiens préalablement inscrits sur le forum. Dans les premières étapes, un médecin autorisé accède à une page personnelle. Dans cette page, celui-ci peut consulter les informations relatives aux cas qu'il a décrits et aux appariements les concernant. De plus, il peut accéder aux discussions associées à chacun de ces appariements ou encore consulter le contenu précis des cas qui lui ont été appariés. Par ailleurs, cette page personnelle donne également un accès à la page des cas qui présente

l'ensemble des cas déjà stockés dans le système, et à la page de discussions qui lui donne la possibilité de consulter et de participer à l'ensemble des discussions ouvertes sur le forum.

Ces deux interfaces sont en fait des médiateurs de l'apprentissage entre pairs dans le système, et ce pour plusieurs raisons. Avec l'interface DIACOM-IA, un médecin commence par formuler, formaliser et structurer son expertise. Comme nous l'avons évoqué lors de la description de l'apprentissage entre pairs dans le chapitre 1, le médecin effectue donc, à travers la description de son cas sur DIACOM-IA, le premier travail qui permet de rendre l'apprentissage entre pairs efficace.

De plus, DIACOM-ID vise à stimuler les interactions entre pairs en présentant les cas appariés à chaque auteur de cas clinique. Pour le moment, il s'agit par exemple d'une phrase du type : «*Votre cas a été apparié au cas du Dr X. Son cas traite de sujets semblables au vôtre, mais il présente des stratégies de résolution de problèmes différentes de la vôtre. Vous avez un réel intérêt à interagir avec lui à travers une discussion, ouverte pour vous sur le forum DIACOM. Nous vous encourageons à commencer cette discussion en formulant votre opinion à propos du cas du Dr X* ». Les couples de cas appariés constituent alors un sujet de discussion sur lequel deux apprenants sont en désaccord. Ainsi, faire interagir ces personnes, via des débats asynchrones sur le sujet, est un apport important pour l'apprentissage dans le système.

Nous avons fait le choix de préconiser, pour une discussion, un nombre de personnes égal à deux, et ce afin d'obtenir des interactions bénéfiques en termes de transfert et d'accroissement de connaissances. En effet, l'objectif est d'approcher de la notion de dyades décrite par Quignard et Baker, et déjà présentée dans le chapitre 2 [Quignard, Baker 1999]. Néanmoins, en plus de proposer des couples d'apprenants «*appariés*», DIACOM-ID autorise l'accès des discussions à toute autre personne ne faisant pas partie des auteurs des cas appariés à l'origine de la discussion. En effet, nous considérons que chaque discussion ouverte sur le forum, a un intérêt pour tout médecin intéressé par la question débattue. Ainsi, un médecin n'est pas obligé de soumettre un cas pour interagir avec des médecins à propos de sujets intéressants.

Néanmoins, on peut remarquer que, pour une personne qui n'a pas soumis un cas, l'accès à ces discussions n'est pas plus facile que dans un forum de discussion classique. De plus, il faut bien préciser que le choix de ces personnes «*externes*» n'est pas fondé sur la différence de point de vue, comme c'est le cas pour les auteurs appariés. De même, ces personnes n'ont pas eu la possibilité de décrire un cas, et ainsi de passer par un processus de formalisation et de structuration de leur opinion sur le problème débattu. Le conflit socio-cognitif entre ces personnes externes et les autres membres de la discussion ne peut donc pas être garanti.

Pourtant, nous considérons que les interactions engendrées par ces personnes externes peuvent être un avantage pour l'apprentissage entre pairs dans le groupe alors constitué. En effet, ces personnes peuvent re-inciter et re-motiver les interactions, en introduisant dans la discussion des questions, parfois «naïves», à propos du sujet débattu. Cette particularité de l'interface DIACOM-ID est donc participative de l'effectivité de l'apprentissage entre pairs dans le forum.

Notons qu'à terme, il pourra être envisagé d'intégrer un animateur-moderateur, humain, au forum DIACOM, qui aura comme rôle, d'une part de «vérifier» le contenu des discussions, et de recentrer le débat et relancer les discussions. Nous n'excluons par de faire le choix d'un modérateur différent pour chaque discussion, et faisant éventuellement partie des autres apprenants du forums. L'idée est alors d'offrir aux apprenants, en plus de la possibilité de discuter à propos de cas cliniques qu'ils ont fournis, celle de modérer et d'animer les discussions d'autres couples d'apprenants. Cette réflexion, en cours, fait partie de nos perspectives de recherches relatives.

Le module interface intervient au début et à la fin d'un «scénario» global de fonctionnement composé de plusieurs étapes s'enchaînant, depuis la soumission d'un nouveau cas jusqu'à la récupération d'informations à propos des appariements mis en évidence.

## 2.5 Le fonctionnement du forum DIACOM

La figure 3.5, ci-dessous, schématise le fonctionnement du forum DIACOM, sous une forme scénarisée. L'objectif de ce diagramme est de représenter les interactions effectives entre les différents éléments du forum, tout au long du «scénario». Ces interactions matérialisées par des flèches. Un étiquetage et une numérotation de ces flèches permettent de faire apparaître le séquençement dans le temps de ces interactions.

Un apprenant médecin commence par décrire un nouveau cas à travers l'interface DIACOM-IA. Le premier niveau de la couche domaine, intervenant dans le scénario de fonctionnement, est donc le **niveau des types de concepts**. DIACOM-IA commence, en effet, par interroger ce niveau et les types de concepts nécessaires à l'apprenant pour décrire son cas lui sont retournés (flèches 1 et 2).

Une fois le cas décrit, il est envoyé dans la couche domaine du forum DIACOM (flèche 3). Si de nouveaux types de concepts ont été décrits par l'apprenant, à travers le cas, le niveau des types de concepts est mis à jour (flèche 4). Le cas est, lui-même, stocké dans le **niveau des cas** (flèche 5).

Le module appariement est ensuite mis en œuvre grâce au déclenchement de son algorithme général (flèche 6). Ce dernier lance l'algorithme d'extraction de critères (flèche 7) qui

extrait du nouveau cas, les critères utilisés pour son appariement (la pathologie, les objectifs et la stratégie). Ces critères sont alors sauvegardés dans le *niveau des critères* (flèche 8).

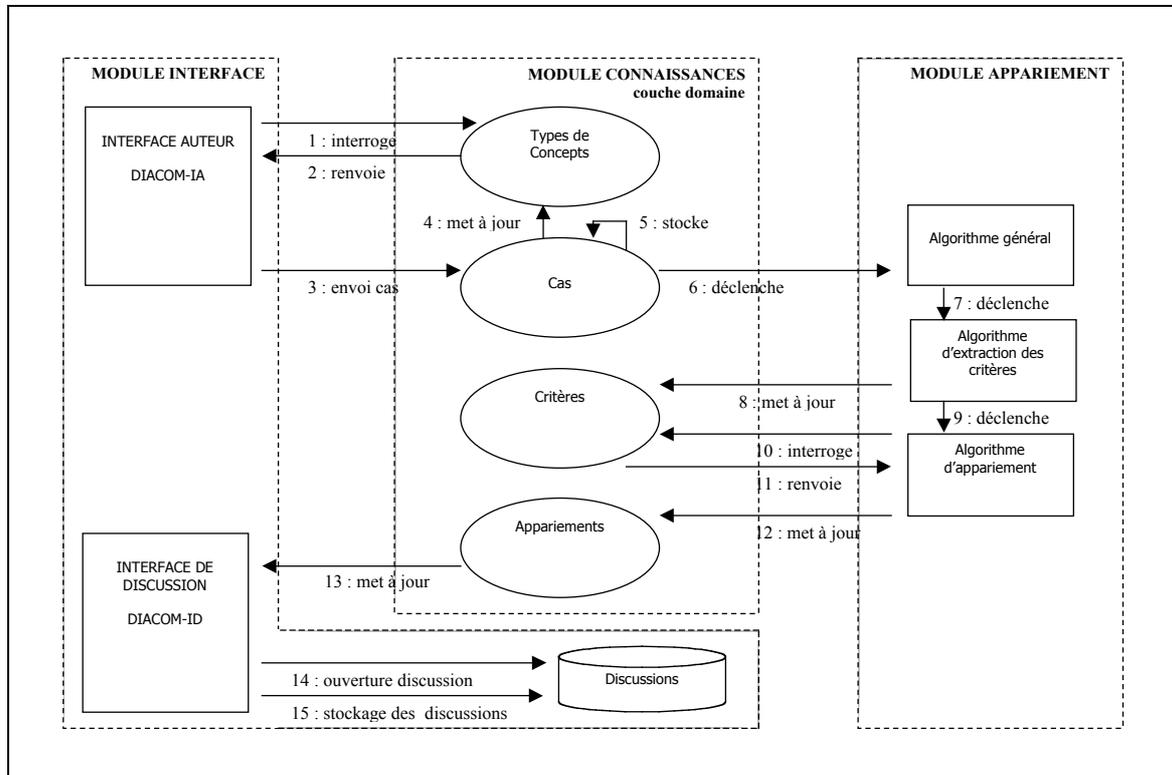


Figure 3.5 : Fonctionnement du forum DIACOM

Une fois l'extraction de critères terminée, l'algorithme d'appariement proprement dit est déclenché (flèche 9). Cet algorithme compare les critères du nouveau cas avec ceux des cas stockés au préalable, en se référant au niveau des critères de la couche domaine (flèches 10 et 11). Une fois un appariement pertinent mis en évidence, l'algorithme d'appariement sauvegarde les informations relatives à cet appariement dans le dernier niveau de la couche domaine : le *niveau des appariements* (flèche 12).

Chaque nouvel appariement inscrit dans ce niveau engendre enfin la mise à jour de l'interface de discussion par l'ouverture d'une nouvelle discussion sur le forum (flèches 13 et 14). Les discussions peuvent alors avoir lieu dans l'interface de discussion et ces discussions sont enregistrées dans la couche des discussions (flèche 15).

La première orientation de nos travaux de recherche concerne l'étude des cas. Leur modélisation est issue de l'adaptation du modèle SBDC et fait partie intégrante de la genèse du forum DIACOM. Ainsi, comme nous l'avons présenté dans le paragraphe 2.2, la couche

modèle se compose d'un modèle générique et d'un modèle spécifique. La section suivante vise à présenter le modèle générique.

### 3 Le modèle générique

Dans cette section, nous décrivons chacun des deux niveaux du modèle générique appartenant à la couche modèle du forum DIACOM. Ces deux niveaux sont le niveau des cas et le niveau des types de concepts.

#### 3.1 Le niveau des cas

Le niveau des cas décrit la structure des cas dans le forum DIACOM. La figure 3.6, ci-dessous, est un diagramme de classe UML représentant le niveau des cas.

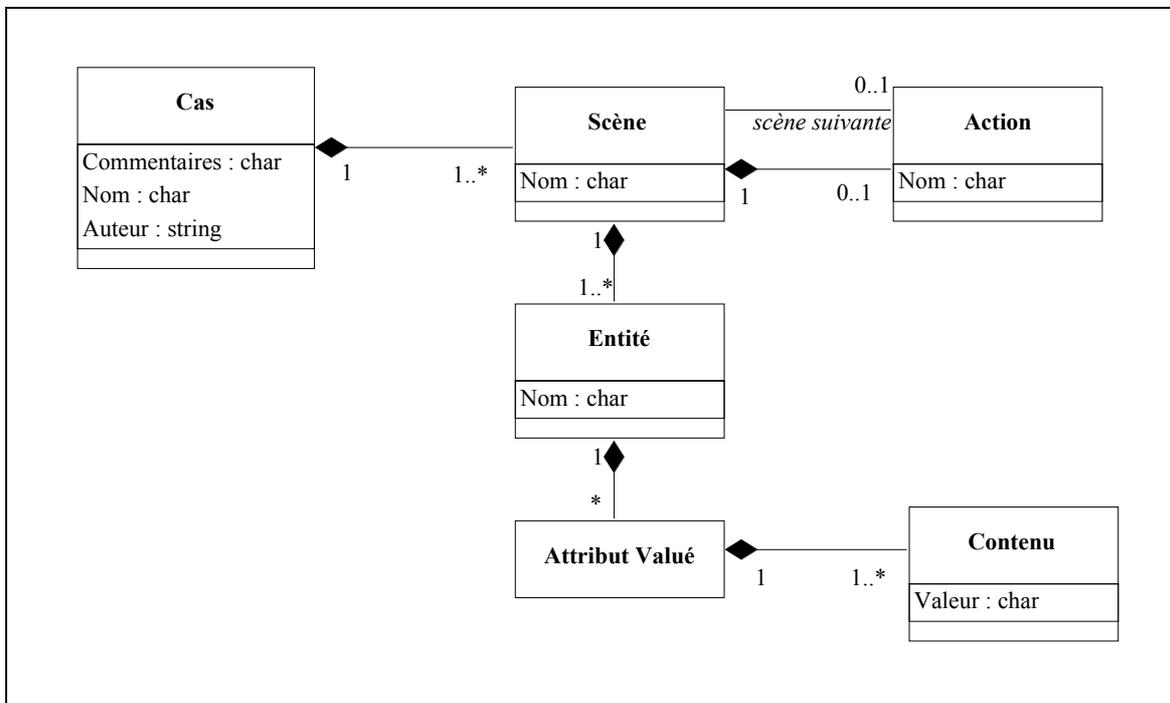


Figure 3.6 Diagramme de classes UML du niveau des cas

Dans ce diagramme, on peut voir qu'un cas comporte tout d'abord un nom, un auteur, et des commentaires. Le nom du cas peut être donné par l'auteur. Les commentaires visent à recueillir une chaîne de caractère permettant à l'auteur de décrire librement la thématique principale du cas.

De plus, comme nous l'avons évoqué dans le paragraphe 1.4 de ce chapitre, la modélisation des cas dans le forum DIACOM est similaire à celle du modèle SBDC. Ainsi, dans le forum DIACOM, un cas se constitue d'un séquençement de scènes (classe *Scène* dans la figure 3.6),

représentant chacune une étape du cas. Décrire un cas revient à décrire l'une après l'autre chacune des étapes du déroulement du cas, c'est-à-dire chacune de ses scènes.

Par ailleurs, lors de la description d'une scène, l'apprenant peut instancier deux catégories de concepts différents appartenant à cette scène : les entités et les actions.

### Le concept d'entité

Lorsque l'auteur décrit une scène, il fournit des informations concernant le patient, le diagnostic de sa pathologie, ou encore le traitement de celle-ci. Ces données sont représentées dans le niveau des cas du modèle par le concept d'entité (classe *Entité*, Figure 3.6). Ainsi, pour chaque nouvelle «information» que le médecin entre dans une scène, il instancie un objet issu de la classe *Entité*. Une entité porte un nom et se constitue d'un ensemble d'attributs valués (classe *Attribut\_Valué*, Figure 3.6).

Par exemple, considérons notre domaine et supposons qu'un médecin souhaite décrire le cas de Paul, 3 ans, qui consulte pour une brûlure. La figure 3.7 ci-dessous représente cette entité «Brûlure de Paul».

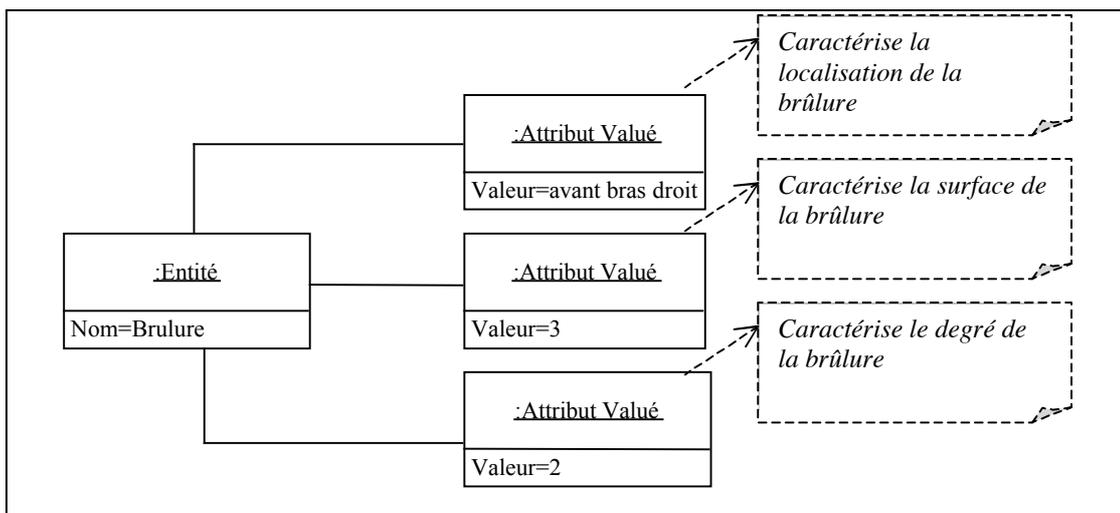


Figure 3.7 : Diagramme d'objets UML de l'entité Brûlure dans le cas de Paul 3 ans

Il utilise alors une entité de type «Brûlure». Cette brûlure peut comporter comme attributs valués une «localisation» avec une valeur égale à «d'avant-bras droit», une «surface» avec une valeur de «3 cm<sup>2</sup>» et un «degré» avec une valeur égale à «deux». Nous verrons, dans le paragraphe 3.2, comment cette entité et ces attributs valués sont rattachés au type d'entité «Brûlure», défini dans le niveau des types de concepts.

### ***Le concept d'action***

En plus de données informatives sur le patient, le médecin doit pouvoir caractériser, dans chaque scène, l'avancement dans le diagnostic, c'est-à-dire «Quelles sont les décisions et les choix qui font évoluer le cas vers la scène suivante▣». Ainsi, le médecin doit indiquer la décision professionnelle prise face aux informations de la scène qu'il vient de décrire. Cette décision est représentée par le concept d'action (classe *Action*, Fig 3.6). Une action appartient alors à une scène et permet de faire le lien avec la scène suivante. Cette particularité est représentée dans le diagramme par un lien d'association, appelé «*scène suivante*▣», entre la classe *Action* et la classe *Scène*.

Notons que contrairement au modèle SBDC, le modèle du forum DIACOM n'autorise qu'une seule action par scène. En effet, nous avons pu voir, dans la section 1 de ce chapitre, qu'une scène donnée, dans le modèle SBDC, pouvait contenir plusieurs actions. Ces actions représentaient alors les différentes options proposées à un apprenant qui explore un environnement interactif dans lequel ce cas est intégré. Ainsi, on retrouvait des actions correspondant à des erreurs identifiées, des actions de type «*branchement*▣» (qui permettent de passer dans un autre cas par analogie) et enfin des actions-transitions. Ces dernières font évoluer l'apprenant dans la scène suivante du même cas. Or, l'objectif du forum DIACOM n'est pas de proposer des environnements exploratoires à des apprenants, mais de faire décrire à des praticiens des cas tels qu'ils se sont déroulés. Il n'y a donc pas d'intérêt pour un médecin de proposer plusieurs pistes possibles dans une situation donnée. Le médecin qui participe au forum DIACOM vise surtout à décrire le déroulement précis d'une histoire à propos d'un patient. Ceci se matérialise par une succession de scènes et d'actions-transitions entre ces scènes, jusqu'à la conclusion du cas.

## **3.2 Le niveau des types de concepts**

Le niveau des types de concepts, présenté dans la figure 3.8 ci-dessous, contient les descriptions des types manipulés et instanciés par le médecin dans chaque scène d'un cas. Ces types se divisent en trois catégories. Les types d'entités et d'action ont été évoqués précédemment, mais un troisième type apparaît autour des scènes. En effet, étant donné qu'une action conditionne le passage d'une scène à la suivante, un ensemble de types de scènes apparaît. Celui-ci est alors dépendant du type d'action placé dans la scène précédente.

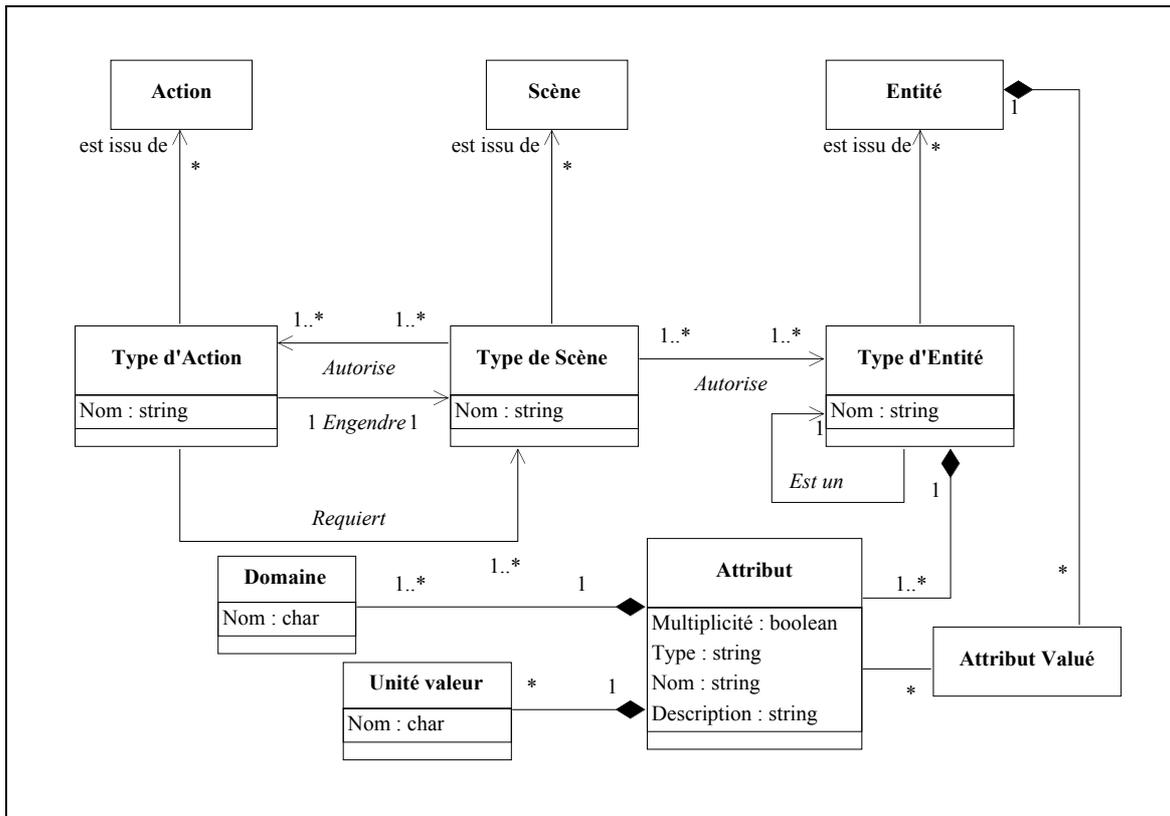


Figure 3.8 Diagramme de classes UML du niveau des types de concepts

### Les types d'entités

Un type d'entité est un type à partir duquel des entités peuvent être créées et ajoutées dans une scène. Il faut pourtant prendre en considération le fait qu'il est impossible de prévoir et de stocker initialement dans une base, tous les types susceptibles d'être utilisés par les médecins pour décrire un cas. Cela reviendrait par exemple, pour notre domaine, à modéliser tous les signes, toutes les maladies, tous les traitements et tous les médicaments existants en pédiatrie et à les intégrer dans une base de données. En conséquence, le choix a été fait de laisser à l'auteur la possibilité de décrire lui-même de nouveaux types d'entités, tout en lui proposant un noyau initial dépendant du domaine, et créé avec notre expert. Notre modèle propose alors une modélisation qui permet à un auteur de construire de nouveaux types d'entités.

Il faut bien comprendre que chaque entité utilisée par un médecin a des caractéristiques différentes des autres entités. Aussi, chaque type d'entité possède des spécificités distinctes qui le caractérisent. En conséquence, notre modèle permet à un auteur de définir autant de caractéristiques qu'il le souhaite pour un type d'entité.

Comme le montre la figure 3.8, un type d'entité (classe *Type d'Entité*) est composé d'une collection d'attributs (représentés dans le diagramme par la classe *Attribut*) et constituant chacun une spécificité du type d'entité. Un attribut comporte un nom et un type, pouvant par exemple être «une chaîne de caractère», «un entier», voire même un autre type d'entité. Un auteur peut également spécifier un domaine de valeur pour un attribut. Un attribut tel que «de degré d'une brûlure» de type entier ne prend, par exemple, ses valeurs qu'entre 1 et 3. D'autre part, un attribut se définit par sa multiplicité. Lorsque cet attribut peut englober plusieurs valeurs, sa multiplicité est vraie, et fausse dans le cas contraire. Un attribut peut, par exemple, représenter les antécédents maladies du patient et regrouper une liste de maladies contractées par le patient dans le passé. Enfin, l'auteur peut donner une brève description de cet attribut. Cette description doit permettre à un autre auteur voulant utiliser un type d'entité de comprendre le sens de chacun de ses attributs.

Grâce à cette classe Type d'Entité, le médecin peut, par exemple, créer directement le type d'entité «Brûlure». Il peut également créer à partir de la classe Attribut, les attributs «Degré», «Localisation» et «Surface» qui définissent cette brûlure. La figure 3.9, ci-dessous, représente le diagramme d'objet UML du type d'entité «Brûlure». L'attribut présenté est le «Degré», de type entier, dont le domaine de valeur est de 1 à 3, dont la multiplicité est simple, c'est-à-dire qu'une brûlure ne comporte qu'un seul degré et dont la description peut être «spécification du degré d'intensité de la brûlure».

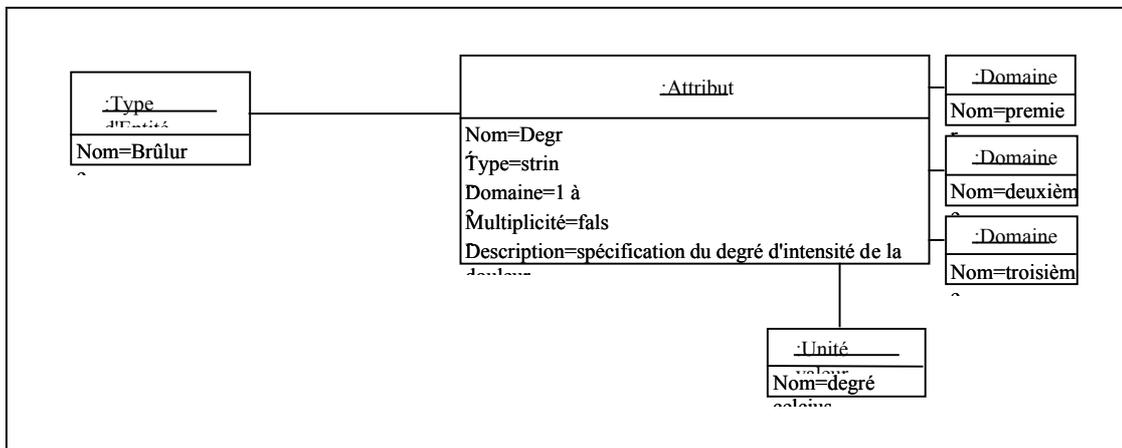


Figure 3.9: Diagramme d'objets UML du type d'entité Brûlure et son attribut «Degré»

Par ailleurs, pour permettre la création d'entités à partir de ces types d'entités, la classe *Type d'Entité* est ainsi associée à la classe *Entité* du modèle générique par un lien appelé «est issu de». Ce lien spécifie qu'il peut exister de zéro à n entités issues d'un même type d'entité. Il peut s'agir par exemple, comme nous l'avons dit dans le paragraphe 2.2,

de créer autant d'entités issues du type d'entité Brûlure que nécessaires dans les cas. De même, la classe *Attribut Valué* est associée à la classe *Attribut* de façon à pouvoir connaître le nom et le type des attributs qui sont valués lors de la création d'une entité.

Ainsi, la figure 3.10 ci-dessous, représente un exemple de la manière dont la brûlure de Paul (brûlure au deuxième degré) est associée au type d'entité Brûlure que nous venons de définir. On peut alors voir que l'attribut valué précisant que le degré est de 2, est associé directement à l'attribut «degré» du type d'entité «brûlure», lui même associé à la brûlure de Paul qu'il a permis de créer.

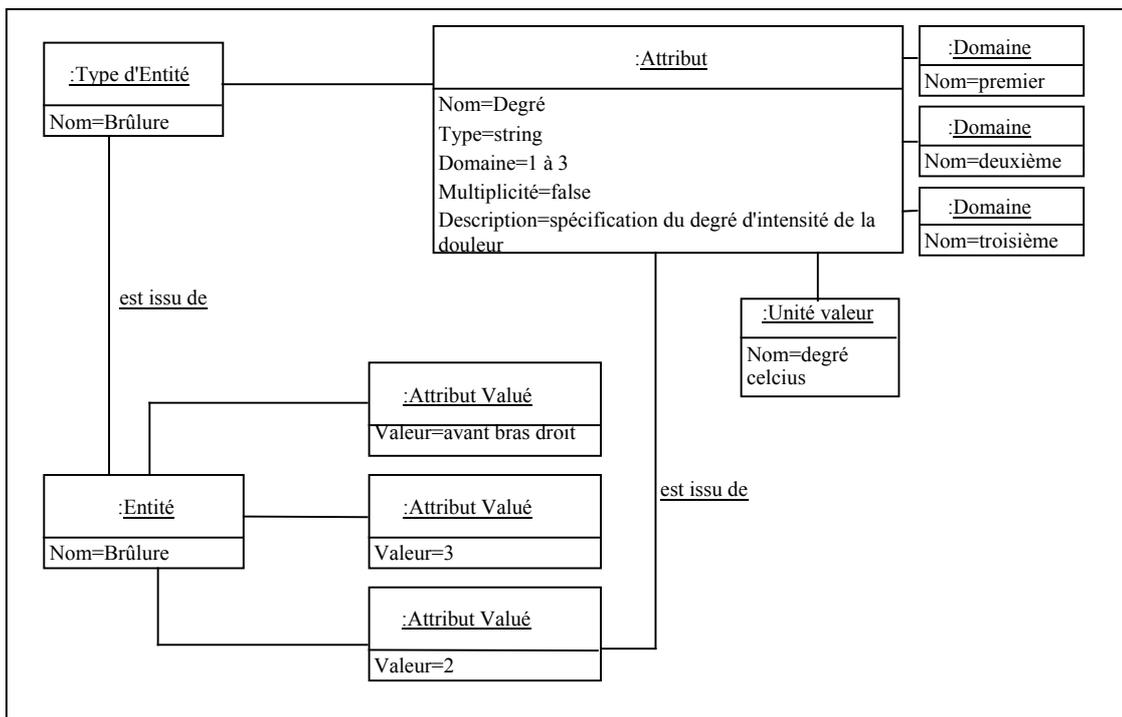


Figure 3.10: Diagramme d'objets UML de niveau des cas et du niveau des types de concepts - Exemple de la brûlure de Paul

Enfin, il peut exister, entre deux types d'entités, une relation d'héritage matérialisée dans la figure 3.8 par le lien d'association réflexif «est un». Par exemple, lorsqu'un type d'entité x «est un» type d'entité y, cela signifie que x possède tous les attributs de y, additionnés des attributs propres à x. La classe *Type d'Entité* est également liée à la classe *Type de Scène* par un lien nommé «autorise». Il s'agit de représenter le fait que, dans un type de scène particulier, on n'autorise que certains types d'entités. Cette classe *Types de scènes* est présentée en détail dans le paragraphe suivant.

### **Les types de scènes**

Chaque scène d'un cas comporte un type. Ainsi, dans une scène d'un type donné, seules des entités et des actions issues de certains types peuvent être placées. C'est une conséquence de la spécificité des cas de diagnostic médical. En effet, le processus de diagnostic en médecine est caractérisé par une succession d'étapes (matérialisées dans notre modèle par les scènes) dans lesquelles les médecins manipulent et découvrent chaque fois des types de données différents, comme de nouveaux signes, de nouvelles hypothèses ou des résultats d'examens.

Nous avons alors établi que suivant le type de la scène, seules les entités issues de certains types peuvent être placées sur la scène. Par exemple, dans une scène de type «Présentation du cas clinique», ce sont des entités de type «Signes» qui vont être privilégiées. En effet, ce type de scène a pour objectif de décrire les signes présentés par le patient lors de son arrivée en consultation. Dans une scène de type «Diagnostic», on privilégie plutôt les entités de type «Maladie».

Ainsi, le type d'une scène est représenté dans le diagramme de classe de la figure 3.8 par la classe *Type de Scène*. La classe *Scène* lui est associée par un lien «*issu\_de*», ce qui donne la possibilité au médecin de créer de zéro à n scènes à partir du même type de scène. Les types de scènes sont également liés aux types d'actions. La relation existant entre type de scène et type d'entité est représentée par un lien d'association «*autorise*». Ce lien précise qu'un type de scène peut autoriser de un à n types d'entités différents et qu'un type d'entité peut être autorisé dans plusieurs types de scènes.

### **Les types d'actions**

Un type d'action est principalement caractérisé par les circonstances selon lesquelles celle-ci peut ou non être placée dans une scène, et le type de la scène suivante que cette action engendre. Un type d'action est défini par un nom. Il est lié au type de scène par trois relations d'association. Tout d'abord, un type d'action engendre un type de scène particulier (relation «engendre»). Autrement dit, lorsque l'on place une action dans une scène, le type de cette action détermine celui de la scène suivante.

La deuxième relation qui lie un type d'action à un type de scène est la relation «requiert». Cette relation vise à stipuler quels sont les types de scènes requis, déjà existants dans le passé du cas, pour qu'un type d'action spécifique puisse être placé dans une scène. Par exemple, dans une scène *i*, le placement d'une action d'un certain type peut nécessiter qu'existent certains types de scènes parmi les scènes 1 à *i-1* du même cas.

Enfin, la dernière relation qui lie les types d'actions et les types de scènes est la relation «autorise». Cette relation vise à spécifier quels sont, dans un type de scène particulier, les types d'actions qui peuvent être placés.

Plusieurs exemples illustrant les relations entre types de scènes et types d'actions (ou entre types de scènes et types d'entités), pour le domaine de la prise en charge de la douleur chez l'enfant, sont présentés dans le chapitre 4.

## 4 Conclusion

Nous avons décrit, dans ce chapitre, la genèse du forum DIACOM. En effet, nous sommes partis du modèle SBDC et des travaux sous-jacents sur la prise de décision dans des contextes professionnels, afin de conceptualiser notre forum. Notre réflexion s'est articulée autour d'un double objectif, d'une part concevoir un système d'enseignement à distance, d'autre part nous intéresser à la formation médicale continue. Cette réflexion nous a conduits à élaborer l'architecture et le fonctionnement d'un système support d'apprentissage entre pairs le forum DIACOM.

Le forum DIACOM permet, ainsi, à des praticiens de décrire à distance des cas cliniques issus de leur propre expérience. Un modèle «générique» permet de représenter cette expertise. Un module «appariement» effectue des rapprochements entre les cas, en se basant sur leurs différences. Ce module s'appuie alors sur un modèle «spécifique» dépendant du domaine. Les auteurs dont les cas ont été appariés sont ensuite incités par le système à interagir, à travers une interface de discussion asynchrone.

Cette architecture et ce mode de fonctionnement répondent aux critères d'apprentissage entre pairs présentés dans le chapitre 1. En effet, ils proposent une phase de réflexion individuelle, couplée d'un processus d'appariement. Ce dernier est basé sur la mise en évidence de différences d'opinions entre les participants. Ainsi, en tant que «forum», le système DIACOM peut participer à un enseignement médical à distance et, comme nous l'avons évoqué dans le chapitre 2, il peut être également considéré comme un EIAH.

De plus, il nous paraît important de souligner que la phase de conception présentée dans ce chapitre, nous a, en particulier, conduits à élaborer un **modèle indépendant de tout domaine d'application** : le **modèle générique**. Cette genericité partielle de notre modèle nous permet d'envisager la constitution d'un modèle de connaissances générique dans sa globalité. Bien évidemment, ce postulat nécessite l'élaboration d'un modèle indépendant du domaine, dédié à l'appariement des cas et à la mise en relation des apprenants. Ainsi, au-delà du modèle spécifique, dont nous disposons actuellement pour effectuer ces tâches, le

travail sur une modélisation générique «globale» fait l'objet de nos perspectives de recherche.

Cependant, le modèle générique que nous proposons ici, vise à permettre la modélisation de connaissances sur un domaine (les types de concept) et le recueil d'exemples scénarisés d'utilisation de ces connaissances (les cas). Il peut alors être envisagé comme la base d'une «**brique logicielle** » indépendante, dédiées au recueil de connaissances et à la mise à distance de cas, utilisables à des fins éducatives. Ce type de brique logicielle est alors intégrable dans une plate-forme de FAD, permettant, en particulier, aux concepteurs de formations, de recueillir et de proposer aux apprenants des bases de cas, utilisables selon diverses approches pédagogiques.

La figure 3.11, ci-dessous, explicite quelque peu notre point de vue sur la question. Tout d'abord, on peut voir que notre brique logicielle «modèle générique» est utilisée, pour une tâche de «recueil d'une base de cas». Nous proposons, ici la conception de deux briques, dédiées à deux tâches différentes d'exploitation d'une telle base de cas.

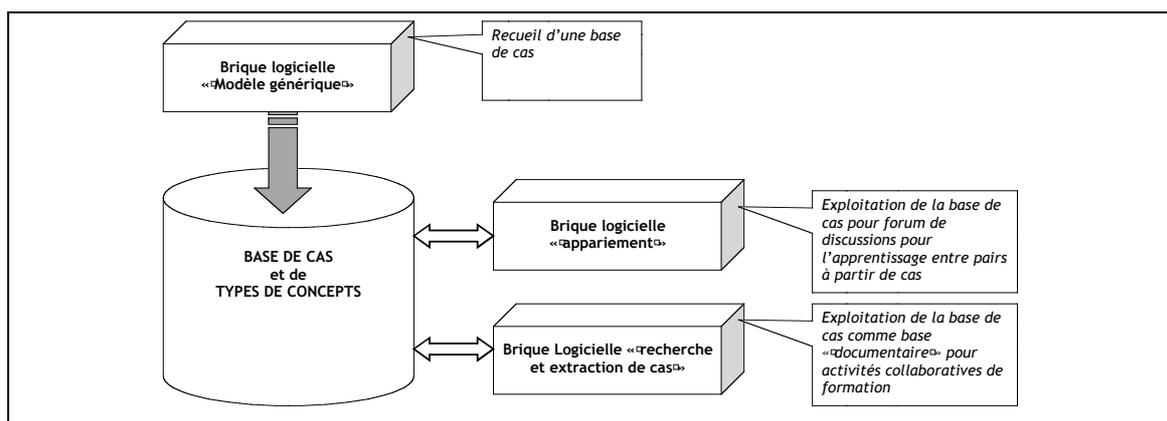


Figure 3.11 Exploitations pédagogiques d'une base de cas créée à partir de notre modèle générique

Cette base de cas peut, d'une part, être utilisée comme nous l'avons défini, dans le but de concevoir un forum pour l'apprentissage entre pairs. Il s'agit principalement d'ajouter une brique logicielle «appariement» qui interagit directement avec la base de cas. Cette brique permet d'effectuer l'appariement et la mise en relation des personnes, et constitue l'équivalent de notre module d'appariement. Une telle brique logicielle peut aussi bien être conçue à partir d'un modèle spécifique, dépendant du domaine, ou bien à partir d'un modèle générique, indépendant de tout domaine d'application.

D'autre part, comme le montre la figure 3.11, la base de cas peut être utilisée comme une base «documentaire» pour étudiants ou formateurs. Une brique logicielle de «recherche et

extraction de cas» doit alors être conçue, permettant non seulement de réaliser des requêtes relatives aux concepts proposés dans les cas, mais également relatives aux stratégies qui sont mises en évidence. En médecine, ce type de base peut, par exemple, être utilisé par des élèves qui participent à des sessions d'Apprentissage Par Problème ou d'Apprentissage au Raisonnement Clinique. D'autres approches, relatives à l'utilisation d'un tel module, peuvent alors être envisagées par les concepteurs de formations à distance, selon les spécificités des domaines.

Enfin, nous avons également envisagé une réutilisation partielle de notre modèle générique, ne prenant en compte que le «niveau des types de concepts». Ce niveau, qui permet le recueil de types d'entités et de types d'actions, modélise ainsi les connaissances d'un domaine. Il est alors possible de constituer une collection de types «génériques», liés par des relations d'héritage et d'association, et définissant des concepts du domaine. Ce niveau propose également la prise en compte de contraintes de «scénarisation». En effet, le modèle permet de préciser dans quelles conditions une action ou une entité peuvent être utilisées, constituant ainsi une notion de pré-requis. Cependant, force est de constater que les modélisations de domaine, envisagées grâce à ce niveau, restent relativement limitées. Par exemple, la constitution de nouvelles relations «sémantiques» entre concepts, comme on pourrait le voir dans le cadre de la création de bases de connaissances en Ingénierie des Connaissances [Charlet et al., 2000], est difficilement envisageable.

L'expérimentation du modèle générique a été menée dans le cadre de la prise en charge de la douleur chez l'enfant. Cette phase d'expérimentation consiste en un recueil de cas cliniques. L'objectif de ce recueil d'expertise vise à valider le modèle générique. Ce recueil permet également de constituer une collection de «types de concepts» propres au domaine et fait l'objet du chapitre 4. Enfin, ce recueil fournit une base de travail afin de concevoir le modèle spécifique et le module appariement. Cette phase de conception fait l'objet du chapitre 5.

## **CHAPITRE 4 - LES CONNAISSANCES DE LA COUCHE DOMAINE**

---

<b>1</b>	<b>Le recueil d'expertise .....</b>	<b>99</b>
1.1	La prise en charge de la douleur chez l'enfant .....	99
1.2	La constitution du corpus expérimental.....	102
<b>2</b>	<b>Les types de concepts «déclaratifs» .....</b>	<b>105</b>
2.1	La catégorie des signes .....	105
2.2	La catégorie des traitements et des médicaments.....	112
2.3	La catégorie des maladies.....	113
2.4	La catégorie des examens complémentaires .....	114
<b>3</b>	<b>Les types de concepts «procéduraux» .....</b>	<b>115</b>
3.1	Les types d'actions .....	115
3.2	Les types de scènes.....	117
<b>4</b>	<b>Le modèle générique et les langages de représentation de connaissances .....</b>	<b>120</b>
4.1	Acquisition et Ingénierie des Connaissances.....	120
4.2	Le modèle générique du point de vue IC.....	122
<b>5</b>	<b>La dépendance du domaine .....</b>	<b>123</b>



Ce chapitre vise à présenter les connaissances de la couche domaine. Ces connaissances ont été identifiées lors du recueil d'expertise mené auprès du Dr François-Marie Caron, Pédiatre libéral et praticien hospitalier au Centre Hospitalier Régional Universitaire d'Amiens. Elles ont été divisées en deux catégories : les types de concepts «déclaratifs» et les types de concepts «procéduraux». Les types de concepts «déclaratifs» regroupent les connaissances médicales et concernent les signes présentés par le patient, les maladies suspectées ou confirmées chez ce patient et les traitements qui lui sont prescrits. Les types de concepts «procéduraux» regroupent les connaissances relatives au déroulement des cas et à l'enchaînement des étapes dans le raisonnement. Ce sont les types d'action et les types de scène du domaine.

Ainsi, nous décrivons en premier lieu l'analyse de cas cliniques, effectuée dans le cadre de la prise en charge de la douleur chez l'enfant, afin de constituer notre corpus d'expérimentation. En deuxième lieu, nous présentons les types de concepts «déclaratifs», puis les types de concepts «procéduraux». Ensuite, nous proposons une étude comparative de notre modèle de recueil de connaissances relativement aux travaux de la communauté de recherche en Ingénierie des Connaissances. Enfin, nous concluons sur la dépendance de la couche domaine par rapport au domaine de la prise en charge de la douleur chez l'enfant.

## 1 Le recueil d'expertise

Pour réaliser le recueil d'expertise, nous avons commencé par étudier le domaine de la prise en charge de la douleur chez l'enfant. Nous avons ensuite mené une série de réunions avec notre expert afin de constituer un corpus de cas cliniques à décomposer selon le modèle générique présenté dans le chapitre 3. Cette section vise à détailler ces étapes.

### 1.1 La prise en charge de la douleur chez l'enfant

La douleur peut être définie comme «une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, associée à un dommage tissulaire réel ou virtuel, ou décrite comme un tel dommage» [Gauvain-Piquard, 1999]. Ainsi, la douleur de l'enfant comporte trois composantes : une composante sensorielle directement liée au processus nociceptif\*, une composante émotionnelle proportionnelle au stress de l'enfant et éventuellement à l'inquiétude des parents, une composante cognitive traduisant le fait que l'enfant se sent submergé et envahi par la douleur [Caron, 1999].

Prendre en charge la douleur d'un enfant nécessite alors calme et tranquillité. Il faut que le praticien établisse une relation avec l'enfant, seulement après le dialogue peut avoir lieu. Gauvain-Piquard montre cela de façon très caractéristique dans la vidéo «TAMALOU»

présentant l'examen clinique de l'enfant douloureux [Gauvain-Piquard, 1993]. L'idée est alors d'identifier les signes directs de la douleur, comme la mobilisation spontanée d'un membre permettant de limiter la sensation douloureuse, ou encore les signes indirects de la douleur, comme l'atonie psychomotrice (état psychologique de l'enfant qui, totalement submergé par la douleur, devient apathique).

Prendre en charge la douleur consiste, d'une part, à évaluer cette douleur, et, d'autre part, à la traiter. Dans le cadre de la pédiatrie, cette démarche requiert une approche méthodologique précise. Un rapport de l'Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES) définit en mars 2000 les protocoles d'évaluation et de traitement de la douleur de l'enfant [ANAES, 2000].

### ***Évaluation de la douleur***

Selon le CD-ROM «La douleur de l'enfant» [Annequin et al., 2001], l'évaluation de la douleur permet de quantifier et de mesurer objectivement la douleur, tout en aidant au diagnostic. Celle-ci permet également d'établir une relation de confiance avec l'enfant en lui montrant qu'il est pris au sérieux. Cependant, le jeune âge des enfants, et leurs difficultés à exprimer ce qu'ils ressentent, compliquent considérablement cette évaluation. Ainsi, l'évaluation de la douleur se pratique grâce à l'adaptation de méthodes et d'outils d'évaluation à l'âge de l'enfant. Trois tranches d'âge sont déterminantes dans les modes d'évaluation de la douleur. Elles correspondent à différents stades du développement des enfants et aux différents niveaux atteints à propos de leurs capacités à s'exprimer et à caractériser ce qu'ils ressentent. Par exemple, les enfants de moins de 4 ans ne peuvent décrire avec précision leurs sensations. En revanche, au delà de six ans, le médecin peut se reposer entièrement sur les dires de l'enfant. Pour chacune des tranches d'âge, le rapport de l'ANAES précise les outils disponibles et leur mode d'application.

Ainsi, pour les enfants de plus de 6 ans, l'utilisation d'outils d'auto-évaluation est préconisée. Ces outils visent à permettre à l'enfant de quantifier lui-même sa douleur. On retiendra particulièrement l'EVA (Echelle d'évaluation Analogique) qui permet à l'enfant de déterminer «combien il a mal» en quantifiant sa douleur sur une réglette graduée, de 10 en 10 et de 0 à 100. Le 0 représente «pas de douleur du tout» et le 100 représente «la douleur la plus forte que l'enfant puisse imaginer». Il existe de nombreuses autres échelles/outils d'auto-évaluation gradués de différentes manières [Annequin et al., 2001].

Concernant les enfants de moins de 4 ans, le protocole recommandé est l'utilisation d'échelle/outils d'hétéro-évaluation. Ces échelles d'hétéro-évaluation sont utilisées par

d'autres personnes que l'enfant, tels que les professionnels de santé. Elles se réfèrent uniquement à l'observation de l'enfant. Quatre groupes de critères d'observation sont généralement quantifiés : les pleurs, cris et plaintes de l'enfant ; les signes corporels tels que les raideurs ou les attitudes antalgiques ; les signes physiologiques ; le comportement de l'enfant et sa consolabilité. Il existe de nombreuses échelles validées, adaptées à différents âges et différentes pathologies. L'idée principale de ces échelles est d'aider le médecin à déterminer les signes directs et indirects de la douleur de l'enfant. Ces échelles sont présentées également dans [Annequin et al., 2001].

Enfin, lorsqu'il s'agit d'enfants âgés de 4 à 6 ans, le médecin doit plutôt chercher à faire converger les résultats de plusieurs échelles d'auto-évaluation. Si la convergence n'est pas obtenue, alors le résultat est nul. Le médecin doit utiliser des méthodes d'hétéro-évaluation, et notamment faire coïncider les dires de l'enfant avec l'examen clinique. L'expérience du médecin, dans sa capacité à déterminer chez l'enfant des signes directs et indirects de la douleur, est alors une aide considérable.

L'évaluation vise à localiser la douleur, à en connaître la cause et également à en estimer l'intensité. Celle-ci est alors qualifiée de faible, modérée, intense ou très intense. Les cas illustrant la prise en charge de la douleur, peuvent être amenés à décrire précisément, de façon intimement liée avec le processus diagnostic, cette évaluation de la douleur. Cependant, ces cas illustrent aussi les procédures de traitement de la douleur [ANAES, 2000].

### ***Traitement de la douleur***

Le traitement de la douleur consiste principalement en la prescription d'antalgiques plus ou moins puissants selon l'intensité décelée de cette douleur. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a classifié les antalgiques selon trois paliers de «puissance». Le palier 1 regroupe les analgésiques non morphiniques tels que le paracétamol\*, l'aspirine\* ou les Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens (AINS\*). Le palier 2 comporte les agonistes morphiniques faibles et partiels. En pratique, ce sont des associations entre des analgésiques de palier 1 et des analgésiques morphiniques comme la codéine. Enfin, le palier 3 regroupe les agonistes morphiniques forts comme la morphine [Anquier, Arthuis, 2001].

Ainsi, si la douleur évaluée est faible (moins de 3/10 d'EVA), il est préconisé de prescrire un antalgique de palier 1 [ANAES, 2000]. Si la douleur est modérée, un antalgique de palier 1 ou 2 est utilisable. Si la douleur est intense, le médecin doit envisager de passer aux antalgiques de palier 2, voire 3. Enfin, lorsque la douleur est très intense, les antalgiques de palier 3 doivent être généralement prescrits, en privilégiant les voies

d'administration les plus rapides. Cette première prescription est suivie d'une phase de contrôle (ré-évaluation selon le même mode) de l'évolution de la douleur après une ou deux prises du traitement. S'il s'avère que la douleur est toujours présente (supérieure à 3/10 d'EVA), le médecin peut envisager une intensification du traitement. Dans le cas contraire, le traitement est poursuivi pendant la durée estimée de la douleur.

Le traitement de la douleur peut également, dans certains cas, faire appel à des traitements que nous avons qualifiés de «physiques». Par exemple, dans le cas d'une fracture, la première chose à faire pour calmer la douleur, est d'immobiliser le membre. De plus, en cas de prévention d'un geste douloureux, tel qu'une ponction lombaire, l'application d'une pommade anesthésiante est également un cas de traitement préventif de la douleur [Carbajal, 1999].

Cette méthodologie de traitement de la douleur s'acquiert grâce à l'expérience. De nombreux praticiens adaptent ces recommandations à leurs connaissances des pathologies et à leur expérience dans le domaine du traitement antalgique. Par exemple, un praticien recevant un enfant pour une otite moyenne aiguë peut décider de donner directement des antalgiques de palier 2, plutôt que de tenter, en premier lieu, de soulager l'enfant par des antalgiques de palier 1. Il sait par expérience que l'otite est une pathologie douloureuse que l'antalgique de palier 1 ne soulagera pas. Ainsi, un conflit socio-cognitif peut opposer deux praticiens lorsque l'un préconise plutôt de tenter un palier 1 puis de vérifier l'évolution de la douleur, et lorsque l'autre applique sa propre stratégie et prescrit directement un palier 2.

Un apprentissage entre pairs, dans ce cadre, s'avère être riche dans la diversité des opinions évoquées, tant la méconnaissance de la douleur et les appréhensions sur l'utilisation d'antalgiques chez de jeunes enfants sont encore grandes. Les cas cliniques issus de ce domaine constituent alors des cas exemplaires visant à illustrer cette pratique de la prise en charge de la douleur. Nous nous sommes particulièrement intéressés à ce type de cas lors du recueil d'un premier corpus de cas cliniques auprès de notre expert. Le paragraphe suivant décrit la façon dont ce corpus a été constitué.

## 1.2 La constitution du corpus expérimental

Le corpus expérimental, sur lequel nous avons travaillé, est constitué de dix cas cliniques, recueillis auprès de notre expert. Ce dernier nous a ainsi fourni dix textes décrivant des cas cliniques d'enfants présentant des pathologies douloureuses. La figure 4.1 ci-dessous présente l'un de ces textes. L'ensemble des cas du corpus est présenté en Annexe 1. Chacun de ces cas propose une forme de prise en charge de la douleur, concernant soit son évaluation, soit son traitement, et pour la plupart un peu des deux.

Céline, 14 ans présente des céphalées violentes. Vous lui demandez d'évaluer sa douleur. Elle la cote à 8. Devant l'intensité de sa douleur, vous lui prescrivez de l'Efferalgan codéine et un scanner en urgence. La maman vous rappelle le lendemain. Le scanner est normal. A votre arrivée, Céline joue avec sa Game-boy. Elle cote toujours sa douleur à 8 sur l'EVA.

**Qu'en pensez-vous?**

Discordance entre la cotation et l'état clinique de l'enfant. Pour Céline, pas de problème de compréhension (ce qui est différent pour un enfant de 5-6 ans). Elle joue avec sa Game-Boy donc la cotation peut correspondre à une douleur morale ou à une provocation.

Une douleur prolongée (ici cotation à 8) depuis 24h même sous efferalgan codéine a toujours un retentissement sur le comportement.

Figure 4.1 Exemple de cas clinique textuel

L'objectif de ce recueil d'expertise est d'analyser ces textes en détail et de transformer les cas textuels en cas structurés selon le modèle générique décrit dans la section 3 du chapitre 3. Ainsi, chacun des cas textuels a été analysé une première fois afin d'en déterminer les étapes clés. Cette décomposition a fait apparaître les scènes du cas, et détecté quelles pourraient être les actions spécifiques permettant de passer de chaque scène à la suivante. Chacune des décompositions en scènes des cas de ce corpus est également présentée en Annexe 1.

La figure 4.2 suivante présente la décomposition en scènes du cas clinique présenté ci-dessus de façon textuelle.

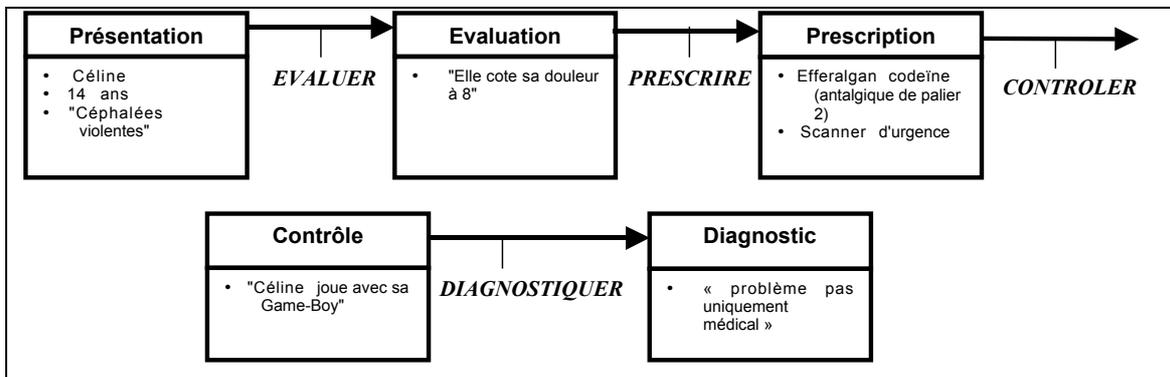


Figure 4.2 Exemple de cas clinique décomposé en scènes

Ce cas est décomposé en cinq scènes, dans lesquelles des actions déterminantes ont été placées. Il s'agit du cas d'une enfant âgée de 14 ans souffrant de céphalées violentes. Le médecin souhaite procéder à l'évaluation de la douleur (première action : « Evaluer »). La douleur est auto-évaluée par la patiente à huit sur une échelle de un à dix. Il décide alors de prescrire un antalgique de palier 2 et un scanner (deuxième action : « Prescrire »). Le lendemain, le médecin contrôle l'état de la patiente (troisième action : « Contrôler »), qui

côte toujours sa douleur à huit. Néanmoins, il remarque qu'elle joue avec un jeu électronique, ce qui montre sa capacité de concentration. Or, le médecin sait, par expérience, qu'elle ne devrait pas pouvoir le faire avec une douleur aussi intense. Comme le scanner ne montre aucune anomalie, il en conclut que le problème n'est pas médical (quatrième action : « Diagnostiquer »).

Il ressort de cette première analyse du corpus, que la décomposition d'un cas en une succession de scènes, est une approche assez familière aux médecins. En effet, notre expert n'a eu aucun mal à manipuler ce mode de représentation, ou encore à faire évoluer les propositions que nous avons pu lui soumettre.

Dans le corpus, la longueur des cas ainsi obtenue, varie de deux à six scènes. Il ressort que les cas les plus courts, par exemple les cas numéros 9 et 10 (cf. annexe 1), correspondent généralement à des cas de traitement de la douleur pour lesquels la pathologie est identifiée clairement dans la première scène et le traitement est proposé dans la seconde. Un tel cas peut, par exemple, viser à décrire une pré-médication antalgique en vue d'une opération douloureuse. Ainsi, dans ce type de cas, l'intérêt pédagogique se situe plutôt dans les circonstances au cours desquelles cette prescription rapide est effectuée.

Les cas les plus longs, par exemple le cas numéros 1 (cf annexe 1) correspondent plutôt à des cas illustrant une certaine progression dans le diagnostic, jalonnée par une évaluation, voire un contrôle, de la douleur. Dans ce type de cas, l'évolution de l'évaluation ou du traitement de la douleur sont alors les aspects intéressants à confronter d'un point de vue pédagogique. De plus, ces cas mêlent généralement le diagnostic des pathologies et les étapes clés de prise en charge de la douleur. En effet, l'identification de la maladie est bien souvent nécessaire pour prendre en charge la douleur, tout autant que le fait d'évaluer cette douleur. Ainsi, les étapes de ces cas passent par une analyse des signes présentés par le patient (signes propres à la douleur et signes propres à la maladie). Les maladies possibles sont ensuite évoquées et l'évaluation précise de la douleur est réalisée. Une fois le diagnostic établi et la douleur évaluée, un traitement est prescrit, puis une étape de contrôle de la douleur est préconisée pour éventuellement intensifier le traitement.

Le recueil nous a permis, dans un premier temps d'aborder la prise en charge de la douleur et de décomposer les cas cliniques du corpus. Ensuite, nous avons pu isoler, parmi le corpus de cas, les différents types de concepts qui y sont évoqués. Ces types de concepts sont les types d'entités, les types d'actions et les types de scènes. Nous présentons dans le paragraphe suivant, les types d'entités obtenus, qui constituent ce que nous avons appelé les types de concepts « déclaratifs » de la couche domaine.

## 2 Les types de concepts «déclaratifs»

Cette section vise à présenter l'ensemble des types d'entités que l'on retrouve dans la couche domaine. Nous avons vu dans le chapitre 3 que pour qu'un médecin puisse décrire, dans une scène, la «brûlure de Paul», il utilisait un type d'entité «Brûlure», défini dans le niveau des types de concepts de la couche domaine. Chaque type d'entité représente alors, sous forme d'une liste d'attributs, les connaissances médicales élémentaires du domaine.

Les types d'entités obtenus lors de cette étape d'expérimentation, ont, d'une part, été constitués à partir des informations contenues dans les cas du corpus. Le principe est d'y relever toutes les entités manipulées, puis d'en abstraire les types d'entités permettant de les créer. D'autre part, plusieurs types d'entités ont été obtenus grâce à l'analyse des modes de fonctionnements spécifiques à la prise en charge de la douleur chez l'enfant et des différents types d'informations véhiculés dans le domaine.

Lors de la constitution des types d'entités issus du corpus, nous avons identifié plusieurs catégories. Pour les regrouper par catégorie dans la couche domaine, nous avons exploité la relation «est-un» qui constitue la relation d'héritage entre les types d'entités. Cela nous a alors permis de construire une taxonomie de types d'entités, pour chacune des catégories. Il faut souligner que le regroupement des types d'entités par catégorie est intéressant à plusieurs titres. D'une part, les catégories permettent de structurer le niveau des types de concepts de la couche domaine: les médecins s'y retrouvent alors plus facilement pour utiliser un type d'entité existant ou pour en ajouter un nouveau. D'autre part, ces catégories permettront, par la suite, de gérer plus facilement les contraintes induites par les types de concepts «procéduraux». Ces contraintes concernent les types d'entités autorisés ou non dans une scène. La description en sera faite dans la section 3 de ce chapitre.

L'ensemble des types d'entités constitué se décompose en cinq catégories distinctes: les signes présentés par le patient, les traitements prescrits au patient et les médicaments, les maladies suspectées décelées chez le patient et les examens complémentaires auxquels le patient est soumis. Chaque hiérarchie taxonomique constitue une arborescence de types d'entités, identifiée en racine par un type d'entité «générique» portant le nom de la catégorie. Tous les types d'entités appartenant à cette hiérarchie sont liés les uns aux autres par la relation «est-un». Etudions tout d'abord la catégorie des signes.

### 2.1 La catégorie des signes

La catégorie des signes\* regroupe les types d'entités permettant d'identifier des signes présentés par un patient. Par exemple, identifier qu'un enfant a le tympan bombé permet, d'une part, d'évoquer le diagnostic d'une otite et, d'autre part, de contribuer à l'évaluation

de la douleur, et en particulier à sa localisation. L'identification des signes fait alors partie intégrante du processus de diagnostic proposé dans un cas clinique. Dans notre domaine, les signes distingués chez un patient font également partie du processus d'évaluation de la douleur.

Les résultats de l'analyse du corpus ont donné 28 types d'entité dans la catégorie des signes. La catégorie des signes a été sub-divisée en quatre catégories, déterminées par notre expert en fonction du corpus et de son expérience : les «signes terrains», les «signes d'anamnèse», les «signes du diagnostic» et les «signes de la douleur». Les «signes terrains» concernent les informations générales sur le patient (âge, poids, etc.). Les «signes d'anamnèse» regroupent les signes présentés par le patient lors de son arrivée en consultation. Il peut s'agir, par exemple, du fait que l'enfant vomit toutes les demi-heures depuis quatre heures. Les «signes du diagnostic» sont les signes que le médecin découvre au fur et à mesure de son examen clinique. Un signe de diagnostic<sup>1</sup> est, par exemple, le résultat d'une palpation de l'abdomen. Enfin, les «signes de la douleur» identifient les manifestations physiques et émotionnelles induites par la douleur du patient. Il peut s'agir, par exemple, du fait qu'un enfant protège une zone (douloureuse) de son corps de façon spontanée.

La figure 4.3, ci-dessous, schématise la décomposition de la catégorie des signes en ces quatre sous-catégories. Pour faciliter la lecture, chaque type d'entité est représenté comme une classe et les flèches représentent la relation «est-un» qui lie les types d'entités les uns aux autres. Cependant, il faut préciser que chaque type d'entité présenté dans le schéma sous forme de classes, est dans la couche domaine une instance de la classe type d'entité du modèle générique. De même, les attributs représentés ici dans les classes, sont, dans le système, des instances de la classe Attribut du modèle générique. La représentation des instances sous forme de diagrammes d'objets UML est présentée en Annexe 2. Dans la figure 4.3, le nœud-racine de la hiérarchie est le type d'entité «signe». Il ne comporte qu'un seul attribut nommé «présence». Ce dernier donne alors la possibilité à un médecin de spécifier la présence ou l'absence d'un signe particulier chez le patient (attribut présence, de type booléen). Par exemple, il pourra préciser que le patient n'a pas perdu connaissance (attribut

---

<sup>1</sup> Notons qu'en formation médicale initiale, les signes du diagnostic se regroupent sous les signes physiques, les signes généraux et les signes fonctionnels, que les étudiants doivent apprendre à évoquer dans un certain ordre. En Formation Médicale Continue, cette méthodologie est court-circuitée par l'expérience du praticien, qui se focalise rapidement sur ce qui lui paraît essentiel. Aussi, notre expert n'a-t-il pas souhaité faire la distinction entre ces types de signe dans le cadre de nos travaux.

«perte de connaissance» = FALSE), l'absence d'un signe pouvant être aussi importante dans le diagnostic que sa présence. Cet attribut est de type booléen.

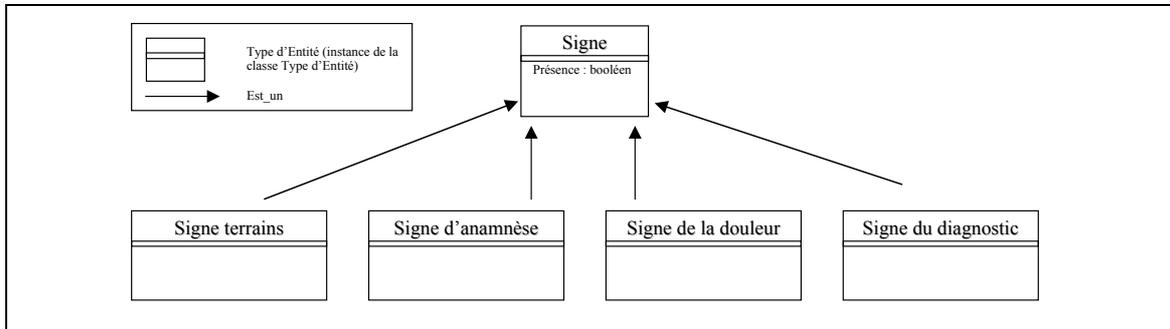


Figure 4.3: Catégorie des signes - Premier niveau de la hiérarchie

La figure 4.4 suivante, présente la sous-catégorie des «signes terrains». Sous la catégorie des «signes terrains» se trouvent les informations sur le patient, ses antécédents et les raisons de sa consultation. Ces informations sont particulièrement nécessaires au médecin pour conduire son diagnostic et prendre en charge la douleur. Nous avons en particulier évoqué dans le paragraphe 1.1 de ce chapitre, l'importance pour le médecin de connaître l'âge de l'enfant pour adapter le mode d'évaluation de la douleur. Comme le montre la figure 4.4, un seul type d'entité a été identifié pour cette catégorie, et il s'agit du type d'entité «signes terrains». Ce type d'entité regroupe cinq attributs.

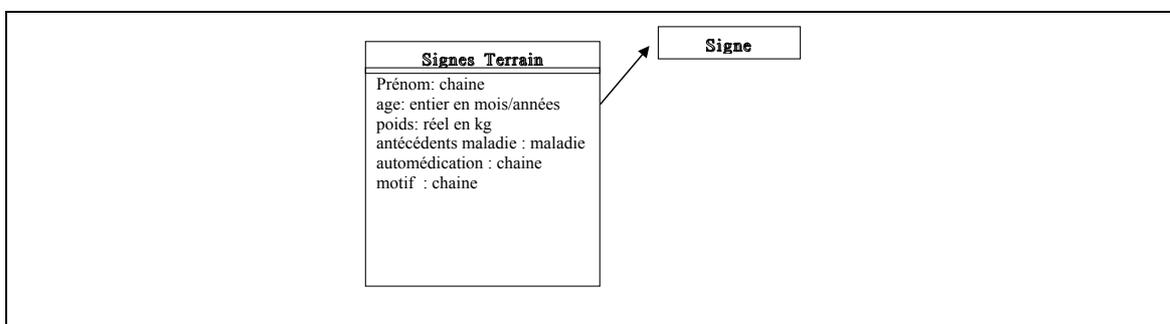


Figure 4.4: Hiérarchie des signes terrains

Le premier attribut se nomme «prénom» et permet simplement de stocker le prénom de l'enfant concerné. Le diagramme d'objet précise également que cet attribut est de type «chaîne de caractères», qu'il n'est pas multiple, que son domaine de valeur est libre et que sa description est «prénom de l'enfant».

Le deuxième attribut permet selon le même principe d'identifier l'âge de l'enfant, le troisième attribut permet quant à lui de préciser les antécédents de l'enfant en terme de maladies, le quatrième attribut permet de spécifier de manière textuelle, le motif de la

consultation et enfin le dernier attribut permet de spécifier si une auto-médication a été pratiquée et sa nature. Il est à noter que les entités du type «signes terrains» sont présentes principalement dans la première scène du cas qui a pour vocation de présenter le cas et notamment le patient.

La figure 4.5 suivante présente de façon arborescente les types d'entités obtenus pour la sous-catégorie des «signes d'anamnèse». Le signe d'anamnèse a pour attribut, la «durée» qui vise à spécifier depuis combien de temps ce signe est apparu avant que le patient ne vienne consulter. De plus, tous les types d'entités de cette hiérarchie héritent de l'attribut «Présence» du type d'entité «Signe».

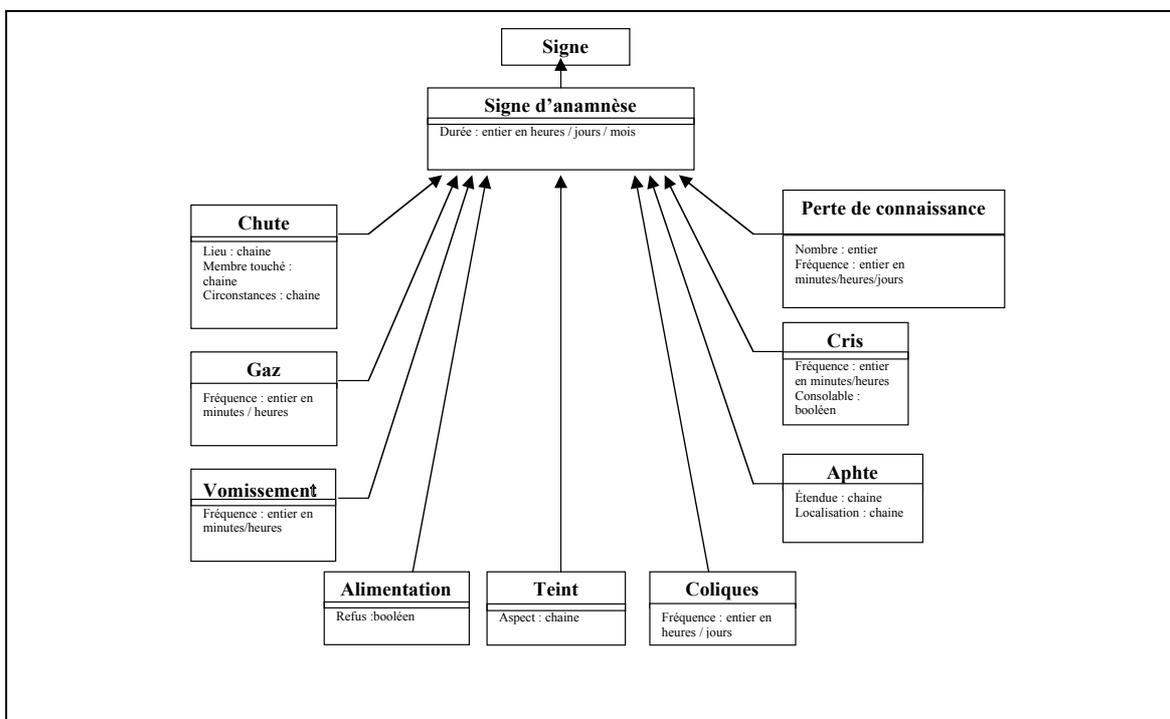


Figure 4.5 Hiérarchie des signes d'anamnèse

Plusieurs «signes d'anamnèse» ont été extraits de notre corpus

- Le type d'entité «Chute» précise que l'enfant a fait une chute et ses attributs permettent d'en spécifier le lieu et les circonstances, ainsi que le membre touché.
- Le type d'entité «Gaz» permet de spécifier que l'enfant a des gaz, depuis combien de temps et quelle est leur fréquence.
- Le type d'entité «Vomissements» permet de préciser que l'enfant a des vomissements, depuis combien de temps et quelle est leur fréquence.

- Le type d'entité «Aphte» permet de préciser que l'enfant présente des aphtes, leur localisation et leur étendue.
- Le type d'entité «Coliques» permet de spécifier que l'enfant présente des coliques, depuis combien de temps et leur fréquence.
- Le type d'entité «Alimentation» permet de spécifier si l'enfant refuse ou non de s'alimenter et depuis combien de temps.
- Le type d'entité «Teint» permet de spécifier la couleur éventuelle du teint de l'enfant.
- Le type d'entité «Perte de connaissances» permet de spécifier que l'enfant a perdu connaissance, pendant quelle durée.
- Le type d'entité «Cris» permet de spécifier que l'enfant pleure ou crie, depuis combien de temps, avec quelle fréquence et s'il est consolable ou non.

Ces «Signes d'anamnèse» correspondent aux signes identifiés dans les cas du corpus. Néanmoins, nous avons vu dans le chapitre qu'un médecin pouvait constituer ses propres types d'entités. Ainsi, d'autres «signes d'anamnèse» peuvent venir s'ajouter à cette liste, au fur et à mesure que de nouveaux cas sont insérés dans le système.

La figure 4.6, ci-dessous vise à représenter la hiérarchie taxonomique des «signes du diagnostic». Un signe du diagnostic comporte l'attribut «Mode identification» pour spécifier la manière dont le signe a été identifié par le médecin (par interrogatoire ou par examen clinique par exemple).

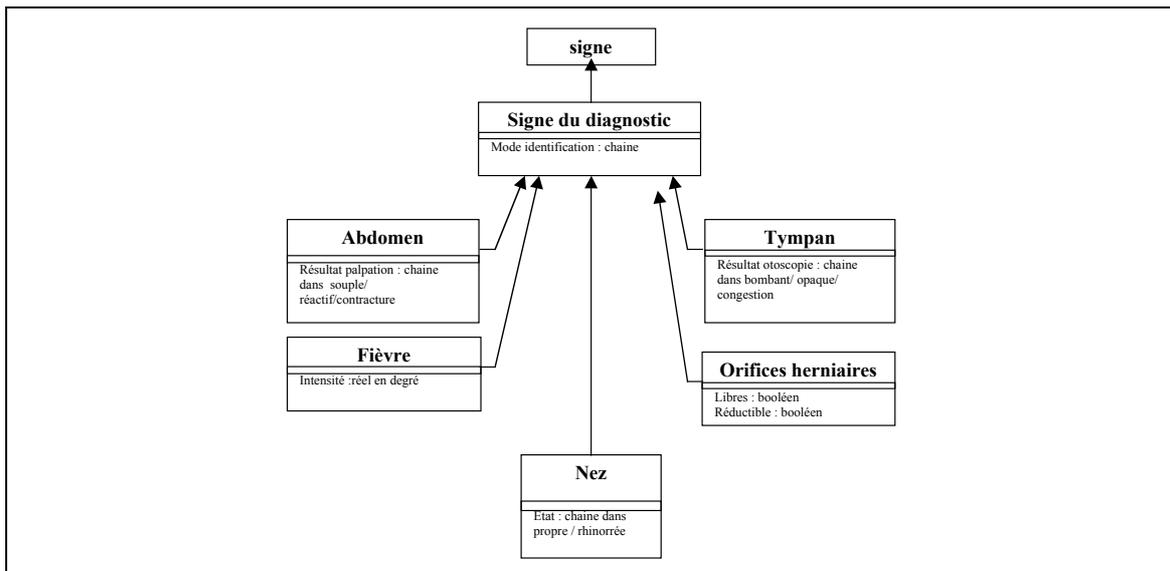


Figure 4.6 Hiérarchie des signes du diagnostic

Plusieurs «Signes du diagnostic» ont été identifiés dans notre corpus :

- Le type d'entité «Fièvre» permet de spécifier si l'enfant a de la fièvre ou non et à quelle intensité.
- Le type d'entité «Abdomen» permet de spécifier l'état de l'abdomen, à savoir si celui-ci est souple, réactif ou encore s'il présente une contracture.
- Le type d'entité «Nez» permet de préciser si l'enfant présente ou non une rhinorrhée.
- Le type d'entité «Orifices herniaires» permet de préciser si les orifices herniaires sont libres et, le cas échéant, si la hernie est réductible ou non.
- Le type d'entité «Tympan» permet de préciser le résultat de l'otoscopie, à savoir si le tympan est bombant, opaque ou congestionné.

De la même manière que pour les «signes d'anamnèse», la liste ci-dessus correspond aux «signes de diagnostic» identifiés dans le corpus. Cette liste peut également se voir enrichie par de nouveaux signes décrits par les médecins.

Enfin les «signes de la douleur» sont les plus spécifiques. Ainsi, comme cela est présenté dans la figure 4.7 ci-dessous, les «signes de la douleur» comprennent tout d'abord un type d'entité permettant de décrire les «caractéristiques de la douleur» présentée par le patient. Il s'agit notamment de la localisation de cette douleur, de son type (chronique ou aiguë), de son stade d'identification dans le cas (est-elle seulement présumée, évaluée ou ré-évaluée avec ces caractéristiques-là), de sa cotation éventuelle par le patient sur une échelle d'évaluation et éventuellement de la méthode d'évaluation employée pour arriver à ce résultat.

Nous avons également été confrontés, dans le corpus, à un certain nombre d'autres signes spécifiques de la douleur, tels que la présence d'une position antalgique. En effet, les «caractéristiques de la douleur» permettent de la décrire une fois qu'elle a été identifiée et évaluée. Dans de nombreux cas cliniques, le processus d'évaluation de la douleur n'est pas détaillé et l'utilisation de ce type d'entité «caractéristique de la douleur» suffit. Cependant, il apparaît que, dans certains cas cliniques, le processus précis d'évaluation de la douleur soit détaillé, avec une identification précise de chaque signe permettant d'évoquer ou de localiser cette douleur. Ainsi, il est nécessaire de faire apparaître, dans la couche domaine, deux autres catégories de «signes de la douleur» : les «signes directs» et les «signes indirects» de la douleur, comme le montre la figure ci-dessous.

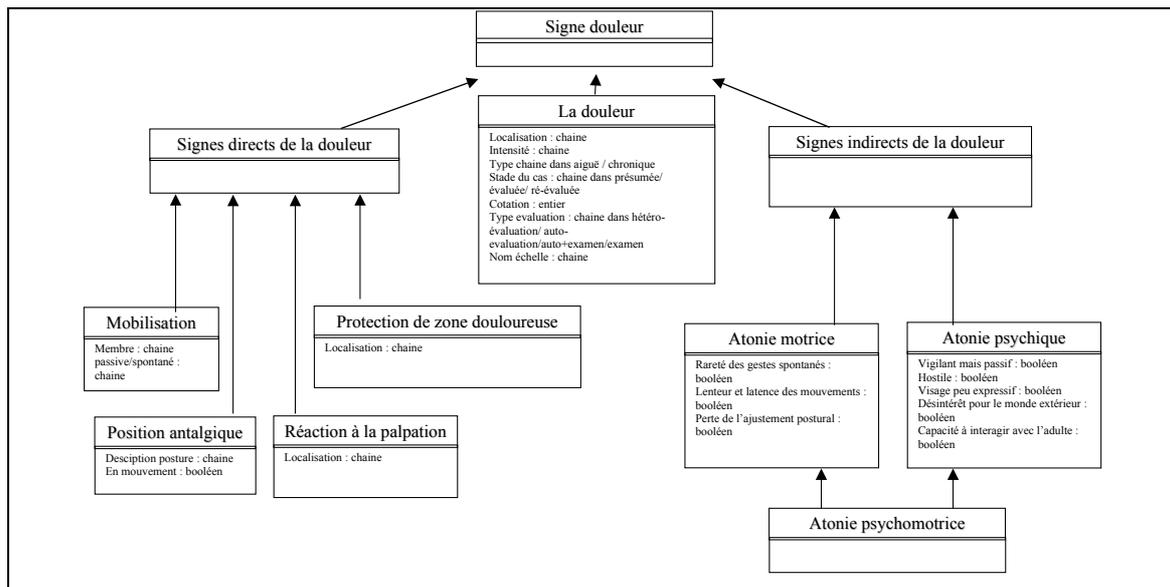


Figure 4.7 Hiérarchie des signes douleur

Comme le présente la figure 4.7, il existe plusieurs «signes directs de la douleur»

- Le type d'entité «Mobilisation» permet de préciser si un membre est mobilisé spontanément par l'enfant, et lequel.
- Le type d'entité «Position antalgique» permet de préciser si l'enfant présente une position a caractère antalgique, c'est à dire s'il prend une certaine posture pour éviter la douleur. Il est possible de préciser si cette position est prise en mouvement ou au repos.
- Le type d'entité «Protection zone douloureuse» permet de préciser si l'enfant se protège instinctivement une partie du corps.
- Le type d'entité «Réaction à la palpation» permet de spécifier si l'enfant réagit vivement à la palpation du médecin dans une zone bien précise.

Plusieurs «signes indirects de la douleur» ont également été identifiés :

- Le type d'entité «Atonie\* motrice» permet de préciser si l'enfant présente une lenteur ou une latence des mouvements, une perte de l'ajustement postural ou encore une rareté des gestes spontanés.
- Le type d'entité «Atonie psychique» permet de préciser si l'enfant a des capacités à interagir avec l'adulte, s'il est vigilant mais passif, s'il est hostile, si son visage est peu expressif ou enfin s'il présente un désintéret pour le monde extérieur.

Deux autres catégories de types d'entités sont indispensables dans le cas de la prise en charge de la douleur : les traitements et les médicaments associés à ces traitements.

## 2.2 La catégorie des traitements et des médicaments

La catégorie des traitements vise à permettre à un médecin de spécifier le traitement qu'il prescrit à un patient. Un traitement peut être de différentes natures. On distingue les traitements physiques, qui visent à intervenir sur une partie du corps du patient par un acte médical ; il existe également les traitements annexes, qui regroupent des recommandations données aux patients ou à ses parents ; enfin, les traitements médicamenteux consistent en la prescription d'une série de médicaments. En ce sens, la catégorie des traitements est liée à celle des médicaments.

Dans le corpus analysé, ces différents types de traitements ont été identifiés. Certains visent à prendre en charge la douleur directement et d'autres visent plus précisément à guérir la pathologie associée à cette douleur. La figure 4.8 ci-dessous représente schématiquement la hiérarchie des types d'entités appartenant aux catégories traitements et médicaments. Ainsi, le type d'entité principal se nomme « Traitement ». Il se décompose en trois types d'entités représentant les trois catégories de traitement : le traitement physique, le traitement annexe et le traitement médicamenteux.

Dans le corpus, seule l'immobilisation d'un membre pour une durée définie avec des outils particuliers a été identifiée comme traitement physique. Ensuite, la demande d'un avis de spécialiste pour un acte envisagé, a été identifiée comme traitement annexe.

Enfin, il apparaît dans le corpus que les traitements médicamenteux sont les plus fréquemment utilisés. Un traitement médicamenteux est alors proposé avec une durée, une voie d'administration, une dose journalière, et un médicament particulier. Ainsi, l'attribut « Nom médicament » est chargé de faire le lien entre l'entité issue du type d'entité « Traitement médicamenteux » et une seconde entité issue du type d'entité « Médicament » qui lui est lié.

Comme le montre la figure 4.8, un médicament est décrit par des attributs : nom du médicament, Autorisation de Mise sur le Marché (AMM), laboratoire d'origine, effets indésirables, Dénomination Commune Internationale (DCI), interactions médicamenteuses, contre-indications, catégorie (antalgique de palier 1 par exemple), voie d'administration, et enfin posologie (dose recommandée par jour).

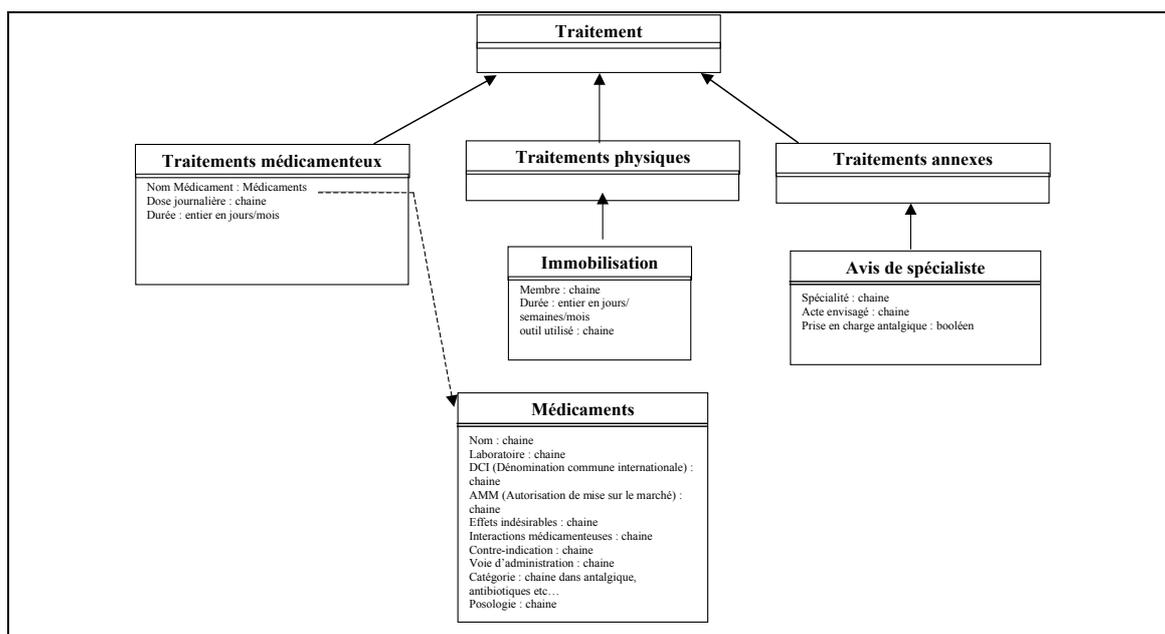


Figure 4.8: Hiérarchie des traitements et médicaments

Le paragraphe suivant décrit les types d'entités de la catégorie des «maladies».

### 2.3 La catégorie des maladies

La catégorie des maladies vise à regrouper toutes les maladies évoquées lors du déroulement d'un cas, que leur présence soit juste évoquée, confirmée ou infirmée. Le type d'entité principal identifiant cette catégorie se nomme bien évidemment «maladie». Il permet à un médecin de spécifier si une maladie est présente ou non, si celle-ci est simplement suspectée, ou bien si elle a été éliminée des hypothèses diagnostiques ou encore si sa présence a été confirmée.

Comme le montre la figure 4.9 ci-dessous, 12 maladies ont été identifiées dans le corpus expérimental. Parmi ces types d'entités maladie, on retrouve notamment le type d'entité «Otite» qui permet de préciser si l'enfant présente une otite et si celle-ci est aiguë ou non. Le type d'entité «Brûlure» est un autre exemple de types d'entités. Celui-ci permet de préciser si l'enfant a une brûlure et, le cas échéant, quelle est sa localisation, son degré et sa surface.

Ces maladies\* correspondent uniquement aux maladies relevées dans le corpus expérimental. Cependant, comme pour tous les types d'entités, le médecin a la possibilité de compléter cette catégorie des maladies, en y ajoutant les maladies qui lui sont nécessaires pour décrire un cas clinique. De plus, nous devons préciser que la description des maladies est, dans cette couche domaine, une description volontairement simplifiée de ce que peut être une maladie

dans la réalité. Nous aurions, par exemple, pu regrouper les maladies par catégories ou encore faire des liens entre les maladies, les signes permettant d'évoquer ces maladies et les traitements permettant de soigner ces maladies. Or, nous n'avons pas souhaité catégoriser ou complexifier davantage les maladies. En effet, l'objectif de la description des cas dans le forum DIACOM n'est pas d'apprendre des informations sur les maladies, sur leur diagnostic ou sur les signes qu'elles engendrent. L'objectif est de montrer comment la douleur est prise en charge, et quels sont les signes qui évoquent la douleur. Les maladies sont donc, en quelque sorte, « relayées au second plan » dans les cas cliniques du forum DIACOM. Elles sont présentées dans les cas à titre « plutôt informationnel » pour contextualiser et justifier le protocole de prise en charge de la douleur qui est employé.

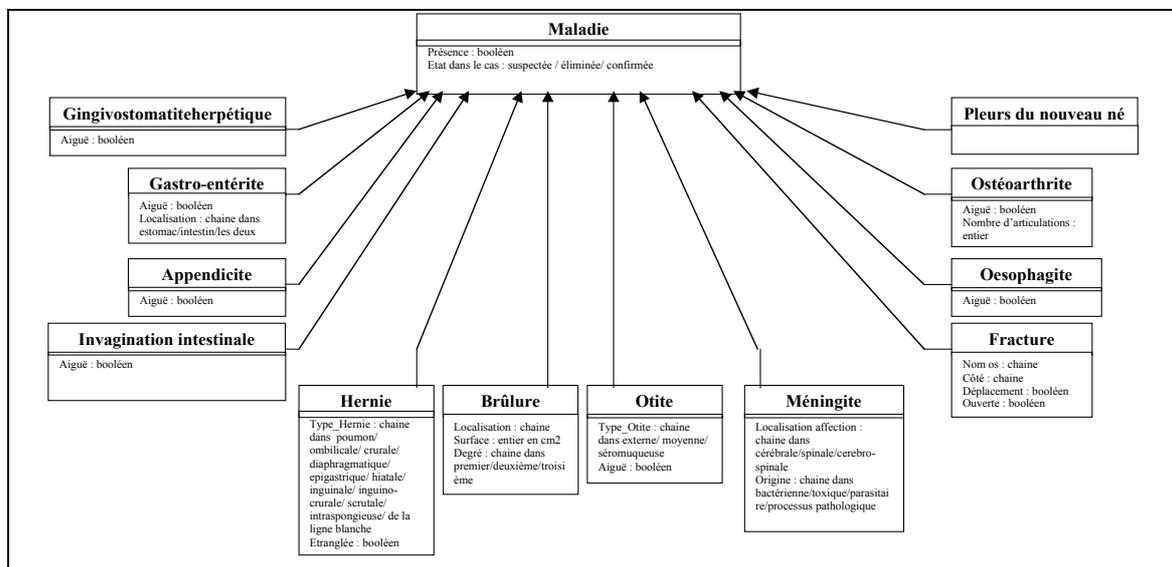


Figure 4.9 Hiérarchie de la catégorie des maladies

Une autre catégorie identifiée concerne les examens complémentaires demandés par le pédiatre.

## 2.4 La catégorie des examens complémentaires

La catégorie des examens complémentaires\* vise à regrouper les types d'entités concernant les examens complémentaires particuliers demandés par le médecin au cours d'un cas.

Ainsi, dans la figure 4.10 ci-dessous, le type d'entité racine de la hiérarchie se nomme « Examens complémentaires ». Il est alors possible au médecin/auteur de préciser si cet examen est, à ce stade, simplement demandé ou plutôt si les résultats sont connus. Seul l'examen complémentaire du scanner a été identifié dans le corpus expérimental.

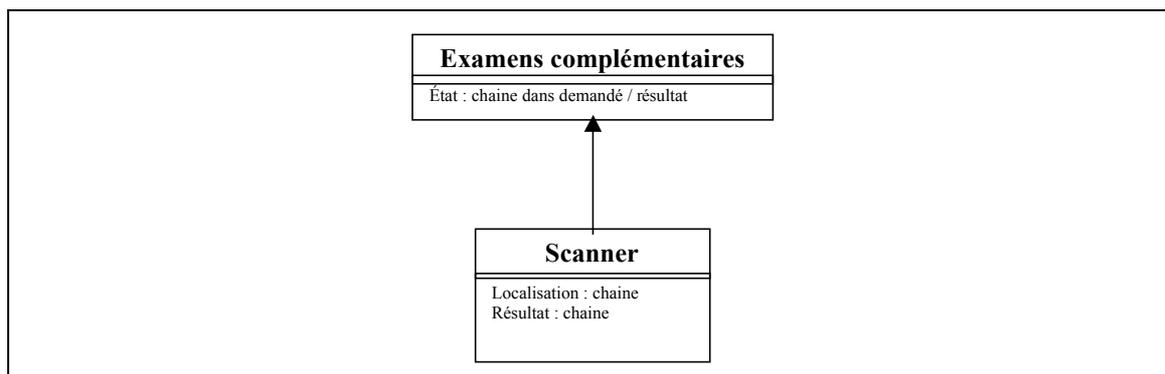


Figure 4.10 Hiérarchie de la catégorie des examens complémentaires

De la même manière que pour les maladies, les examens complémentaires sont volontairement décrits de façon simplifiée, alors que nous aurions pu les relier aux signes/maladies nécessitant la prescription de ces examens. En effet, le fait qu'un médecin demande un examen complémentaire n'est pas une information qui fait partie intégrante du processus de prise en charge de la douleur. Un examen aide uniquement à préciser le diagnostic de la maladie. Ainsi, au même titre que la catégorie des maladies, les examens complémentaires font partie des types d'entités dits «secondaires».

Les types d'entités ne sont pas les seuls types de concepts présents dans la couche domaine. Nous avons également pu modéliser un ensemble de types de concepts «procéduraux».

### 3 Les types de concepts «procéduraux»

La modélisation des types d'actions et des types de scènes permet de représenter le déroulement du cas. Ils sont de nature procédurale et sont donc regroupés sous le terme de types de concepts «procéduraux».

#### 3.1 Les types d'actions

Définir les types d'actions proposés au médecin permet de maintenir la cohérence de granularité dans les cas que celui-ci souhaite décrire. En effet, si l'on souhaite effectuer des comparaisons entre les cas, il est nécessaire qu'ils possèdent tous sensiblement le même niveau de détails dans la description des actes médicaux. S'ils ne représentent pas des actions ou des actes trop précis, les types d'actions proposés obligent alors l'utilisateur à ne pas trop entrer dans les détails diagnostiques et méthodologiques du cas, pour mieux mettre en évidence les étapes clés de la prise en charge de la douleur.

De plus, ces cas sont décrits et partagés par des médecins expérimentés dans le but de confronter leurs approches vis-à-vis de la prise en charge de la douleur. Dans ces conditions,

décrire minutieusement les étapes du cas dans les détails de l'examen clinique, en proposant des types d'actions trop précis comme «palper l'abdomen», n'aurait pas un grand intérêt. Il suffit aux médecins d'instancier, directement dans une scène, des entités décrivant le résultat de la palpation. Ce que les médecins cherchent à apprendre se situe plutôt au niveau des étapes clés du cas et de la façon dont la douleur y est prise en charge, et non la méthodologie pour pratiquer un examen clinique.

Les types d'actions mis en exergue concernent les grandes étapes d'avancement d'un cas ainsi que la prise en charge de la douleur à proprement parler. Le choix a alors été fait, conjointement avec l'expert, de définir à partir du corpus, un ensemble fini d'actions<sup>2</sup>. Ces actions sont les suivantes :

- «Examiner», pour choisir de pratiquer l'examen clinique ;
- «Proposer», pour choisir de formuler des hypothèses diagnostiques ;
- «Éliminer», pour choisir d'éliminer des hypothèses diagnostiques ;
- «Diagnostiquer», pour diagnostiquer une maladie ;
- «Prescrire», pour prescrire les traitements ;
- «Contrôler», pour effectuer une visite de contrôle après prescription.

Ces types d'actions sont indépendants du domaine de la prise en charge de la douleur et seraient les mêmes dans un autre domaine médical. En effet, ce sont les actions clés du processus de diagnostic médical hypothético-déductif tel que nous l'avons décrit dans le chapitre 1. Ces types d'actions constituent donc un noyau commun utilisable dans n'importe quel domaine médical. Ce noyau est ensuite enrichi d'actions propres au domaine d'apprentissage.

Ainsi, un autre type d'action, spécifique au domaine de la prise en charge de la douleur, a été identifié. Il s'agit du type d'action «Évaluer», qui signifie «Évaluer la douleur». Lorsque le médecin place une action de ce type dans une scène, il spécifie le fait que la scène suivante du cas décrit l'évaluation de la douleur du patient. Cette action permet donc de passer dans une scène où le médecin cherche à appréhender, localiser et quantifier la douleur de son patient.

---

<sup>2</sup> L'ensemble des diagrammes d'objets UML visant à représenter les types de concepts de cette couche domaine est présenté en annexe 2 de ce mémoire.

Cet ensemble fini de types d'actions a permis la décomposition précise de chacun des cas du corpus. Il a par ailleurs été validé en tant que tel par notre expert. En parallèle de cette définition des types d'actions, nous avons établi et formalisé les types de scènes.

### 3.2 Les types de scènes

Pour chaque type d'action placé dans une scène donnée, il existe un type de scène attribué à la scène suivante. En effet, nous avons pu voir, dans la section 3 du chapitre 3, que les types d'actions et les types de scènes sont étroitement liés, par un lien d'association appelé «engendrer». Lorsqu'une action est placée dans la  $i$ -ème scène d'un cas, le type de cette action détermine automatiquement le type de la  $(i+1)$ -ème scène de ce cas. Ainsi, comme pour les types d'actions, il existe un type de scènes «engendré». Le nombre de types d'actions étant fini, le nombre de scènes est donc également fini.

Les types de scènes, pour la prise en charge de la douleur, sont alors les suivants :

- «Contrôle», engendré par une action de type «Contrôler»;
- «Diagnostic», engendré par une action de type «Diagnostiquer»;
- «Élimination», engendré par une action de type «Éliminer»;
- «Évaluation», engendré par une action de type «Évaluer»;
- «Proposition», engendré par une action de type «Proposer»;
- «Prescription», engendré par une action du type «Prescrire»;
- «Examen», engendré par une action du type «Examiner».

Pendant, il existe un huitième type de scène qui n'est engendré par aucun type d'action. En effet, un cas clinique démarre par une scène qui a pour objectif de présenter le cas clinique. Il n'y a donc aucune scène précédant cette première scène et par conséquent aucune action qui engendre le type de cette première scène. Le type de cette première scène est alors le même pour tous les cas cliniques. Il est appelé «Présentation» car le médecin y présente généralement les informations générales sur le patient et le motif de sa consultation.

Hormis la définition des types de scènes, cette phase d'analyse nous a également amenés à définir les relations existantes entre les types de scènes et les types d'actions. En effet, comme nous l'avons évoqué lors de la description du modèle générique dans la section 3 du chapitre 3, il existe deux autres relations qui lient les types de scènes et les types d'actions. Tout d'abord, pour chaque type de scène, il existe un ensemble de types d'actions, dites «autorisées». Ces actions «autorisées» sont les actions qu'un médecin a le droit de placer

dans une scène d'un type donné. Au cours de notre recueil d'expertise, nous avons donc défini, pour chaque type de scène, la liste des actions « autorisées ».

La figure 4.11 ci-dessous représente le diagramme d'objet UML décrivant la nature de la relation « autorise » pour le type de scène « Diagnostic ». Ce diagramme spécifie, par exemple, le fait qu'une scène du type « Diagnostic » autorise uniquement le placement d'actions du type « Contrôler », « Evaluer » ou « Prescrire ». En effet, lorsque l'on se trouve dans une scène de type « Diagnostic », cela signifie que l'on vient juste de préciser le diagnostic de la pathologie du patient. Toutes les hypothèses concernant les maladies possibles ont peu à peu convergé vers une seule que le médecin vient de confirmer. Il n'est, par conséquent, pas possible de placer une action de type « Proposer » ou « Éliminer », puisque ces actions visent justement à évoquer ou éliminer des possibilités de diagnostic. L'ensemble des diagrammes d'objets UML représentant la relation « Autorise » pour chaque type de scène du domaine, est par ailleurs présenté en annexe 2.

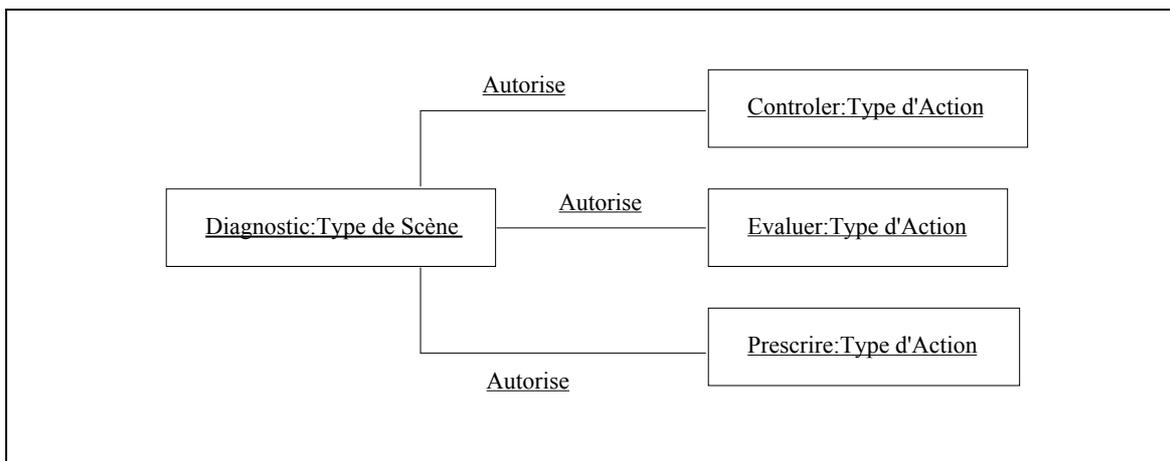


Figure 4.11 Diagramme d'objets UML, relation « Autorise » pour le Type de Scène « Diagnostic »

Le dernier type d'association entre le type d'une scène et les types d'action est l'association « Requiert ». Cette relation vise à spécifier pour un type d'action, quel type de scène doit nécessairement être présent dans l'histoire passée du cas pour permettre son placement dans la scène courante.

Ainsi, le diagramme d'objets UML présenté dans la figure 4.12 ci-dessous présente l'ensemble des relations « Requiert » identifiées dans le corpus. Ces relations ne concernent que les types d'actions qui peuvent survenir dans un cas, uniquement après que d'autres types d'actions ont déjà été effectués. Parmi tous les types d'actions, nous en avons identifié uniquement trois dans le domaine qui présentent des relations « Requiert ». Il s'agit des types d'actions « Prescrire », « Éliminer » et « Contrôler ». La figure 4.12 expose donc le fait que

- Pour que le type d'action «Prescrire» puisse être placé dans une scène, il faut qu'il existe dans les scènes précédentes au moins une scène de type «Diagnostic» ou «Evaluation».
- Pour que le type d'action «Eliminer» puisse être placé dans une scène, il faut qu'il existe dans les scènes précédentes au moins une scène de type «Proposition».
- Pour que le type d'action «Contrôler» puisse être placé dans une scène, il faut qu'il existe dans les scènes précédentes au moins une scène de type «Prescription» ou bien du type «Evaluation».

Les quatre autres types d'actions («Diagnostiquer», «Evaluer», «Proposer» et «Examiner») ne nécessitent aucun pré-requis.

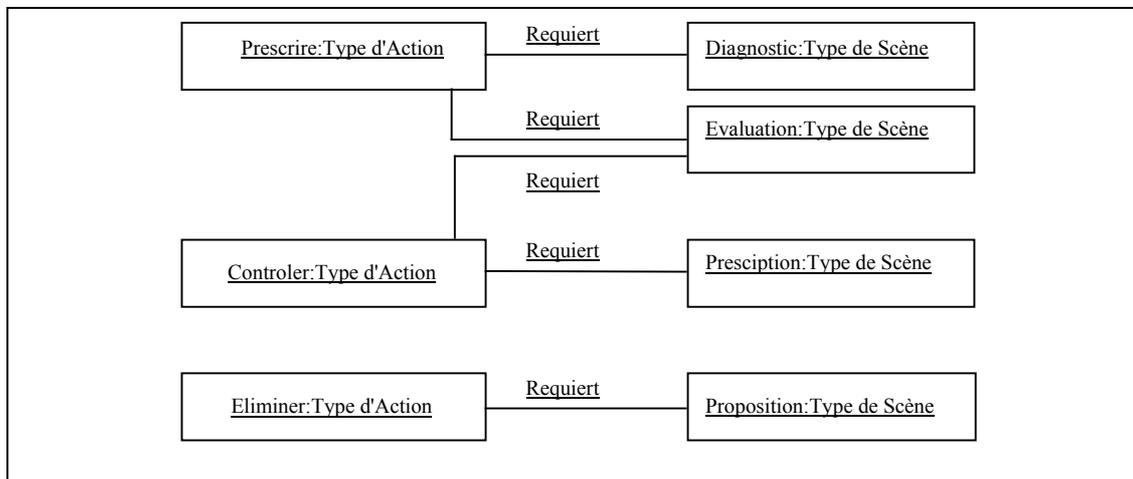
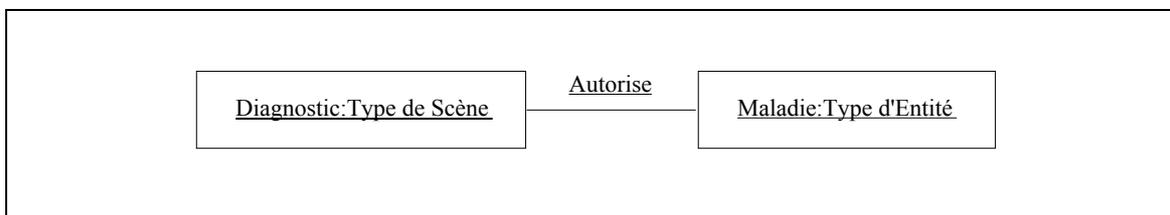


Figure 4.12 : Diagramme d'objets UML, relation «Requiert» entre Types de Scènes et Types d'Actions

Ainsi, considérons la *i*-ème scène d'un cas. Supposons que cette scène soit de type «Diagnostic» et que le médecin souhaite y placer une action de type «Contrôler». Avant de permettre au médecin de placer cette action, le système vérifie que cette action fait bien partie des actions «autorisées» d'une scène de type diagnostic (ce qui est le cas ici dans figure 4.11). Ensuite, il vérifie quels sont les types de scènes requis pour le placement d'une action «Contrôler» (vérification de la relation «Requiert»). La relation «Requiert» pour le type d'action «Contrôler» spécifie que le cas doit contenir, dans les scènes précédentes, une scène du type «Prescription» ou une scène du type «Evaluation». Ainsi, le système vérifie s'il existe bien parmi les scènes situées entre la première scène et la (*i*-1)-ème scène du cas, une scène du type «Prescription» ou bien une scène du type «Evaluation». Si tel est le cas le système permet au médecin de placer son action de type «Contrôler» dans la *i*-ème scène, sinon ce placement est refusé. En revanche, si le médecin souhaite placer une

action d'un des quatre types («Diagnosticuer», Evaluer», «Proposer», «Examiner») non présents dans le diagramme (Fig 4.12), le système vérifie simplement si cette action est autorisée en fonction du type de la scène i.

Enfin, un dernier lien d'association proposé dans le modèle générique, n'a pas encore été évoqué dans ce recueil d'expertise. Il s'agit du lien d'association existant entre les classes «Types de Scène» et «Type d'Entité», appelé «Autorise». Cette association vise à préciser les types d'entités que l'auteur peut placer dans une scène d'un type donné. L'exemple présenté dans la figure 4.13 ci-dessous, spécifie en particulier que dans une scène de type «Diagnostic», les types d'entités autorisés sont les types d'entités issus de la catégorie des «Maladies».



4.13 : Diagramme d'objets UML de la relation «Autorise» entre le Type de scène «Diagnostic» et les Type d'Entités

L'ensemble des diagrammes d'objets UML, qui représentent les instances de l'association «Autorise» entre les types d'entités et les types de scènes, est présenté en Annexe 2. La section suivante conclut sur les résultats de ce recueil d'expertise.

## 4 Le modèle générique et les langages de représentation de connaissances

Nous venons de voir que nous avons modélisé, au travers de la collection de cas cliniques décrits par notre expert, des types de concepts «génériques». A ce titre, le modèle générique que nous avons défini et présenté dans le chapitre 3, peut alors apparaître comme un pseudo-langage de représentation de connaissances. Ainsi, la section suivante présente le domaine de recherche de l'Ingénierie des Connaissances et plus précisément les langages de représentation de connaissances. Nous concluons cette section par un positionnement de notre approche par rapport à ce domaine de recherche.

### 4.1 Acquisition et Ingénierie des Connaissances

Selon Charlet et al., [Charlet et al., 2000b], l'Ingénierie des Connaissances s'intéresse à «l'étude des concepts, méthodes et techniques permettant de modéliser et/ou d'acquérir les

connaissances». Ce domaine de recherche trouve ses origines au sein des travaux en Intelligence Artificielle, notamment ceux dédiés à la conception des Systèmes Experts [Voyer, 1987]. L'idée générale consistait à représenter en machine les *connaissances* d'un expert, le plus souvent sous la forme de règles, et de mettre en œuvre un mécanisme d'inférences à partir de ces règles. Cependant, ce type de démarche a montré certaines limites. Le terme de «Système à Base de Connaissances (SBC)» traduit alors une nouvelle démarche d'acquisition de connaissances. La connaissance n'est plus représentative d'un seul et unique expert, mais constitue une construction coopérative, d'un ou plusieurs experts.

Ainsi, la description des connaissances est exprimée généralement sous forme de textes, représentant des transcriptions d'interviews d'experts ou des documents liés à l'activité de ces derniers. La transformation de ces descriptions textuelles en connaissances formelles permet alors la mise en œuvre de ces connaissances. C'est ce que l'on appelle la phase de modélisation des connaissances qui constitue l'un des fondements de l'activité de recherche dans le domaine.

L'une des méthodes les plus fréquemment utilisées, dans la cadre de l'acquisition et de la modélisation des connaissances, est la méthode KADS, présentée dans la section 1.3 du chapitre 3. Celle-ci est basée sur la construction de modèles répondant aux différentes étapes du cycle de vie d'un Système à Base de Connaissances. L'un des fondements de KADS est la distinction entre «modèle conceptuel» et «modèle opérationnel». Le modèle conceptuel joue «le rôle d'intermédiaire, pour faciliter le dialogue entre l'expert et l'ingénieur de la connaissance» [Charlet et al., 2000b]. Il décrit alors, indépendamment de toute contrainte d'implantation, le domaine d'expertise et la méthode de résolution de problèmes sur lesquels le SBC est fondé. Il exploite une séparation entre les connaissances relatives au domaine et les connaissances relatives au raisonnement. Le modèle opérationnel intervient en aval de la conception du modèle conceptuel. En effet, une fois que le modèle conceptuel a été élaboré et que l'acquisition des connaissances expertes a été menée grâce à ce modèle, il devient nécessaire «d'opérationnaliser» ce modèle conceptuel. Selon Trichet [Trichet, 1999], cette opérationnalisation consiste à «passer d'une version papier à une version exécutable, c'est-à-dire simulable sur un support informatique».

Ainsi, la méthode KADS [Schreiber et al., 1993] s'est propagée dans la communauté d'Ingénierie des Connaissances, en particulier dans le domaine de l'élaboration de langages dédiés à la conception de SBC. En effet, entre les années 70 et 80, les langages de règles de production constituaient les langages plébiscités dans les systèmes experts. Ceux-ci présentaient le défaut de confondre, dans un même formalisme, les connaissances dites du domaine et celles dites du raisonnement. Ainsi, avec l'apparition de modèles conceptuels séparant ces deux types de connaissances, la recherche en IC s'est intéressée à l'élaboration

de langages de haut niveau, visant à faciliter l'opérationnalisation des modèles conceptuels. Ceux-ci sont principalement fondés sur le respect d'une correspondance de structure entre le modèle conceptuel et le modèle opérationnel. Parmi ces langages, la communauté IC distingue les langages plutôt informels, qualifiés de «langages de modélisation» et les langages plutôt formels, appelés «langages de représentation» [Charlet et al., 2000b].

Plusieurs de ces langages ont été élaborés ces dix dernières années. Kassel et al. [Kassel et al., 2000], présente une classification des plus informels aux plus formels. Il distingue tout d'abord les langages «conçus pour obtenir une première spécification d'un modèle conceptuel», tels que les langages CML [Schreiber et al., 1994] ou MONA [Matta, 1995]; il présente ensuite les langages développés pour «formaliser le modèle conceptuel». Selon lui, ces langages réduisent les ambiguïtés demeurant dans un modèle informel de façon à faciliter le passage au modèle opérationnel. Les langages FORKADS [Wetter, 1990] ou (ML)<sup>2</sup> [Van Harmelen, Balder, 1992] font partie de cette catégorie. Il présente également d'autres langages, tels que MODEL-K [Karbach et al., 1991], Zola [Tchounikine et al., 2000] ou OCML [Motta, 1998], définis pour permettre une simulation informatique du modèle conceptuel. L'idée est alors de pouvoir évaluer le modèle conceptuel sans nécessairement atteindre les performances, en temps de calcul, exigées par le modèle opérationnel. Enfin, Kassel et al. présente les langages visant à «coder le modèle opérationnel», tels que les langages LISA [Jacob-Delouis, Krivine, 1995] ou encore Def-\* [Kassel et al., 2000].

L'objectif de tous ces langages est, avec des degrés de formalisation différents, de favoriser la mise en œuvre des modèles opérationnels à partir du modèle conceptuel. Le paragraphe suivant, expose en quoi notre modèle générique peut s'apparenter à de tels langages de représentation de connaissances.

## 4.2 Le modèle générique du point de vue IC

Nous avons pu voir dans ce chapitre que le modèle générique du forum DIACOM a pour objectif de permettre la représentation des cas et des «connaissances» du domaine, mobilisées dans ces cas. Cependant, l'idée principale de ce modèle, reste essentiellement une modélisation de cas avec l'idée sous-jacente de permettre la mise en œuvre d'un appariement sur ces derniers. La représentation des connaissances du domaine que nous proposons est donc effectuée avec un objectif de «réutilisation des types de concepts» et non de réaliser des inférences sur ces types de concepts.

Ainsi, les connaissances qu'il est possible de représenter, grâce à notre modèle générique ne sont pas modélisées de façon aussi «riche» que les modélisations qu'on peut retrouver dans des Systèmes à Base de Connaissances. Tout d'abord notre modèle générique permet de

représenter des types de concepts et des relations entre ces types de concepts. Ces relations sont uniquement de type «héritage» ou «association». On peut, par exemple, spécifier qu'un «signe de la douleur» est un type particulier de «signe» (héritage), ou encore qu'un «traitement médicamenteux» est proposé relativement à un «médicament» (association). Cependant, il n'est pas possible, selon ce modèle générique, de proposer des relations sémantiquement plus riches, telles qu'on les envisage dans les modèles conceptuels de SBC. Il n'est, par exemple, pas envisageable de proposer de relations de type «évocation» entre les signes et les maladies, de façon à spécifier quelles sont les maladies responsables de l'apparition de tel ou tel signe.

En conséquence, le modèle générique que nous avons conçu peut être considéré comme un «pseudo-langage de représentation de connaissances», dans le sens où il permet l'acquisition et l'implantation informatique d'un modèle opérationnel de «connaissances» du domaine. Cependant, étant donné qu'il propose uniquement l'acquisition de types de concepts élémentaires, que l'on peut relier ensemble par des relations conçues principalement à des fins de classification, nous ne le considérons pas comme un tel langage.

Il faut souligner que la conception d'un tel modèle générique se justifie, également, dans l'histoire du projet. Nous sommes, en effet, partis d'un modèle existant, dédié à la conception d'environnements de Simulation à Base De Cas. Notre approche durant cette thèse a consisté à partir du modèle élaboré au cours de ce projet, pour ensuite intégrer nos objectifs de mise à distance, et d'apprentissage entre pairs. Lorsqu'il a fallu concevoir un moyen d'implanter les types de concepts du domaine et permettre leur description par les médecins, nous avons donc plutôt travaillé sur une approche visant à «*adapter*» l'existant. Nous n'avons donc pas envisagé de remettre à plat le modèle conceptuel et la démarche d'acquisition de connaissances, pour ensuite étudier les possibilités d'opérationnalisation offertes par les langages de représentation de connaissances. Si le projet démarrait aujourd'hui, nous procéderions peut-être autrement, en nous penchant sur une méthodologie orientée davantage vers l'Ingénierie des Connaissances.

La section suivante conclut ce chapitre sur la dépendance au domaine, mise en évidence durant ce recueil d'expertise.

## 5 La dépendance du domaine

Le recueil d'expertise nous a permis de valider nos hypothèses initiales, notamment celles concernant le modèle générique. En effet, chacun des cas fournis par notre expert a pu être décomposé et structuré selon ce modèle. De plus, cette analyse a conduit à définir une collection de types de concepts (déclaratifs et procéduraux) dépendants du domaine de la

prise en charge de la douleur chez l'enfant. Comme nous avons pu le voir dans la section 2, ces types d'entités de la couche domaine sont regroupés sous six catégories différentes. Au premier abord, les noms de ces catégories ne sous-entendent pas que ces catégories puissent être dépendantes du domaine. En effet, ces catégories seraient probablement nommées de la même manière pour toute autre discipline de la médecine. La notion de dépendance au domaine apparaît pourtant lorsque l'on s'intéresse, plus en détail, au contenu de ces catégories.

Prenons l'exemple de la catégorie des signes et notamment de la sous-catégorie des «signes de la douleur». Cette sous-catégorie n'aurait pas lieu d'être dans un autre domaine mais prend une place prépondérante dans celui de la prise en charge de la douleur chez l'enfant. En effet, la présence de cette catégorie de types d'entités permet à un médecin de spécifier les caractéristiques de la douleur présentées par le patient, dans le cas qu'il décrit. Cela se matérialise notamment par une présentation des signes directs ou indirects de la douleur du patient. Cependant, si le thème d'expérimentation concernait, par exemple, «d'asthme chez l'enfant», les types d'entités prenant une place prépondérante concerneraient plutôt les manifestations allergiques.

L'apparition d'une hiérarchie des signes de la douleur est en fait un exemple typique de la dépendance entre le domaine d'application du forum et la représentation des types d'entités manipulés dans les cas. Cette dépendance au domaine se retrouve également pour les types d'actions et les types de scènes. En effet, les types d'actions «Évaluer» et «Contrôler» sont typiques de la pratique de la prise en charge de la douleur. Les types de scènes engendrés par ces types d'actions relèvent aussi de cette dépendance.

L'ensemble des types de concepts que nous avons définis et identifiés avec notre expert, constitue également un noyau minimal fourni au système pour fonctionner sur le domaine. Par exemple, nous avons fait le choix de nous limiter à un ensemble fini de types d'actions et de types de scènes. Ces informations doivent donc être entrées initialement dans le système pour permettre la définition des cas.

Par ailleurs, nous avons choisi de permettre aux auteurs de définir eux-mêmes leurs types d'entités si nécessaire. En effet, créer une base de tous les types d'entités qui peuvent s'avérer nécessaires en pédiatrie n'aurait pas beaucoup d'intérêt. En revanche, il s'avère primordial, au démarrage du forum, d'intégrer dans la couche domaine un premier noyau de types d'entités décrits et validés par un groupe d'experts. Ce noyau vise à contenir un ensemble d'entités fréquemment utilisées et permet minimalement de structurer les catégories principales d'entité. Cette approche spécifie alors la manière dont les entités

seront utilisées par la suite dans les cas et limite la description désordonnée de nouvelles entités, par les médecins.

Ainsi, les médecins ont une idée pré-définie des signes, ou encore des traitements, qu'ils peuvent décrire, en particulier à propos de la douleur. Ceux-ci pourront également réutiliser des maladies ou examens complémentaires déjà existants dans la base. Ils peuvent également faire le choix d'en définir de nouveaux. Dans ce cas, la présence de catégories existantes leur permet de savoir à quoi «raccrocher» tel ou tel nouveau type d'entité.

Cependant, la phase de recueil d'expertise pratiquée auprès du Dr Caron, a permis d'effectuer plusieurs constats. Ainsi, il semble délicat à un médecin d'appréhender la constitution même d'un cas et de le décomposer en scènes, en actions et en entités, sans une «explicitation» précise du cas. En particulier, nous avons rencontré une certaine difficulté chez notre expert à créer de nouveaux type d'entités. Par exemple, les signes d'anamnèse font partie du vocabulaire couramment utilisé chez un médecin, cependant, la description de ces signes en terme «d'attributs» n'est pas innée. C'est pourquoi, toute l'étape de formalisation des types de concepts a été réalisée avec notre participation active, notre expert intervenant surtout pour la validation.

Ces constats nous confortent dans le choix de proposer un noyau minimal de types de concepts, élaborés par le recueil d'expertise du Dr Caron. En effet, il faut souligner que le Dr Caron a du, d'une part, s'approprier le modèle, et d'autre part, constituer une collection minimale de types d'entités, en partant de rien. Avec ce noyau initial, les médecins qui utiliseront le système ne rencontreront pas les mêmes difficultés. La plupart du temps, ceux-ci réutiliseront des types de concepts déjà existants dans la base, en particulier, en ce qui concerne les signes de la douleur. Or, l'instanciation de concepts, à partir des types de concepts pré-définis, semble être un mécanisme plus facile à acquérir.

Il en est de même pour le mécanisme de décomposition des cas en séquencements de scènes, séparées par des actions. En effet, comme nous l'avons souligné dans la section 1 de ce chapitre, la décomposition des 11 cas du corpus a été beaucoup plus intuitive pour notre expert.

Ce travail de recueil d'expertise a permis ensuite d'aborder la seconde phase de conception du forum, visant à concevoir le module appariement, et parallèlement à élaborer le modèle spécifique. Le chapitre 5 détaille, ainsi, le module appariement et le modèle spécifique.

## CHAPITRE 5 - LE MODULE APPARIEMENT

---

<b>1</b>	<b>L'appariement de cas .....</b>	<b>129</b>
1.1	Le principe du Raisonnement A Partir de Cas (RAPC) .....	130
1.2	Les tâches et les domaines d'application .....	131
1.3	Les difficultés du RAPC .....	132
1.4	Quelques exemples de systèmes de RAPC .....	134
1.5	Une nécessité d'apparier des cas .....	137
1.6	L'appariement dans DIACOM .....	142
<b>2</b>	<b>L'extraction des critères .....</b>	<b>144</b>
2.1	Les trois critères d'appariement .....	144
2.2	Le critère «stratégie» de prise en charge de la douleur .....	145
2.3	Le principe d'extraction des trois critères.....	148
2.4	La modélisation des critères .....	151
<b>3</b>	<b>L'algorithme d'appariement .....</b>	<b>154</b>
3.1	Les distances locales d_patho et d_obj .....	155
3.2	La distance locale d_strat .....	156
3.3	Les distances globales.....	159

3.4	L'algorithme proprement dit.....	161
3.5	Le niveau appariement du modèle spécifique.....	165
<b>4</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>166</b>

Ce chapitre vise à présenter le module appariement du forum DIACOM. Tout d'abord, nous présenterons les méthodes d'appariement existantes. En effet, nous nous sommes penchés en particulier sur les travaux de recherche concernant les systèmes de Raisonnement A Partir de Cas (RAPC). Ces systèmes d'aide à la résolution de problèmes sont fondés sur l'appariement de problèmes avec une collection de problèmes résolus, appelés des cas. L'étude des diverses méthodes d'appariement existantes nous a permis de définir une méthode adaptée aux besoins pédagogiques de notre forum et à la structure particulière de nos cas.

La conception du forum a ensuite consisté en la définition précise des critères d'appariement ainsi qu'en la modélisation de ces critères au sein du modèle spécifique. Les procédures permettant d'effectuer les appariements ont également été élaborées. Elles font l'objet des sections suivantes.

## 1 L'appariement de cas▯

Un domaine de recherche dans lequel les méthodes d'appariement tiennent une place prépondérante couvre les systèmes de Raisonnement A Partir de Cas (RAPC). En effet, ces systèmes visent à résoudre les problèmes du monde réel à l'aide d'une base de cas illustrant des problèmes déjà résolus du domaine considéré. Cette comparaison a pour but d'extraire le problème le plus proche de celui à résoudre, pour ensuite adapter sa solution à ce nouveau problème. C'est principalement lors de la phase de rapprochement des cas que les procédures d'appariement sont employées.

Etudier l'appariement en RAPC, avant de concevoir précisément le module d'appariement du forum DIACOM, était pour nous fondamental. Tout d'abord, même si les objectifs d'utilisation des appariements dans DIACOM et dans les systèmes de RAPC sont différents, le principe est celui de comparer des cas. Il s'agit bien d'effectuer une comparaison de problèmes résolus, issus du monde réel. De plus, de nombreux systèmes ont été conçus dans le domaine du RAPC. Les ouvrages respectifs de Janet Kolodner [Kolodner, 1993] et de Ian Watson [Watson, 1997] témoignent du nombre important des projets développés et de la variété des domaines des domaines d'application de ces projets. Ainsi, plusieurs méthodes d'appariement ont été élaborées et testées sur différents domaines, avec des modèles de cas plus ou moins différents.

Dans cette section, nous décrivons en premier lieu le principe du RAPC, les tâches auxquelles de tels systèmes sont dédiés, les problèmes que leur conception engendre, puis un état de l'art du RAPC en médecine et dans l'enseignement. Ensuite, nous abordons en particulier les principes d'appariement employés en RAPC. Nous concluons en expliquant en quoi le principe

d'appariement du forum DIACOM s'inspire et diffère des méthodes employées dans le cadre du Raisonnement à Partir de Cas.

### 1.1 Le principe du Raisonnement A Partir de Cas (RAPC)

Le Raisonnement A Partir de Cas (en anglais : Case Based Reasoning ou CBR) est une méthode de résolution de problèmes. Cette méthode consiste à modéliser un aspect du raisonnement humain qui consiste à se baser sur des situations déjà vécues. En effet, n'est-il pas courant dans la vie de tous les jours de prendre une décision en se posant la question «Ai-je déjà rencontré un problème similaire et si oui comment l'ai-je résolu?».

Dans un système de RAPC, ces situations sont appelées des cas et toutes les situations résolues antérieurement sont stockées dans ce que l'on appelle la base de cas. Un des atouts des systèmes de RAPC est leur capacité à apprendre de leur expérience. En effet, les nouvelles situations résolues sont enregistrées pour une éventuelle réutilisation. De plus, si une tentative de résolution de problème échoue, les causes de cet échec peuvent également être mémorisées. Cela contribue autant à sa «plausibilité psychologique»<sup>1</sup> que le principe de remémoration à l'aide de bases de connaissances classiques. Ici, le simple fait de partir d'une collection de cas, permet petit à petit d'obtenir une base de cas relativement conséquente.

Aamodt et Plaza décrivent le RAPC selon un cycle comportant quatre phases s'exécutant à chaque nouveau cas [Aamodt, Plaza, 1994]. La figure 5.1 ci-dessous décrit les différentes phases de ce cycle. Ces quatre phases sont communément appelées, en anglais, les 4 «RE...», pour «RETRIEVE», «REUSE», «REVISE» et «RETAIN».

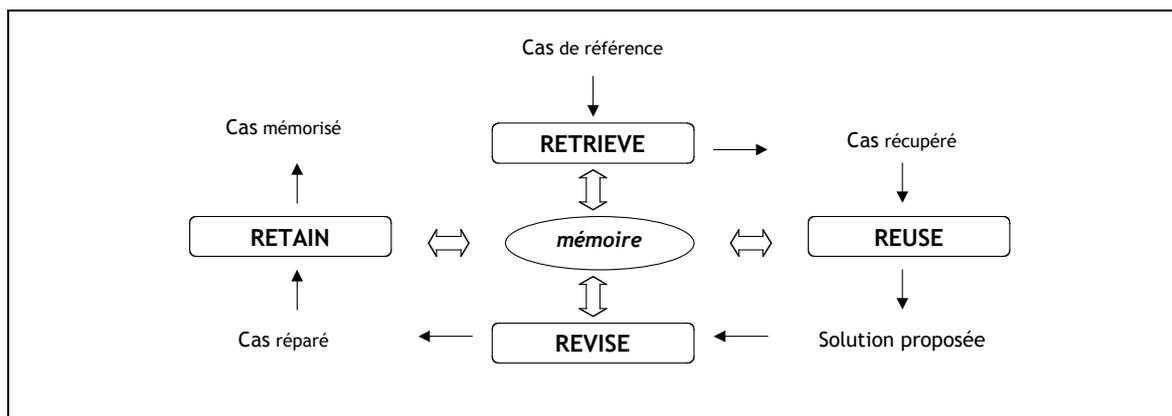


Figure 5.1 Le cycle RAPC

<sup>1</sup> On qualifie ici de plausible psychologiquement, ce qui, du point de vue de la psychologie cognitive, se base sur une caractéristique essentielle du raisonnement humain. On l'emploie pour qualifier le RAPC car l'identification à une expérience est une attitude prépondérante du raisonnement humain.

La phase «RETRIEVE▯» effectue tout d’abord une récupération du (ou des) cas le (ou les) plus similaire(s) à la nouvelle situation décrivant le nouveau problème à résoudre (appelé «cas de référence▯» sur le schéma). Puis, la phase « REUSE▯» réutilise le (ou les) cas ainsi récupéré(s) pour tenter de résoudre le nouveau problème. Une solution est alors proposée. Le phase «REVISE▯» vise ensuite à tester et éventuellement à modifier la solution proposée (souvent par intervention humaine). Enfin, la phase «RETAIN▯» permet de mémoriser le nouveau problème, soit par la création d’un nouveau cas, soit par la modification de parties du cas déjà dans la base.

Ces phases ne sont pas explicitées aussi nettement dans tous les projets de RAPC mais leur fonctionnement suit globalement ce cycle. Les travaux scientifiques réalisés dans le domaine du RAPC, un peu à la manière de ce qui s’est pratiqué pour les systèmes experts, consistent à mettre au point des modèles décrivant le fonctionnement des phases décrites ci-dessus. Ils se focalisent également sur la mise au point de structures, pour les cas et la base de cas, adaptées et optimisées pour leur utilisation. Nous allons voir dans le paragraphe suivant quelles sont les tâches auxquelles s’intéressent les chercheurs lors de l’élaboration de systèmes basés sur le raisonnement à base de cas.

## 1.2 Les tâches et les domaines d’application

D’après Kolodner [Kolodner, 1993], les tâches réalisées par les systèmes de Raisonnement A Partir de Cas sont assez variées et peuvent se classer en deux catégories. En effet, un système RAPC peut être vu comme un «résolveur▯» de problèmes ou bien comme un «interpréteur▯» de situations.

### *La tâche de résolution de problèmes*

D’une manière générale, dans ce type de tâche, un utilisateur doit résoudre un problème qu’il spécifie au système résolveur. Ce dernier peut soit donner une solution directe au problème posé, soit dialoguer avec l’utilisateur pour l’aider à préciser le problème et arriver ainsi, petit à petit, à une solution acceptable. Kolodner distingue, là encore trois types de résolution de problèmes▯: la planification, la conception et le diagnostic [Kolodner, 1993].

Le processus de planification consiste à construire une séquence d’étapes permettant d’arriver à une situation précise à partir d’une situation donnée. Nous pouvons citer ici CHEF élaboré par Hammond [Hammond, 1989] qui permet la création de recettes de cuisine ou encore INSPIRER pour la composition musicale [Macedo et al, 1997].

Dans le domaine de la conception, le problème est défini comme un ensemble de contraintes et le système doit fournir une solution qui satisfait ces contraintes. Par exemple, le système JULIA, élaboré par Heinrich ([Heinrich, 1992], [Heinrich, Kolodner, 1991]), permet la construction de menus culinaires en fonction des invités, de leurs goûts respectifs et des ingrédients (ou catégories d'ingrédient) que l'on souhaite utiliser.

Enfin, dans le cadre du diagnostic, le problème est de trouver la cause d'un ensemble de symptômes ou de faits inhabituels. En tant que domaine d'application, nous citerons le diagnostic médical avec PROTOS dans le domaine de l'audiologie\* [Porter et al., 1990] et le diagnostic de fautes dans des systèmes complexes avec PATDEX [Richter, Wess, 1991].

### ***La tâche d'interprétation***

La tâche d'interprétation consiste, pour le système, à déduire des connaissances à partir de celles qui lui sont présentées. Les cas fournissent un contexte pour la compréhension ou l'estimation de solutions. C'est par exemple le cas de HYPO [Ashley, 1990] considéré comme le premier système RAPC d'interprétation. HYPO a été développé dans le domaine juridique. Il a pour fonction de traiter une situation de conflit juridique donnée en entrée et de fournir un ensemble de cas pertinents pour l'argumentation du procès, aussi bien pour la défense que pour l'accusation.

Une autre approche des systèmes de RAPC d'interprétation concerne le problème de la classification. Cet aspect du RAPC consiste globalement en l'association d'instances et de classes particulières. Deux étapes constituent ce processus. La première consiste à générer des catégories, la seconde à classifier de nouveaux cas dans ces catégories. PROTOS [Porter et al., 1990] propose un système de classification dont les catégories sont représentées par des exemples typiques. Pour classifier un nouveau cas, le système évalue la similarité entre les exemples typiques de chaque catégorie et ce nouveau cas. Ce système a été développé dans le domaine du diagnostic médical en audiologie et validé auprès d'un panel important de cliniciens du domaine.

## **1.3 Les difficultés du RAPC**

Il existe un certain degré de liberté dans l'élaboration d'applications dont l'architecture est basée sur le Raisonnement A Partir de Cas. En effet, une des caractéristiques qui émane des études réalisées sur le RAPC est le peu de consensus en la matière. Chacun s'entend à définir un cas comme un élément de connaissance représentant une expérience dans un domaine particulier. Pourtant, la perception concrète, ou logique, de la structure et de l'utilisation d'un cas, diffère d'une tâche à l'autre ou d'un domaine à l'autre. Ceci est dû essentiellement à la disparité des domaines d'application possibles du RAPC. Il est évident qu'une personne

qui souhaite élaborer un outil d'aide au diagnostic médical n'aura pas la même vision d'un cas qu'un autre qui souhaite créer des exercices d'enseignement dans le domaine de contrôle du trafic aérien [Zhang, Alem, 1996]. C'est pour ces diverses raisons que la gestion de la mémoire et l'implémentation des phases décrites précédemment sont le plus souvent propres aux projets. Il est alors évident que la première étape, ou difficulté, à laquelle est confronté un concepteur de systèmes raisonnant à partir de cas est de savoir, précisément, quel type de connaissance va représenter un cas au sein du domaine choisi. Il doit aussi évaluer dans quelle mesure ces cas vont être utilisés au cours du raisonnement et trouver une méthode ou un modèle d'organisation de la mémoire adaptés à ce qu'il souhaite faire.

Cette adaptabilité du RAPC à de nombreux domaines, engendre, par conséquent, des difficultés non négligeables. Pourtant, d'autres problématiques plus générales et surtout plus systématiques du RAPC sont rencontrées lors de l'élaboration de systèmes basés sur les cas.

#### ***L'organisation de la mémoire***

Le premier problème, comme nous l'avons déjà dit, est l'organisation de la mémoire des cas. D'après Aamodt et Plaza [Aamodt, Plaza, 1994], deux grandes méthodes ont marqué la recherche et le Raisonnement A Partir de Cas. Il s'agit du modèle à mémoire dynamique, initialement introduit par Schank, et du modèle basé sur les catégories et les exemples, utilisé dans PROTOS par Bruce Porter [Porter et al., 1990]. CYRUS est le premier système utilisant ce type d'organisation de la mémoire. Le modèle de PROTOS est plutôt dédié à la tâche de classification. Les concepts sont appris en retenant des exemples typiques (i.e. des cas représentatifs). Ces exemples sont utilisés pour caractériser des catégories. La mémoire est, par conséquent, organisée en un réseau de catégories, auxquelles des exemples, ou des cas, sont rattachés. Les nouveaux cas seront classifiés au sein de ces catégories en fonction de leur ressemblance avec les exemples représentatifs qui y sont déjà répertoriés. D'ailleurs, si un nouveau cas ne ressemble à aucun autre, il peut devenir représentatif d'une nouvelle catégorie.

#### ***Limitation de la taille de la base de cas***

Le deuxième de ces problèmes est de limiter la taille de la base de cas. En effet, comme les systèmes basés sur le RAPC apprennent de leur expérience, il y a un risque certain d'augmenter la taille de la base de cas de façon considérable, ce qui aurait pour conséquence de ralentir le système, voire de le faire saturer. Certains concepteurs ont cherché des méthodes capables de limiter l'intégration d'informations superflues. Porter et Bareiss ont, par exemple, résolu ce problème dans PROTOS [Porter et al., 1990] en ne

retenant que les cas qui apportent des faits nouveaux. Les autres, c'est-à-dire ceux qui sont quasiment identiques à des cas déjà présents dans la base de cas, sont résolus mais non retenus. En effet, le cas déjà stocké suffit pour résoudre d'éventuels nouveaux problèmes similaires. Pourtant, pour pouvoir juger si une information est suffisamment nouvelle ou non, il faut savoir évaluer la proximité du nouveau cas avec ceux déjà présents dans la base de cas.

### *L'appariement des cas*

Ceci introduit une troisième et dernière des problématiques évoquées ici. Il s'agit de la méthode d'appariement des cas. Cela consiste à «quantifier» la proximité de deux cas. En effet, pour pouvoir se référer à des situations déjà vécues, il faut pouvoir évaluer laquelle des situations en mémoire est la plus proche de celle décrivant le problème à résoudre, c'est-à-dire effectuer un appariement entre le cas de référence et les cas de la base. Un exposé plus détaillé des principes d'appariement de cas est proposé dans la suite, paragraphe 1.5.

Etudions maintenant quelques exemples de l'utilisation des techniques de RAPC pour la conception de systèmes d'aide à la décision médicale et d'environnements interactifs d'apprentissage.

## **1.4 Quelques exemples de systèmes de RAPC**

### *Le RAPC en médecine*

En médecine, le RAPC a été utilisé à de nombreuses reprises pour la conception d'outils d'aide à la décision. En effet, la médecine est un domaine à fort potentiel pour ce qui est de la prise de décision et, comme nous l'avons évoqué dans le chapitre 1, les cas illustrant des exemples de prises de décisions médicales sont assez répandus. Parmi les systèmes de RAPC les plus connus dans le domaine médical, le système PROTOS, dont nous avons déjà évoqué le fonctionnement, est dédié au diagnostic en audiologie [Porter et al., 1990]. Dans ce système, le RAPC est principalement utilisé pour la classification heuristique de problèmes de diagnostic.

Bien évidemment, selon les approches et les domaines d'application, les techniques de RAPC sont utilisées avec des objectifs qui peuvent être différents; on peut aussi trouver des utilisations combinées avec d'autres modes de raisonnement. C'est par exemple le cas du système CASEY, dédié à l'aide au diagnostic des pathologies cardiaques [Koton, 1988]. CASEY combine RAPC et «raisonnement causal» pour fournir une explication causale des symptômes de pathologies cardiaques. Il utilise le RAPC principalement pour

retrouver les problèmes ayant été résolus au préalable et il utilise un modèle causal de ce domaine pour justifier la réutilisation des solutions antérieures et pour guider leur adaptation à une nouvelle situation.

Certains systèmes visent également à exploiter les possibilités de remémoration offertes par le RAPC. Ainsi, nous évoquons ici un système récent développé en France par le service d'informatique médicale de l'Hôpital Broussais à Paris [Le Bozec et al., 2000] il s'agit de IDEM (Images et Diagnostic par l'Exemple en Médecine) un système pour l'aide au diagnostic en imagerie médicale dans le domaine de l'anatomie pathologique mammaire. Dans ce système, les cas sont des exemples d'interprétations d'images macroscopiques et microscopiques. Pour modéliser ces cas, les auteurs se sont basés sur des comptes-rendus d'experts, et en ont obtenu une représentation «composite». Un cas est alors composé d'une arborescence de «zones», elles-mêmes composées d'un ensemble de couples d'attribut-valeur. Une zone correspond à un constituant élémentaire de comptes-rendus d'experts, représentant par exemple une zone «macroscopique» ou une zone «histologique» du prélèvement. Le principe d'appariement évoqué dans ce projet est alors basé sur des calculs de similarité à trois niveaux : au niveau des cas, au niveau des zones et au niveau des attributs de ces zones.

De nombreux autres exemples de systèmes de RAPC médicaux sont proposés dans les ouvrages de référence sur le RAPC ([Kolodner, 1993], [Watson, 1997]).

Les travaux en RAPC sont également utilisés dans les systèmes informatisés pour l'éducation. Voyons ce qu'il en est.

### ***Le RAPC en éducation***

L'enseignement ne constitue pas réellement un domaine d'application du RAPC. Il s'agirait plutôt d'une «tâche» à part entière pour laquelle les techniques de RAPC peuvent être employées. Cependant, seuls certains aspects du RAPC peuvent être intégrés dans les environnements d'apprentissage. En effet, il existe une différence manifeste de fonctionnalités entre un système qui propose des activités d'apprentissage et un système qui aide à la résolution de problèmes. La part de participation des techniques issues du RAPC dans les environnements d'apprentissage varie alors selon leurs spécificités pédagogiques. Ainsi, pour élaborer de tels systèmes, il faut commencer par identifier quel type d'information pédagogique va comporter un cas, et sous quelle forme, ou encore, en quoi le principe d'identification à une expérience passée peut servir au fonctionnement d'un environnement d'apprentissage.

La plupart des systèmes référencés dans la littérature ont pour principe de donner une dimension pédagogique, à des systèmes de résolution de problèmes classiques. Une première approche vise à considérer un cas comme un exercice à soumettre à un apprenant. Dans ce contexte, le projet CADI [Fenstermacher, 1996] a pour objectif d'enseigner la pratique de l'auscultation cardiaque. Le système présente un ensemble de symptômes à l'apprenant et lui fait écouter les battements d'un cœur. Celui-ci doit en déduire un diagnostic. Selon la réponse de l'apprenant, le système utilise les méthodes d'appariement du RAPC pour proposer des exercices suivants plus ou moins difficiles.

Zhang et Alem [Zhang, Alem, 1996] poussent plus loin cette approche de cas-exercices, et présentent un processus de création d'exercices de simulation à partir de cas-exercices dans le cadre de la formation des élèves au contrôle du trafic aérien. Les méthodes du RAPC y sont utilisées pour élaborer des exercices en fonction des besoins d'apprentissage de l'étudiant. Typiquement, selon le modèle de l'élève et le niveau qu'il a acquis, le système construit un nouveau cas-exercice à partir des cas existants. C'est en quelque sorte de la conception d'exercices.

Aleven et Ashley [Aleven, Ashley, 1992] ont eu une approche quelque peu différente de l'utilisation du RAPC à des fins d'enseignement. Ils se sont basés sur le projet HYPO, dans le domaine juridique, qui permettait de fournir un ensemble de cas pertinents relatifs à un procès. La base de cas est donc constituée de précédents juridiques. Le système tutoriel élaboré a pour objectif l'enseignement du choix des exemples utilisables pour un argumentaire juridique. Une situation décrite à l'apprenant lui explique le motif du procès et lui indique dans quel camp il se trouve. Le système réutilise la méthode d'extraction des cas pertinents, mise au point pour HYPO, pour constituer un corpus sur lequel l'étudiant va travailler. L'élève doit signifier les cas qu'il utiliserait pour la situation et l'objectif pédagogique qui lui sont décrits. Le système vérifie si ce choix est optimal pour l'objectif en question.

Plus récemment, le projet AMBRE, en cours à l'Université de Lyon▣ [Guin-Duclosson et al., 2002] propose une nouvelle utilisation du RAPC, «▣détourné▣» à des fins d'enseignement. L'objectif est de développer un environnement interactif d'apprentissage dédié à l'apprentissage de méthodes. Il s'agit alors de faire acquérir à l'apprenant une méthode de résolution de problèmes. Pour ce faire, le système propose, dans une première étape, d'étudier quelques problèmes typiques. L'apprenant est ensuite assisté par l'environnement, dans sa résolution de nouveaux problèmes, et ce, en suivant chaque étape du cycle du RAPC. Ainsi, le système guide l'apprenant pour qu'il réalise une reformulation du problème et obtienne alors un cas cible. Le système aide

ensuite l'apprenant à extraire un cas proche du problème à résoudre, à adapter la solution à son nouveau problème, et à stocker le problème nouvellement résolu.

Cependant, malgré l'ancienneté et le nombre important des systèmes de RAPC dédiés à la prise de décision, les systèmes basés sur le RAPC sont encore peu répandus dans l'enseignement. Si l'on s'attarde sur les thématiques proposées dans les trois colloques les plus récents du domaine de l'EIAO/EIAH (ED-MEDIA2002<sup>2</sup>, ITS2002<sup>3</sup> et AIED2001<sup>4</sup>), on s'aperçoit assez facilement que, sur une totalité d'environ 300 communications, seules 12 étaient consacrées aux systèmes d'enseignement basés sur le RAPC<sup>5</sup>. L'engouement général pour le RAPC, pourtant présent dans le domaine de l'Ingénierie des Connaissances, reste donc relativement timide dans la communauté EIAH internationale.

Dans nos travaux, nous proposons une approche «adaptée» des techniques du RAPC à des fins éducatives. En effet, le forum DIACOM s'intéresse tout particulièrement au principe d'appariement de cas médicaux. Cependant, l'idée est d'utiliser cet appariement non pas pour faciliter la résolution de problèmes, mais pour créer des couples d'auteurs, dans le but de les faire entrer en interaction. Ainsi, cette adaptation du RAPC est une approche relativement nouvelle et originale par rapport à celles proposées dans les autres environnements d'apprentissage basés sur le RAPC.

Le paragraphe suivant présente les grands principes de l'appariement de cas dans les systèmes RAPC.

## 1.5 Une nécessité d'apparier des cas

L'appariement de cas est une étape majeure en Raisonnement A Partir de Cas, et ce, pour plusieurs raisons. La première est que le mode d'appariement employé est dépendant du modèle de cas sur lequel le système s'appuie. Ainsi, pour chaque nouveau système, le concepteur doit adapter la méthode d'appariement au domaine et au modèle qu'il a définis. Plus la structure d'un cas est complexe, plus la conception de l'appariement peut s'avérer délicate.

---

<sup>2</sup> ED-MEDIA (Educational Multimedia Hypermedia and Telecommunications ) est une conférence internationale qui a eu lieu à Denver, Colorado, USA, en juin 2002.

<sup>3</sup> ITS (Intelligent Tutoring Systems) est une conférence internationale qui a eu lieu à Biarritz en juin 2002.

<sup>4</sup> AIED (Artificial Intelligence in Education) est une conférence internationale qui a eu lieu à San Antonio, Texas, USA en juin 2001.

<sup>5</sup> On dénombre précisément 7 articles sur 162, consacrés au RAPC à la conférence ED-MEDIA, 2 articles sur 93 à la conférence ITS et 3 articles sur 45 à AIED.

La seconde raison est la nécessité indéniable d'évaluer la proximité de deux cas. Elle permet aussi bien de classer les cas que de récupérer les cas proches du cas de référence (phase RETRIEVE) ou encore d'apprendre du nouveau cas résolu (phase RETAIN). En effet, plus un nouveau cas est proche d'un cas déjà présent dans la base, moins celui-ci est intéressant à retenir. On cherche plutôt à intégrer de nouvelles informations dans les cas déjà référencés. En revanche, si le nouveau cas diffère des autres de manière significative (faible similarité), son expérience est retenue grâce à l'indexation des cas.

Tout comme la plupart des phases du Raisonnement A Partir de Cas, diverses méthodes ont été utilisées pour appairer les cas. La plupart de ces méthodes consiste en une comparaison des cas, réalisée de façon globale. Cette comparaison est effectuée à l'aide de calculs et d'une manipulation de la base de cas, gérés par un module qui agit globalement et de façon externe sur cette base. Celui-ci compare le cas de référence aux cas indexés pour en dégager le(s) cas le(s) plus proche(s). Watson [Watson, 1997b] regroupe les méthodes d'appariement selon deux approches : la recherche du plus proche voisin et la méthode inductive.

#### **Recherche du plus proche voisin**

La recherche du plus proche voisin consiste à mettre au point des méthodes de calcul de la proximité de deux cas. Dans la littérature, la plupart des méthodes présentées sont des méthodes de calcul de «similarité». Cependant, des méthodes de calcul de distances sont également proposées. Nous souhaitons donc tout d'abord préciser la différence entre un calcul de distance et un calcul de similarité. Une distance mesure l'écart existant entre deux cas. Ainsi, lorsque le résultat d'une distance vaut 0, les deux cas comparés sont en tous points identiques. En revanche, la similarité mesure la ressemblance entre deux cas. Ainsi, plus la valeur de la similarité est grande, plus les cas sont identiques.

Prenons l'exemple de cas modélisés comme des collections de  $n$  couples d'attribut-valeur. Le calcul de similarité de deux cas de ce type est alors fondé sur  $n$  calculs de similarité, dédiés à la comparaison, deux à deux, de chacun des attributs des deux cas. Ainsi, si  $Sim_i(cas1, cas2)$  représente le résultat du calcul de similarité du  $i$ -ème attribut des cas 1 et 2, alors la formule du calcul de similarité de deux cas est la suivante :

$Sim(cas1, cas2) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Sim_i(cas1, cas2)$ <p>où <math>Sim_i = 1</math> si l'attribut <math>i</math> du cas 1 est égal à l'attribut <math>i</math> du cas 2,  et <math>Sim_i = 0</math> si les <math>i</math>-èmes attributs des cas 1 2 sont différents</p>
--

Ainsi, si toutes les valeurs des attributs sont identiques, le résultat du calcul de similarité est égal à 1. De même, le résultat du calcul est égal à 0 lorsque tous les attributs ont une

valeur différente. Notons que ce calcul de similarité est normalisé (divisé par n) afin de donner un résultat obligatoirement compris entre 0 et 1. Cette normalisation est le principe le mieux adapté pour pouvoir donner, ensuite, des résultats d'appariement sous la forme de pourcentages de similarité de deux cas (si  $Sim=1$  alors 100% de similarité et si  $Sim=0,1$ , on a 10% de similarité). Il est également possible d'ajouter des pondérations pour faire varier l'importance de la prise en compte de certains attributs.

On obtient alors la formule suivante :

$$Sim(cas1, cas2) = \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i} \sum_{i=1}^n P_i \cdot Sim_i(cas1, cas2)$$

où  $Sim_i = 1$  si l'attribut  $i$  du cas 1 est égal à l'attribut  $i$  du cas 2,  
 et  $Sim_i = 0$  si les  $i$ -ème attributs des cas 1 et 2 sont différents  
 et où  $P_i$  est le poids affecté au  $i$ -ème attribut

Cependant, si l'objectif de l'appariement avait été de mettre en place un calcul de distance, nous aurions utilisé des sous-calculs  $d_i(cas1, cas2)$  pour comparer respectivement le  $i$ -ème attribut de chaque cas. La différence est que  $d_i$  vaut 0 lorsque les attributs sont identiques et 1 lorsqu'ils sont différents. Le calcul  $D$  de la distance entre deux cas vaut 0 si les cas sont identiques et 1 lorsque les cas sont en tout point différents. Ce calcul est donné par la formule suivante :

$$D(cas1, cas2) = \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i} \sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i(cas1, cas2)$$

où  $d_i = 0$  si l'attribut  $i$  de cas 1 est égal à l'attribut  $i$  du cas 2,  
 et  $d_i = 1$  si les  $i$ -ème attributs des cas 1 et 2 sont différents  
 et où  $P_i$  correspond au poids affecté au  $i$ -ème attribut

Des variantes de ces méthodes de calcul du plus proche voisin ont également été élaborées. Richter, dans PATDEX [ Richter, Wess, 1991], a évalué la similarité au moyen d'un calcul de similarité. L'objectif de PATDEX étant de diagnostiquer les fautes dans les systèmes complexes, les cas sont représentés par un ensemble de couples <attribut-valeur>. Le système mesure alors la similarité de deux cas par comparaison de leurs attributs. La formule tient compte du nombre d'attributs de même valeur, du nombre d'attributs de valeurs différentes et enfin du nombre d'attributs qui ont des valeurs dans l'un des deux cas et pas l'autre.

La formule est donc la suivante :

$$\text{Sim}(\text{cas1}, \text{cas2}) = \frac{\alpha \text{card}(E) + \beta \text{card}(C) + \gamma \text{card}(U_1) + \delta \text{card}(U_2)}{\text{card}(E \cup C \cup U_1 \cup U_2)}$$

où E = ensemble des attributs ayant les mêmes valeurs pour cas1 et cas2  
 C = ensemble des attributs ayant des valeurs différentes pour cas1 et cas2  
 U<sub>1</sub> = ensemble des attributs ayant des valeurs pour Sit1 et non pour cas2  
 U<sub>2</sub> = ensemble des attributs ayant des valeurs pour Sit2 et non pour cas1

Les coefficients  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et  $\delta$  sont calculés expérimentalement dans les différentes versions de PATDEX.

Il est donc possible de créer des méthodes d'appariement, adaptées, éventuellement à partir des méthodes de recherche du plus proche voisin. En effet, dans certains domaines, comme celui de PATDEX, le nombre d'attributs différents ou semblables est une information plus importante que l'évaluation de la proximité de chacun des couples.

Plusieurs facteurs peuvent entrer en ligne de compte pour qu'une méthode d'appariement ait besoin d'être adaptée aux spécificités de l'application à développer. Par exemple, si le modèle des cas n'est pas exactement, ou pas uniquement, composé de couples <attributs-valeur>, la méthode d'appariement doit tenir compte d'éléments de comparaison supplémentaires. De plus, l'objectif d'utilisation de l'appariement, peut également impliquer une adaptation de la méthode de calcul du plus proche voisin, dans le but de tenir compte de certaines spécificités d'utilisation.

Le second type de méthodes d'appariement identifié par Watson [Watson, 1997b] est la méthode inductive.

**La méthode inductive**

La méthode inductive vise à optimiser, de façon précise, le processus de recherche du cas le plus pertinent par rapport à un cas de référence. Le principe est d'analyser au préalable la base de cas, dans le but de construire un arbre de décision qui classe (ou indexe) les cas. Ainsi, chaque noeud de l'arbre correspond à une question posée sur la valeur possible d'un attribut, et chaque feuille de l'arbre fait référence à un cas. L'arbre comporte alors autant de feuilles que de cas et autant de «niveaux» que d'attributs dans les cas. Pour extraire de la base le cas le plus pertinent, il faut alors naviguer dans l'arbre de décision, en posant à chaque niveau une question sur les attributs du cas de référence. La réponse à la question détermine alors le choix du sous-arbre dans lequel le parcours va se poursuivre. Le cas le plus proche du cas de référence, se trouve alors en feuille, tout à la fin du parcours effectué dans l'arbre.

Cependant ces approches sont principalement dédiées à la comparaison des informations renfermées dans les cas. Ces informations sont qualifiées généralement «d'informations de surface». Or, lorsque la structure d'un cas est complexe, voire «composite», il existe d'autres informations dont il peut s'avérer nécessaire de tenir compte, à savoir les «informations de structure».

### **Informations de structure et informations de surface : l'approche de IDEM**

Lorsque les cas à comparer sont composites, leur description comporte des caractéristiques de surface et de structure. Les caractéristiques de surface représentent, par exemple, un ensemble de couples <attribut-valeur>. Les caractéristiques de structure peuvent décrire les relations existant entre les constituants d'un cas. La mesure de similarité globale doit donc prendre en compte une similarité de structure et une similarité de surface. Gentner [Gentner, Markman, 1997] propose une classification des mesures de similarité selon qu'elles se fondent sur des critères plutôt de surface ou plutôt de structure.

Dans ce contexte, le projet IDEM, présenté dans le paragraphe 1.4, propose une approche de calcul de similarité dite «dittérale» c'est-à-dire qui prend en compte à la fois les informations de surface et de structure relatives à la modélisation de cas proposée par les auteurs [Le Bozec et al., 2000]. Rappelons que la structure d'un cas, dans le système IDEM, est représentée par une arborescence de zones de différents types, elles-mêmes composées de couples <attribut-valeur>. Les auteurs proposent alors un calcul de similarité pour chaque niveau de composition.

- Au niveau des couples d'<attribut-valeur>, le calcul proposé est alors une similarité de surface, appelée  $S_{\text{attribut}}$  qui évalue la proximité des valeurs de deux attributs appartenant à deux zones du même type.
- Au niveau des zones, deux similarités sont proposées : une similarité de surface, appelée  $S_{\text{surface}}$ , et une similarité de structure, appelée  $S_{\text{structure}}$ .  $S_{\text{surface}}$  s'appuie sur une comparaison des résultats de  $S_{\text{attribut}}$  relatifs aux attributs des deux zones comparées.  $S_{\text{structure}}$  se base sur une approche récursive, qui vise à comparer, pour une zone donnée, la structure du sous-arbre dont elle est racine.
- Au niveau des cas, la similarité est évaluée en proposant un calcul de  $S_{\text{surface}}$  et de  $S_{\text{structure}}$  sur les nœuds  $ZO_N$  et  $ZO_C$ , racines de l'arborescence complète des cas  $N$  (Nouveau cas) et  $C$  (Cas de la base). La formule est alors la suivante :

$$S_{\text{cas}}(N, C) = \frac{S_{\text{surface}}(ZO_N, ZO_C) + S_{\text{structure}}(ZO_N, ZO_C)}{2}$$

L'approche, proposée dans le projet IDEM, présente l'avantage de combiner similarité de surface et similarité de structure, au sein d'un même calcul d'appariement. Elle présente également l'avantage de proposer un calcul de similarité «composite» comprenant un calcul de similarité pour chaque niveau de la hiérarchie de composition. Cette spécificité permet de respecter la nature «composite» de la modélisation de cas proposée dans IDEM. Là encore, cette méthode est une approche «adaptée» de l'appariement.

Étudions maintenant les avantages et inconvénients de ces méthodes et leurs possibilités d'adaptation au problème d'appariement dans le forum DIACOM.

## 1.6 L'appariement dans DIACOM

L'appariement des cas dans le forum DIACOM est quelque peu différent des approches présentées dans le paragraphe 1.5. En effet, il est utilisé, non pas pour résoudre un problème proche d'un problème existant, mais pour construire des couples d'auteurs dont les cas présentent des centres d'intérêt communs. Certains principes de calcul peuvent donc être repris mais néanmoins, de par la spécificité de la modélisation des cas, et l'objectif assigné à l'appariement, ces principes doivent être adaptés.

Pour déterminer les principes à reprendre, il est alors important de comparer les avantages et les inconvénients des deux méthodes exposées dans le paragraphe 1.5 et d'en vérifier l'adéquation avec les spécificités du forum DIACOM. Tout d'abord, la recherche du plus proche voisin est assez simple à mettre en œuvre. En effet, elle nécessite principalement la définition du calcul de similarité (ou de distance) entre deux cas. De plus cette méthode fonctionne même si certaines valeurs sont inconnues ou manquantes. Néanmoins, cette méthode est coûteuse en temps de traitement. Pour chaque nouveau cas comparé, il faut, en effet, parcourir toute la base et effectuer un calcul de similarité (ou de distance) avec chacun des cas qui la compose. La méthode du plus proche voisin est donc adaptée lorsque des valeurs sont susceptibles d'être manquantes et que l'optimisation du temps de calcul ne constitue pas une priorité absolue pour l'application dans laquelle elle est utilisée.

La méthode inductive est un peu plus complexe à concevoir que la recherche du plus proche voisin. Tout d'abord, cette méthode nécessite la construction de l'arbre de décision, étape qui s'avère généralement assez coûteuse en temps. De plus, cet arbre doit être re-généré chaque fois qu'un nouveau cas est ajouté à la base. Enfin, lorsque certaines valeurs d'attributs sont manquantes, la construction et le parcours de l'arbre de décision deviennent impossibles et il y a échec de l'appariement. Cependant, une fois que l'arbre est construit, la phase d'extraction du cas le plus proche est nettement plus rapide que par la méthode du plus proche voisin. En conséquence, la méthode inductive est plutôt adaptée lorsque l'ajout

de cas dans la base n'est pas fréquent et que le domaine n'engendre pas forcément un grand nombre de données non renseignées dans les cas.

Ainsi, dans le forum DIACOM, nous nous sommes plutôt inspirés de la méthode de recherche du plus proche voisin. En effet, du fait de l'asynchronisme du système, nous n'avons pas spécialement de contraintes de temps pour rendre le résultat d'un calcul d'appariement. Nous pouvons donc nous permettre de balayer la base de cas pour chaque nouveau cas entré dans le système et de calculer la pertinence de chaque appariement possible. De plus, il est important que notre approche de l'appariement ne soit pas bloquée par des données manquantes. Les cas étant décrits selon l'expérience des auteurs, on ne peut pas envisager que ceux-ci puissent décrire systématiquement les mêmes types d'entité pour chaque cas. D'ailleurs, ces auteurs ne possèdent pas forcément toutes les données qui pourraient être comparées dans les cas.

Par ailleurs, notre modélisation des cas est différente de celle d'un ensemble de couples d'«attribut-valeur». Les cas du forum DIACOM sont structurés par différents niveaux de composition, allant du plus général (le cas) au plus spécifique (les entités et les actions). Même si nous arrivions à comparer le nombre de scènes et leurs types, nous ne pourrions pas comparer deux à deux les entités contenues dans chacune d'entre elles. En effet, ces entités sont choisies (voir même construites) par l'auteur. Deux cas comparés n'ont donc pratiquement aucune chance de comporter la même collection d'entité.

Proposer, dans ce cadre, une évaluation de similarité/distance dite de «surface», comme nous l'avons présentée dans le paragraphe 1.5, est donc une approche assez délicate. De plus, nous référer directement aux informations structurelles d'un cas, ne présente pas un grand intérêt par rapport à l'objectif de notre appariement. En effet, l'appariement doit principalement mettre en évidence des couples de cas qui présentent des différences stratégiques et non pas structurelles. Aussi avons-nous fait le choix de ramener les cas à des informations plus «comparables». Nous utilisons donc uniquement certaines informations contenues dans les cas, pour ensuite nous mettons en œuvre des distances de surface sur ces informations spécifiques.

En conséquence, dans le forum DIACOM, nous avons fait le choix de réaliser la comparaison de deux cas à partir de critères spécifiques du domaine de la prise en charge de la douleur chez l'enfant. Ainsi, les appariements de cas se fondent sur un ensemble de couples «critère-valeur», chacun de ces critères ayant été extrait du cas décrit par l'auteur. Ce principe nous permet alors de ramener notre distance à un calcul fondé principalement sur des informations de surface, sans avoir à considérer directement les informations de

structure. Une partie du travail de conception du module d'appariement a donc consisté en l'identification et la modélisation de ces critères de comparaison.

Par ailleurs, il faut rappeler que le but de l'appariement dans le forum DIACOM n'est pas de mesurer la similarité qui existe entre deux cas, c'est-à-dire le pourcentage de ressemblance, mais de s'assurer que certains aspects de deux cas appariés sont très proches, et aussi que les cas diffèrent sur d'autres aspects, en particulier sur ceux relatifs aux stratégies de résolution de problèmes. Ainsi, nous allons utiliser des calculs de distance pour mesurer la différence entre chaque couple de critères appartenant respectivement aux deux cas. Puis, nous utilisons les résultats de ces distances pour nous assurer que, pour certains critères, nous retenons les cas qui s'avèrent différents, et pour d'autres, nous cherchons à privilégier leur similitude. C'est précisément l'objectif de l'algorithme d'appariement du forum DIACOM

## 2 L'extraction des critères

Dans l'approche que nous avons définie, pour chaque nouveau cas  $x$  décrit par un médecin, le module d'appariement explore la base de cas afin d'en extraire les cas les plus pertinents. Ces cas sont ceux qui présentent des similitudes avec le cas  $x$ , mais également des différences notoires. Cet examen des cas de la base se fonde sur la comparaison de trois critères d'appariement, identifiés pour chaque cas au moment de sa description.

### 2.1 Les trois critères d'appariement

Pour définir les critères d'appariement, nous nous sommes basés sur une analyse du corpus de cas, présenté dans le chapitre 4. L'objectif est alors de déterminer quelles sont les «données pertinentes» d'un cas à comparer pour leurs similitudes et leurs différences, en vue de faire discuter leurs auteurs. Cette analyse nous a permis de dégager les trois critères suivants▯ **la pathologie, les objectifs et la stratégie.**

Notre premier objectif est, en effet, de mettre en présence des personnes dont les cas traitent des **mêmes sujets mais selon des approches différentes**. Nous souhaitons donc pouvoir prendre en compte, dans le cadre de l'appariement, les cas qui traitent de la **même pathologie**. Ce premier critère vise alors à représenter les pathologies dont il est question dans les cas que l'on cherche à comparer, comme, par exemple l'otite moyenne aiguë ou encore la gastroentérite.

Cependant, la pathologie n'est pas le seul critère nécessaire pour exprimer quel est le sujet général d'un cas de prise en charge de la douleur. En effet, nous avons déjà évoqué le fait que les cas de prise en charge de la douleur étaient des cas présentant non seulement le diagnostic d'une pathologie, mais surtout la manière dont la douleur est prise en charge.

Ainsi, le deuxième critère que nous avons mis en évidence représente *les objectifs* pédagogiques sous-jacents du cas. Ces objectifs identifient le champ précis de la prise en charge de la douleur illustré à travers le cas.

Suite à l'analyse du corpus, et après concertation avec notre expert, il est apparu que les cas du corpus étaient décrits en vue «d'apprendre» soit l'évaluation de la douleur, soit le traitement de la douleur, soit un mélange d'évaluation et de traitement. Ainsi, le critère des objectifs se compose de deux entiers représentant le pourcentage du cas consacré à l'évaluation de la douleur et celui consacré à son traitement. Le choix d'utiliser des pourcentages a été motivé pour leur simplicité d'utilisation. Ces pourcentages peuvent être fournis directement par les praticiens et ce, sans difficulté particulière. Un cas peut par exemple avoir pour objectif d'illustrer à 50% l'évaluation de la douleur et à 50% le traitement. Il peut aussi s'agir de cas traitant à 100% de l'évaluation ou à 100% du traitement de la douleur. Ces deux entiers sont alors appelés «pourcentage évaluation» et «pourcentage traitement». Notons au passage que, pour chaque cas, la somme de ces deux entiers est obligatoirement égale à 100.

Le troisième critère que nous avons identifié vise à représenter le mécanisme de prise en charge de la douleur d'un cas. Ce critère, appelé la «*stratégie*» de prise en charge de la douleur, est précisément *celui dont nous allons chercher à maximiser la différence* lors de l'appariement de deux cas. Ainsi, deux cas sont appariés en priorité s'ils ont les mêmes objectifs, et s'ils abordent les mêmes pathologies tout en illustrant des stratégies de prise en charge de la douleur différentes. Ce critère est décrit précisément dans le paragraphe suivant.

## 2.2 Le critère «*stratégie*» de prise en charge de la douleur

Pour définir la stratégie de prise en charge de la douleur, nous nous sommes basés sur le protocole défini dans le rapport de l'ANAES [ANAES, 2000]. En effet, l'analyse de ce document, couplé avec les réflexions sur les pratiques de prise en charge de la douleur, nous a permis de mettre en évidence des facteurs «stratégiques» importants ou non à relever dans les cas cliniques du domaine. Dans ce rapport, le protocole de bonne pratique de la prise en charge de la douleur est décrit pour chaque situation dans laquelle un médecin peut se trouver.

Comme nous l'avons déjà évoqué dans le chapitre 4, le protocole de prise en charge de la douleur se décline selon deux facettes : l'évaluation et le traitement de la douleur. Aussi, avons-nous déterminé deux types de stratégies identifiables dans les cas : une stratégie d'évaluation et une stratégie de traitement de la douleur. Ces deux «sous-critères» sont les

mêmes que ceux déterminés pour le critère «▯objectifs▯» du cas. En effet, ce dernier se compose d'un pourcentage d'évaluation et d'un pourcentage de traitement de la douleur.

La prise en compte de la stratégie d'évaluation de la douleur, dans le calcul total du critère «▯stratégie▯», peut alors être proportionnelle au pourcentage d'évaluation de la douleur, défini dans le critère des objectifs. Autrement dit, si le cas a un pourcentage d'évaluation de la douleur égal à trente pour cent, la stratégie de d'évaluation de la douleur comptera pour 30% dans le total de la stratégie du cas. De la même manière, la prise en compte de la stratégie de traitement de la douleur est proportionnelle au pourcentage de traitement de la douleur, identifié dans le cas.

Une fois ces deux types de stratégies identifiées, nous nous sommes intéressés à la façon de prendre en charge la douleur. Ainsi, afin de modéliser les stratégies d'évaluation et de traitement de la douleur, nous avons tenté de répondre à la question▯ «▯quelles données permettent de dire que deux cas ont, ou n'ont pas, la même manière de prendre en charge la douleur▯▯».

#### ***Stratégie d'évaluation de la douleur***

En ce qui concerne l'évaluation de la douleur, nous avons pu voir, dans le paragraphe 1.1 du chapitre 4, que les protocoles de prise en charge de la douleur chez l'enfant préconisent l'utilisation de différents modes d'évaluation de la douleur en fonction de l'âge. Ces modes d'évaluation sont l'auto-évaluation, pour les enfants de plus de 6 ans, l'hétéro-évaluation, pour les enfants de moins de 4 ans, l'évaluation mixte, pour les enfants de 4 à 6 ans. Suite à l'analyse des cas du corpus, nous avons choisi d'ajouter une dernière catégorie de mode d'évaluation appelée «▯évaluation par examen clinique▯». En effet, dans la pratique, lorsqu'un médecin n'utilise pas de mode d'évaluation clairement identifié dans un protocole, nous dirons que son évaluation de la douleur se fonde essentiellement sur l'examen clinique qu'il pratique et sur sa propre expérience de la pathologie en cause.

Ainsi, en comparant deux cas cliniques, si les âges des patients n'appartiennent pas à la même catégorie, il est normal que le mode d'évaluation soit différent. En revanche, si l'âge des enfants est le même, mais que les modes d'évaluation sont différents, alors les stratégies d'évaluation de la douleur des deux cas sont différentes. En conséquence, la première caractéristique d'un cas que nous souhaitons identifier, pour caractériser la stratégie d'évaluation de la douleur, est *l'âge de l'enfant*. La seconde caractéristique est le *mode d'évaluation utilisé* dans le cas pour quantifier et déterminer l'intensité de la douleur.

### **Stratégie de traitement de la douleur**

Dans le protocole de prise en charge de la douleur, le traitement se base sur l'intensité de la douleur identifiée. Cette douleur peut être faible, modérée, intense ou très intense. En fonction de ce degré d'intensité, différents antalgiques peuvent être adaptés. Ces antalgiques sont classés selon des paliers croissants, de l'antalgique le plus faible à l'antalgique le plus fort. Plus la douleur est intense, plus le médecin doit prescrire des antalgiques de paliers élevés.

Là encore, il est possible de constater que, si l'intensité de la douleur n'est pas la même dans deux cas, il est assez logique que le traitement ne soit pas le même. Les deux premières caractéristiques que nous avons retenues, pour définir la stratégie de traitement de la douleur, sont ***l'intensité identifiée de cette douleur***, ainsi que ***le palier d'antalgique employé dans la première prescription***.

Cependant, l'aspect le plus intéressant dans la stratégie de traitement de la douleur, n'est pas uniquement le fait d'utiliser le bon niveau d'antalgique. Il s'agit surtout de vérifier après quelques prises, l'efficacité du traitement antalgique, en réévaluant la douleur et éventuellement en faisant une nouvelle prescription si la douleur n'a pas suffisamment diminué. Ainsi, cette répétition éventuelle d'évaluation et de traitement a été prise en compte dans le cadre de la stratégie de traitement de la douleur.

La dernière caractéristique qui doit nous permettre de définir la stratégie de traitement est donc la longueur de ce que nous avons appelé «**cycle évaluation-traitement**▯». Autrement dit, nous cherchons à comparer le nombre de scènes successives d'évaluation et de prescription qui sont nécessaires au praticien pour considérer que le traitement de la douleur est efficace. Ainsi, lorsque deux cas traitent de la même pathologie, avec une douleur d'intensité semblable si la longueur de leurs cycles n'est pas la même, les deux cas présentent des stratégies différentes de traitement de la douleur.

La figure 5.2 ci-dessous, résume les critères utilisés pour l'appariement de nos cas, et présente la hiérarchie des critères et «sous-critères▯» et les caractéristiques identifiées dans les cas pour définir ces critères.

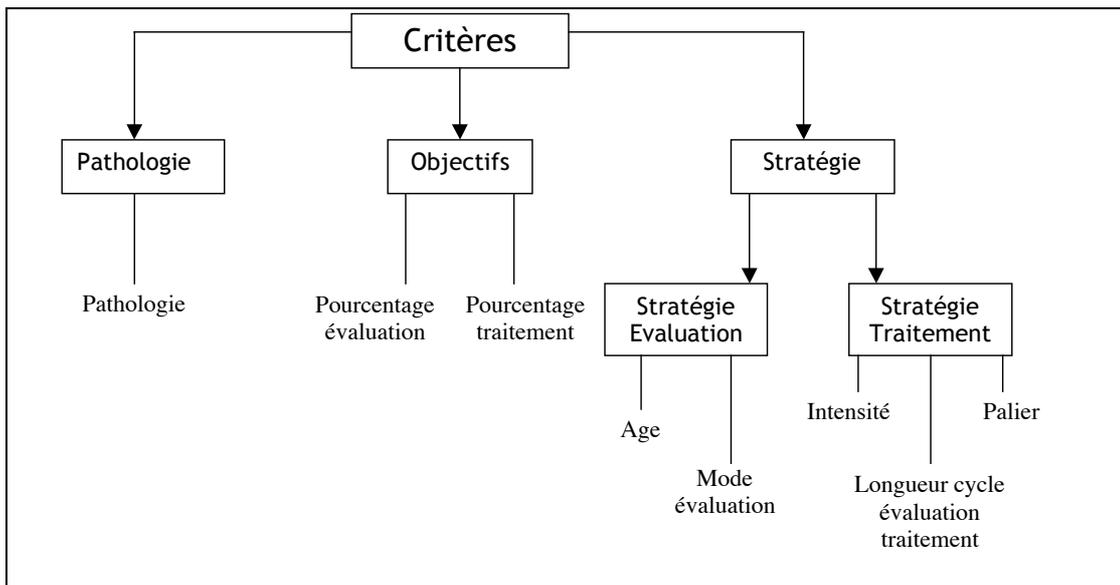


Figure 5.2 Critères et sous-critères

Dans cette figure, on retrouve notamment le fait que le critère «Objectifs» se compose de deux caractéristiques: le pourcentage d'évaluation et le pourcentage de traitement. On remarque également que la stratégie est composée de deux «sous-critères»: la stratégie d'évaluation et la stratégie de traitement de la douleur. Ces deux «sous-stratégies» se réfèrent alors respectivement à l'âge du patient et au mode d'évaluation de la douleur employé, ou encore à l'intensité de la douleur, au palier d'antalgique employé et à la longueur du cycle d'évaluation-traitement.

Nous avons donc ramené la comparaison d'un cas, à celle d'une arborescence fixe de critères, de «sous-critères» et de caractéristiques. Etant donné que cette arborescence reste la même d'un cas à l'autre, l'appariement de deux cas met donc en œuvre uniquement des distances de surface. En revanche, nous pouvons nous appuyer sur l'approche définie par Le Bozec [Le Bozec et al., 2000] en proposant plusieurs distances, une pour chaque niveau de la hiérarchie des critères, tenant compte des résultats obtenus lors du calcul des distances du niveau inférieur.

Voyons maintenant en détail comment le forum DIACOM gère l'extraction de ces critères.

### 2.3 Le principe d'extraction des trois critères

Le module d'appariement a pour objet d'extraire des cas, les trois critères que nous venons de présenter. Chacun de ces critères est soit identifié directement dans le cas par l'algorithme d'extraction des critères, avec demande de confirmation à l'auteur, soit

demandé à l'auteur directement. L'extraction des critères «Pathologie» et «Objectifs» est présentée ci-après.

#### **Les critères «Pathologie» et «Objectifs»**

Le critère «Pathologie» peut être trouvé automatiquement dans les cas, par l'algorithme d'extraction de critères. En effet, la pathologie y est présente au sein d'une entité de type «Maladie». De plus, il s'agit nécessairement de la maladie qui a été confirmée dans le cas. Cette entité se trouve généralement dans une scène de type «Diagnostic». Ainsi, pour extraire la pathologie d'un cas, l'algorithme doit effectuer une recherche de cette entité. Une fois que l'algorithme a su identifier une telle entité, il ne lui reste plus qu'à demander à l'auteur de confirmer cette information.

Pour valider ce mode d'extraction, nous avons effectué, dans le corpus, un relevé manuel des entités selon ce principe de recherche. L'ensemble des pathologies ainsi collecté a ensuite été présenté à notre expert. Ce dernier a confirmé le relevé des pathologies, ce qui tend à valider le choix d'effectuer l'extraction de ce critère de façon automatique. La liste des pathologies identifiées dans les cas du corpus est présentée dans le tableau des critères, situé en annexe 3 de ce mémoire.

Le critère «Objectifs» est beaucoup plus délicat à déterminer automatiquement. En effet, il est assez subjectif de savoir, de façon analytique, quel est le pourcentage d'un cas dédié à l'évaluation de la douleur et quel est celui dédié à son traitement. Nous aurions pu choisir de définir des règles qui établissent une correspondance entre la structure des cas et leur pourcentage d'évaluation et de traitement. Cependant, nos cas étant issus directement de l'expérience des médecins, leur structure peut devenir assez complexe. La distinction entre les étapes du cas dédiées à l'évaluation, et celles plutôt consacrées au traitement, est assez difficile sans une «intervention humaine». De plus, les médecins savent assez naturellement déterminer quel est le pourcentage du cas dédié à l'évaluation de la douleur, et il est alors aisé d'en déduire le pourcentage dédié au traitement. Ainsi, nous avons choisi de faire en sorte que l'algorithme d'extraction de critères demande directement à l'auteur d'un cas, de quantifier les pourcentages constituant le critère «Objectifs». La contrainte appliquée par l'algorithme, pour aider l'auteur dans cette tâche, est alors de ne proposer que des couples de pourcentages dont la somme est égale à 100.

Ce principe de recueil des objectifs du cas a été validé par notre expert. En effet, nous avons, au cours d'une analyse du corpus, défini manuellement les objectifs de chacun des cas du corpus, en proposant des couples de pourcentages multiples de 25. Nous avons sollicité l'expert pour qu'il détermine à son tour les objectifs de chacun des cas du

corpus. Les pourcentages que ce dernier a attribué étaient différents des nôtres dans environ 20% des cas. Nous avons notamment attribué à deux cas des pourcentages de traitement égaux à 100%, alors que le praticien leur a donné un pourcentage de traitement de 90 et de 10 pour l'évaluation. La liste des objectifs identifiés dans les cas par notre expert est présentée dans le tableau des critères de l'annexe 3. Or le résultat de l'expert est celui qui prime dans cette configuration, puisque lui seul est à même de déterminer et de quantifier les objectifs pédagogiques sous-jacents de son propre cas. Ainsi, devant cette différence entre notre calcul semi-automatique et les quantifications de l'expert, nous avons conclu que notre approche pour déterminer les pourcentages était plutôt subjective et différente de ce que le médecin souhaite exprimer à propos du cas qu'il a décrit. L'extraction semi-automatique des objectifs a alors été écartée pour ce critère. De plus, nous avons ramené les choix de pourcentages proposés aux médecins à des multiples de 10, pour qu'ils puissent faire des propositions précises.

Voyons maintenant comment est extrait, à partir d'un cas, le critère «▯stratégie▯» de prise en charge de la douleur.

#### ***Le critère «▯Stratégie▯»***

Comme nous l'avons décrit dans le paragraphe 2.2, une stratégie de prise en charge de la douleur se définit par une stratégie d'évaluation et une stratégie de traitement de la douleur. Dans chacune de ces deux «▯sous-stratégies▯», des caractéristiques doivent être extraites à partir des cas par l'algorithme d'extraction de critères lui-même.

Dans le cadre de la stratégie d'évaluation de la douleur, la première caractéristique à extraire est l'âge du patient. Cette extraction peut être effectuée de façon automatique. Il suffit à l'algorithme de rechercher une entité de type «▯signe terrain▯» et de vérifier dans cette entité la valeur donnée à l'attribut «▯Age▯». Dans le cas où l'auteur n'aurait pas spécifié une telle entité dans le démarrage de son cas, l'algorithme prévoit de lui demander si l'enfant traité dans le cas à plus de 6 ans, moins de 4 ans ou entre les deux.

Pour extraire d'un cas le mode d'évaluation de la douleur, plusieurs configurations sont possibles. Si le cas comporte une entité de type «▯caractéristiques de la douleur▯», dans laquelle l'attribut «▯mode d'évaluation▯» est renseigné, l'algorithme est alors en mesure de dire s'il s'agit d'une auto-évaluation, d'une hétéro-évaluation, ou d'une évaluation mixte. En revanche, si aucune information précise n'est fournie, l'algorithme n'est pas en mesure de déterminer lui-même le mode d'évaluation. Dans ce cas, le principe de l'algorithme est de soumettre à l'auteur l'hypothèse que le mode d'évaluation est «▯fondé sur l'examen clinique▯». Quelle que soit la configuration dans laquelle se trouve le cas (présence ou non d'une entité du type «▯caractéristique de la douleur▯»), une

confirmation est demandée à l'auteur, relative au mode d'évaluation employé, tout en lui soumettant la proposition du système.

Dans le cadre de la stratégie de traitement de la douleur, l'intensité de cette douleur peut être également identifiée par le système grâce à la recherche d'une entité de type «Caractéristique de la douleur» dans le cas. Là encore, si l'information n'a pas été fournie par l'auteur, le système demande à celui-ci de confirmer l'intensité de la douleur, que nous plaçons par défaut à «intense». En effet, nous sommes partis de la constatation qu'un cas décrit pour illustrer la prise en charge de la douleur, l'est le plus souvent dans le cadre de douleurs intenses, voire très intenses. Le palier de prescription est également identifiable en cherchant dans le cas les médicaments prescrits, et pour tout antalgique, leur appartenance à tel ou tel palier.

Enfin, pour déterminer la longueur du «cycle évaluation-traitement», l'algorithme compte tout simplement le nombre de scènes existant entre la première et la dernière scène d'évaluation ou de prescription trouvées dans le cas. Pour cela, il parcourt le cas, scène par scène, jusqu'à rencontrer une scène de type évaluation ou de type prescription. Lorsqu'une telle scène est trouvée, il s'agit de la première du cycle. L'algorithme parcourt ensuite les scènes suivantes jusqu'à ce qu'il ne rencontre plus de scènes du type prescription, évaluation ou bien contrôle. La dernière scène de ce type constitue alors la dernière scène du «cycle évaluation-traitement».

Notons au passage qu'en fonction des objectifs assignés aux cas, certaines caractéristiques définissant les critères d'appariement, peuvent ne pas être renseignées. Par exemple, on n'aura pas de palier dans un cas dédié à 100% à l'évaluation de la douleur, puisque 0% sont alors dédiés au traitement. En effet, si aucun traitement n'est prescrit, aucun antalgique ne peut être identifié. Cette constatation tend à confirmer notre hypothèse émise dans la section 1 de ce chapitre, selon laquelle tous les critères ne sont pas forcément renseignés. Le choix d'une approche d'appariement inspirée de la recherche du plus proche voisin semble donc plutôt pertinente.

La définition des critères et de leur mode d'extraction nous a ensuite permis de concevoir la modélisation des critères. Cette modélisation constitue alors le niveau des critères du modèle spécifique et fait l'objet du paragraphe suivant.

## 2.4 La modélisation des critères

Nos critères d'appariement sont dépendants du domaine, et sont composés principalement d'informations textuelles ou numériques. De plus, chaque cas comporte le même «bloc»

d'informations représentant les critères extraits. Aussi, avons-nous proposé un modèle objet, d'un bloc de critères, pour nous permettre simplement de stocker ces informations.

La figure 5.3 suivante décrit, sous la forme d'un diagramme de classes UML, le niveau des critères du modèle spécifique du forum DIACOM. Dans ce diagramme, nous pouvons voir que chaque cas est associé à un bloc de critères du modèle spécifique, qui regroupe en fait chacun des critères identifiables dans les cas de prise en charge de la douleur chez l'enfant. Ainsi, le premier critère est représenté dans ce modèle par une classe «Pathologie» dont l'attribut principal est le nom donné à cette pathologie. Ensuite, le second critère est représenté par la classe «Objectifs». Dans cette classe, nous retrouvons les deux attributs «Pourcentage évaluation» et «Pourcentage traitement» qui visent respectivement à caractériser sous la forme d'entiers les pourcentages d'évaluation et de traitement reconnus pour un cas. Enfin, le critère «Stratégie» est identifié dans le modèle par les deux classes : «Stratégie d'évaluation» et «Stratégie de traitement». La classe «Stratégie évaluation» comporte alors un attribut «Age» et un attribut «Mode d'évaluation». La classe «Stratégie traitement» comporte, quant à elle, l'attribut «Intensité douleur», l'attribut «Palier» pour stocker le numéro du palier d'antalgique prescrit dans le cas, et l'attribut «Longueur cycle évaluation traitement».

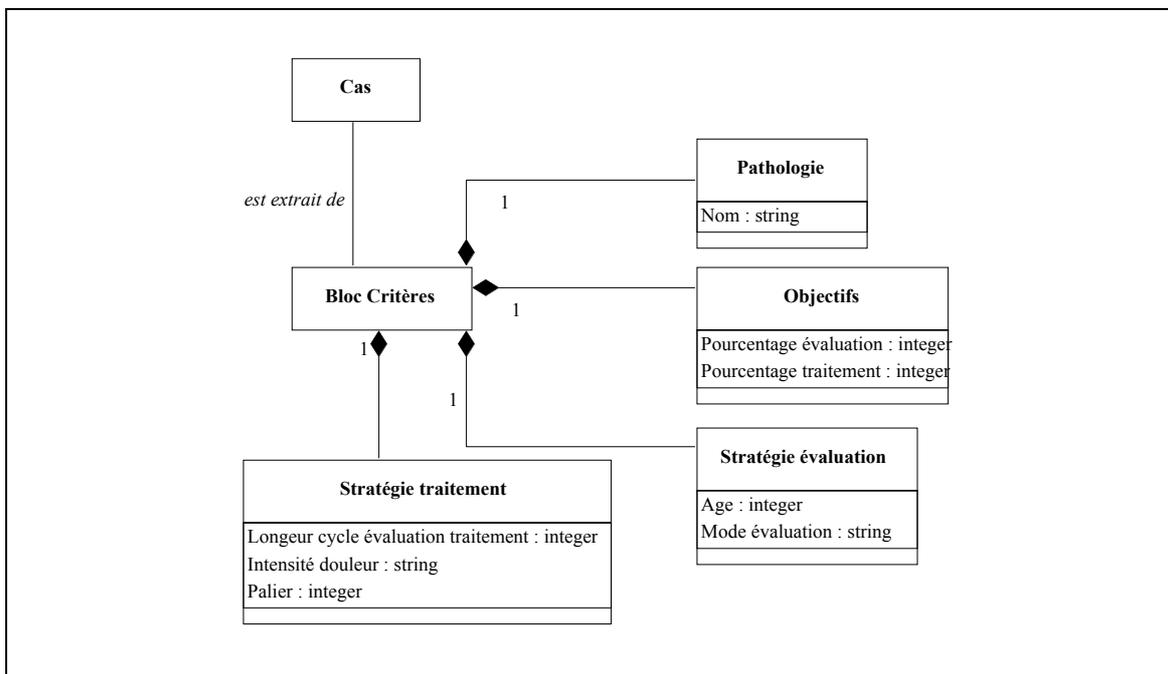


Figure 5.3: Diagramme de classes UML - Niveau des critères du modèle spécifique

Ainsi, pour chacun des cas décrits, l'algorithme d'appariement se charge de l'extraction des critères, directement au sein des cas, puis à l'aide d'interactions avec l'auteur qui visent à

valider ces informations. Cet algorithme instancie ensuite un bloc de critères relatif au cas décrit pour y stocker les valeurs des différents critères qu’il vient d’extraire.

La figure 5.4 ci-dessous représente un diagramme d’objets UML de l’instanciation des critères appartenant au cas clinique numéro 4 du corpus. L’ensemble des diagrammes d’objets UML représentant les critères de tous les cas du corpus sont, par ailleurs, présentés en Annexe 3 de ce mémoire. Dans ce diagramme, on peut voir que la pathologie traitée dans le cas est l’otite moyenne aiguë, qu’il s’agit d’un cas 50% d’évaluation et 50% de traitement. D’autre part, la stratégie d’évaluation de la douleur concerne un enfant de plus de 6 ans et que la douleur a été auto-évaluée. Enfin, le diagramme précise que la stratégie de traitement se base sur une douleur intense, que la longueur du cycle évaluation-traitement est de 2 et que les premiers antalgiques prescrits sont de palier 2.

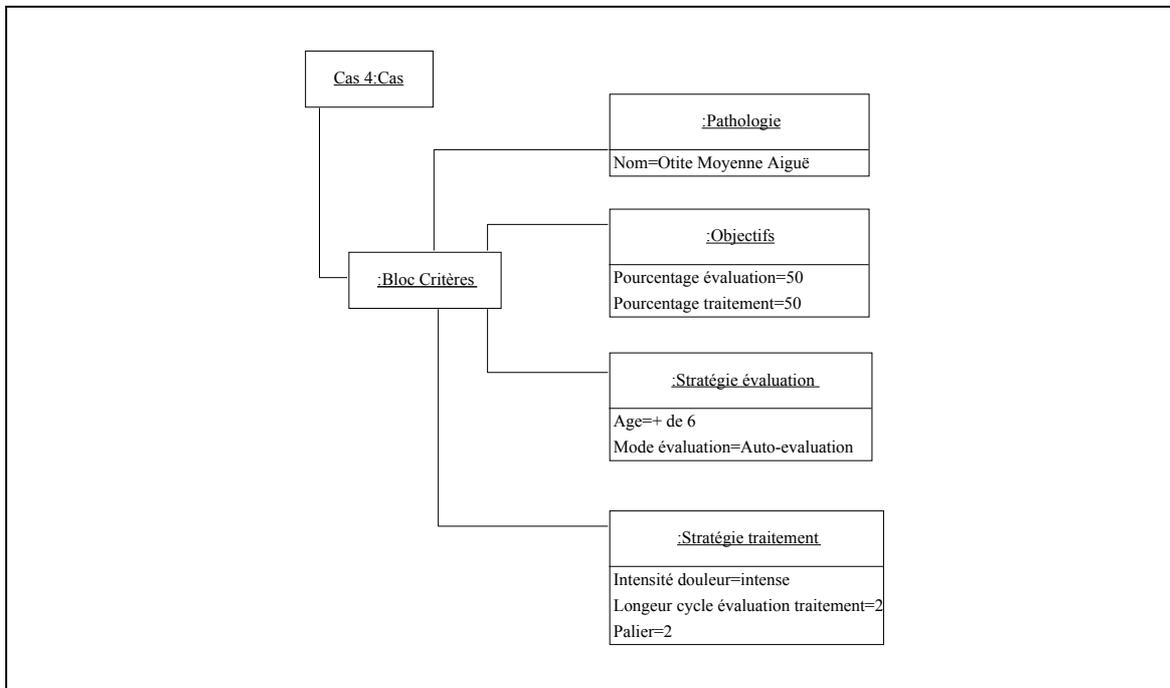


Figure 5.4: Diagramme d’objets UML - Niveau des critères du cas clinique numéro 4

Cette modélisation des critères d’appariement est figée et dépendante du domaine. Une de nos perspectives de travail est d’arriver à une modélisation générique de la notion de critères. Ainsi, à l’aide d’un tel modèle, un concepteur de formation, qui souhaiterait créer un module d’appariement relatif à une base de cas, pourrait lui-même définir et paramétrer les critères qu’il souhaite voir extraits et comparés dans les cas.

Une fois l'étape d'extraction des critères réalisée pour un nouveau cas, le module appariement procède à l'exécution de l'appariement proprement dit.

### 3 L'algorithme d'appariement

Comme cela a été précisé dans la partie 1.5 de ce chapitre, nous avons choisi de fonder notre appariement sur le calcul de distances. Ainsi, l'algorithme d'appariement est basé, en premier lieu, sur le calcul de distances dites «locales». Celles-ci quantifient, pour un couple  $(x,y)$  de cas, l'écart entre chacun de leurs trois critères. Ces distances locales entre les pathologies, entre les objectifs et entre les stratégies des cas  $x$  et  $y$ , sont respectivement notées  $d_{patho}(x,y)$ ,  $d_{obj}(x,y)$  et  $d_{strat}(x,y)$ .

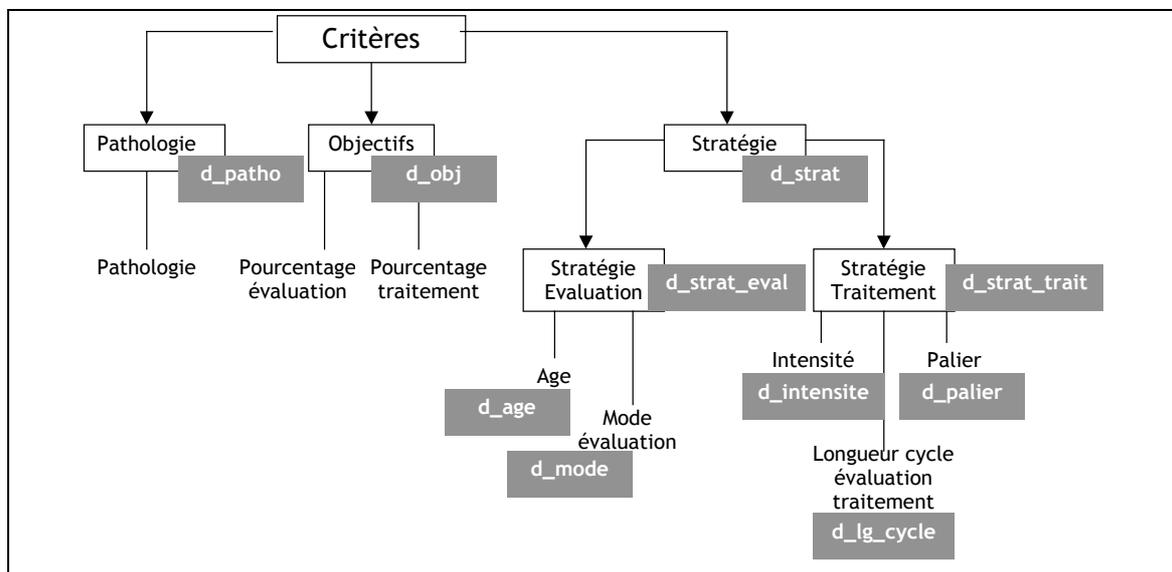


Figure 5.5 : Distances locales et critères

Lorsque le critère comporte des «sous-critères», comme le critère «stratégie», ces distances locales mettent en œuvre d'autres distances, appelées arbitrairement «sous-distances». Ainsi, la figure 5.5 présente les différentes distances mises en œuvre lors de l'appariement des cas. Chaque distance est relative à un critère, ou à un «sous-critère», proposé dans le modèle spécifique. On remarque alors que la distance  $d_{strat}$  est basée sur les résultats des distances :  $d_{strat\_eval}$  et  $d_{strat\_trait}$  qui visent à calculer les distances entre les stratégies respectivement d'évaluation et de traitement. Chacune de ces deux «sous-distances» utilise à son tour des distances relatives aux caractéristiques extraites du cas. Ainsi, pour les cas  $x$  et  $y$ , les âges des enfants sont comparés par  $d_{age}(x,y)$ , les modes d'évaluation de la douleur par  $d_{mode}(x,y)$ , les intensités de la douleur par  $d_{instensite}(x,y)$ , les paliers d'antalgiques par  $d_{palier}(x,y)$  et les longueurs de cycles évaluation-traitement par  $d_{lg\_cycle}(x,y)$ .

Le résultat du calcul de ces distances locales donne une valeur comprise entre 0, lorsque les critères sont identiques, et 1 lorsqu'ils sont en tout point différents. Ces distances locales sont ensuite utilisées au sein d'un calcul de distances globales qui vise à définir l'écart entre deux cas, en terme de «pertinence d'appariement». Plus la valeur de ces distances globales est proche de 0, plus la proximité est élevée, et plus le couple de cas comparés est pertinent pour l'appariement. Les résultats des calculs de distances locales et globales appliqués à l'ensemble des couples de cas de notre corpus sont présentés dans l'annexe 4.

Dans cette section, nous présentons tout d'abord les distances locales  $d_{patho}$ ,  $d_{obj}$  et  $d_{strat}$ , puis les distances globales. Nous proposons ensuite l'algorithme d'appariement. Enfin, nous concluons en décrivant le niveau des appariements du modèle spécifique, élaboré à la suite de la conception de cet algorithme d'appariement.

### 3.1 Les distances locales $d_{patho}$ et $d_{obj}$

La première distance locale,  $d_{patho}(x,y)$ , vise à évaluer la proximité de deux pathologies appartenant respectivement à deux cas  $x$  et  $y$ . Le résultat de  $d_{patho}$  doit être proche de 1 si les pathologies sont différentes, et proche de 0 si les pathologies sont semblables. A l'heure actuelle, nous avons fait le choix de considérer comme similaires uniquement les pathologies qui sont identiques (égalité stricte). La formule suivante définit alors  $d_{patho}$ :

$$d_{patho}(x,y) = (1 - (x.patho() == y.patho() ))$$

Ainsi, lorsque les deux cas sont complètement semblables, l'égalité  $x.patho() == y.patho()$  renvoie la valeur 1, ce qui implique que  $d_{patho}(x,y)$  renvoie 0. Cela représente bien le fait que les deux pathologies sont identiques. A l'inverse, lorsqu'il existe une différence entre les deux pathologies, l'égalité  $x.patho() == y.patho()$  renvoie 0 et  $d_{patho}(x,y)$  renvoie une valeur égale à 1, symbolisant le fait que les pathologies sont différentes.

L'annexe 4 présente les résultats du calcul de  $d_{patho}$  appliqué aux couples de cas de notre corpus. Parmi ces résultats, seuls les couples de cas (cas 2, cas 4) et (cas 6, cas 11) engendrent une distance  $d_{patho}$  égale à 0. Ceci se vérifie en particulier dans le contenu des cas eux-même, puisque les cas 2 et 4 traitent tous deux d'otite moyenne aiguë, et les cas 6 et 11 s'intéressent tous deux à la prise en charge de la douleur lors d'une fracture.

La seconde distance locale se nomme  $d_{obj}(x,y)$  et permet d'évaluer la proximité des objectifs de deux cas  $x$  et  $y$ . Pour calculer la proximité de ces objectifs, nous avons choisi d'évaluer la différence qui existe entre leurs pourcentages respectifs d'évaluation et de traitement. Or, comme la somme de ces deux valeurs, pour un même cas, est égale à 100, la différence entre  $x.pourcent\_eval()$  et  $y.poucent\_eval()$  est la même que celle qui existe entre

$x.pourcent\_trait()$  et  $y.pourcent\_trait()$ . Ainsi, la formule qui permet d'évaluer la proximité des objectifs de deux cas est la suivante

$$d\_obj(x,y) = \frac{|x.pourcent\_eval() - y.pourcent\_eval()|}{100}$$

Cette formule permet donc de calculer, l'écart absolu existant entre les pourcentages d'évaluation de la douleur dans les deux cas, puis de diviser cet écart par 100 afin d'obtenir une valeur de la distance locale comprise entre 0 et 1. Ainsi, si par exemple il existe une différence de 10% entre le pourcentage d'évaluation du cas x et celui du cas y, la valeur en retour de  $d\_obj(x,y)$  est égale à 0,1. Les cas ont des objectifs pas tout à fait semblables, mais relativement proches.

Dans l'annexe 4, on peut également s'intéresser aux résultats du calcul de  $d\_obj$  pour les couples de cas de notre corpus. Plusieurs couples de cas (8 au total) ont alors une distance  $d\_obj$  égale à 0. Parmi ces couples, on retrouve à nouveau le couple (cas2, cas4), ce qui se vérifie bien dans les faits puisque les deux cas ont des objectifs 100% évaluation et 0% traitement. Cinq couples ont également une distance  $d\_obj$  d'une valeur de 0,1.

La troisième distance locale, qui permet d'apparier les cas, vise à évaluer la proximité des stratégies mises en place dans les cas. Elle est présentée dans le paragraphe suivant.

### 3.2 La distance locale $d\_strat$

Deux stratégies constituent le critère «Stratégie» dans le domaine de la prise en charge de la douleur chez l'enfant. La première représente la stratégie d'évaluation de la douleur, la seconde identifie la stratégie de traitement. Ainsi, la distance locale  $d\_strat(x,y)$  se définit principalement à partir du résultat de deux «sous-distances» appelées  $d\_strat\_eval(x,y)$  et  $d\_strat\_trait(x,y)$ . Nous avons alors fait le choix de calculer  $d\_strat(x,y)$  à partir de  $d\_strat\_eval(x,y)$  et de  $d\_strat\_trait(x,y)$ , proportionnellement aux pourcentages moyens d'évaluation et de traitement de la douleur des cas x et y.

$$d\_strat(x,y) = \frac{x.pourcent\_eval() + y.pourcent\_eval()}{200} \square d\_strat\_eval(x,y) + \frac{x.pourcent\_trait() + y.pourcent\_trait()}{200} \square d\_strat\_trait(x,y)$$

Ainsi, lorsque l'on applique cette formule à deux cas qui ont des pourcentages d'évaluation égaux à 0, seule la stratégie de traitement sera prise en compte dans le calcul de  $d\_strat(x,y)$ . Il en est de même si les deux cas proposent des pourcentages de traitement égaux à 0. Enfin, si les deux cas proposent des pourcentages d'évaluation différents de 0,  $d\_strat\_eval(x,y)$  comptera proportionnellement par rapport à  $d\_strat\_trait(x,y)$ . En effet, étant donné que  $x.pourcent\_eval() + y.pourcent\_trait()$  vaut 100, on peut noter que

$$\begin{aligned}
 & \frac{x.\text{pourcent\_eval}() + y.\text{pourcent\_eval}()}{200} + \frac{x.\text{pourcent\_trait}() + y.\text{pourcent\_trait}()}{200} \\
 &= \frac{1}{200} (x.\text{pourcent\_eval}() + y.\text{pourcent\_eval}() + x.\text{pourcent\_trait}() + y.\text{pourcent\_trait}()) \\
 &= \frac{1}{200} (x.\text{pourcent\_eval}() + x.\text{pourcent\_trait}() + y.\text{pourcent\_eval}() + y.\text{pourcent\_trait}()) \\
 &= \frac{1}{200} (100 + 100) = 1
 \end{aligned}$$

On obtient alors bien une prise en compte des stratégies d'évaluation et de traitement proportionnellement aux pourcentages d'évaluation et de traitement des cas comparés.

Reste à définir comment calculer les «sous-distances»  $d_{\text{strat\_eval}}(x,y)$  et  $d_{\text{strat\_trait}}(x,y)$ . Pour cela, nous nous basons sur les éléments d'un cas qui caractérisent la stratégie d'évaluation et de traitement de la douleur. La stratégie d'évaluation de la douleur prend en compte l'âge du patient et le mode d'évaluation employé par le praticien. La formule de calcul de  $d_{\text{strat\_eval}}(x,y)$  se base alors sur la différence entre les âges des patients respectifs des cas  $x$  et  $y$ , ainsi que sur la différence entre les modes d'évaluation employés. Cette formule est alors la suivante :

$$d_{\text{stat\_eval}}(x,y) = | d_{\text{age}}(x,y) - d_{\text{mode}}(x,y) |$$

où  $d_{\text{age}}(x,y)$  vaut 1 si les deux cas  $x$  et  $y$  appartiennent à la même tranche d'âge en terme d'évaluation et vaut 0 si  $x$  et  $y$  n'appartiennent pas à la même tranche d'âge et où  $d_{\text{mode}}(x,y)$  vaut 1 si les deux modes d'évaluation sont différents et vaut 0 s'il s'agit du même mode d'évaluation de la douleur employé dans les deux cas.

En effet, si les âges des enfants sont différents ( $d_{\text{age}}(x,y)=1$ ) et que les modes d'évaluation sont également différents ( $d_{\text{mode}}(x,y)=1$ ), on considère que la stratégie d'évaluation de la douleur est la même. En effet, elle vise à adapter le mode d'évaluation à l'âge de l'enfant (on aura donc une valeur absolue  $d_{\text{age}}(x,y)-d_{\text{mode}}(x,y)$  égale à 0). En revanche, si les modes d'évaluation sont les mêmes ( $d_{\text{mode}}(x,y)=0$ ), alors que les âges sont différents ( $d_{\text{age}}(x,y)=1$ ), la stratégie d'évaluation de la douleur est forcément différente puisqu'elle n'adapte pas le mode d'évaluation à l'âge de l'enfant (on aura donc une valeur absolue  $d_{\text{age}}(x,y)-d_{\text{mode}}(x,y)$  égale à 1).

De même, si les âges des enfants sont les mêmes ( $d_{\text{age}}(x,y)=0$ ), la distance entre les stratégies d'évaluation des deux cas est en fait la distance entre les modes d'évaluation détectés dans ces deux cas, ce qui est le cas dans notre formule, lorsque  $d_{\text{age}}(x,y) = 0$ . En effet, lorsque les modes d'évaluation sont les mêmes ( $d_{\text{mode}}(x,y)=0$ ) pour des enfants de la même tranche d'âge ( $d_{\text{age}}(x,y)=0$ ), on a bien, dans les deux cas, une adaptation du mode d'évaluation à l'âge de l'enfant. On considère alors que les stratégies d'évaluation sont semblables, ce qui se vérifie dans le calcul par  $d_{\text{strat\_eval}}(x,y)=0-0=0$ . En revanche, si les modes d'évaluation sont différents ( $d_{\text{mode}}(x,y)=1$ ), avec des âges identiques ( $d_{\text{age}}(x,y)=0$ ),

l'adaptation du mode d'évaluation à l'âge de l'enfant n'est pas respectée et on considère alors que les stratégies d'évaluation sont différentes, ce qui se vérifie par  $d_{strat\_eval}(x,y)=|0-1|=1$ .

L'annexe 4, présente les résultats des calculs  $d_{age}$ ,  $d_{mode}$  et  $d_{strat\_eval}$  pour tous les couples de cas de notre corpus. Une proportion quasiment équivalente de couples a une distance  $d_{strat\_eval}$  égale à 0 ou égale à 1. Le couple (cas2, cas4) possède une stratégie d'évaluation semblable car  $d_{strat\_eval}$  est égale à 0.

La formule de calcul de  $d_{strat\_trait}(x,y)$  se base sur les différences entre les intensités de la douleur identifiées dans les deux cas, et les paliers d'antalgique employés, ainsi que sur la différence entre les cycles d'évaluation traitement décelés dans chacun des cas. Cette formule est la suivante▣

$$D_{strat\_trait} = \sup (d_{lg\_cycle}(x,y) ; |d_{palier}(x,y) - d_{intensite}(x,y)| )$$

en convenant que  $d_{palier}(x,y) = 0$  lorsque  $x.palier = NR$  ou  $y.palier = NR$

Où  $d_{lg\_cycle}(x,y) = 1$  si les longueurs des cycles d'évaluation-traitement des cas  $x$  et  $y$  sont différentes, et  $=0$  sinon

Où  $d_{intensite}(x,y) = 1$  si les intensités de la douleur des cas  $x$  et  $y$  sont différentes, et  $=0$  sinon

Où  $d_{palier}(x,y) = 1$  si les paliers de prescription des antalgiques des cas  $x$  et  $y$  sont différentes, et  $=0$  sinon

Cette formule signifie que lorsque les longueurs de cycle d'évaluation et de traitement sont différentes ( $d_{lg\_cycle}(x,y)=1$ ), alors, dans tous les cas, on considère que les stratégies de traitement sont différentes ( $d_{strat\_trait}(x,y) = 1$ ), même si les intensités de la douleur et les paliers d'antalgique prescrit sont les mêmes. En effet, on sait que  $d_{lg\_cycle}(x,y)$  est égal à 0 ou 1. Or,  $d_{strat\_trait}(x,y)$  étant égal au «sup▣» de  $d_{lg\_cycle}(x,y)$ , avec une autre valeur comprise entre 0 et 1, on déduit que lorsque  $d_{lg\_cycle}(x,y)$  vaut 1, alors  $d_{strat\_trait}(x,y)$  est obligatoirement égale à 1.

En revanche, lorsque les longueurs des cycles sont les mêmes, la comparaison des stratégies de traitement se situe plutôt au niveau de la correspondance et de l'adaptation entre l'intensité de la douleur et le palier d'antalgique prescrit. On aura alors  $d_{lg\_cycle}(x,y)=0$  et la distance  $d_{strat\_trait}$  sera alors égale à  $|d_{palier}(x,y) - d_{intensite}(x,y)|$ .

Ainsi, si les intensités de la douleur sont les mêmes ( $d_{intensite}(x,y)=0$ ), les stratégies de traitement seront équivalentes à  $d_{palier}(x,y)$ . Les stratégies de traitement sont alors similaires lorsque les paliers sont identiques (si  $d_{palier}(x,y)=0$  alors  $d_{strat\_trait}(x,y)=0$ ) et différente lorsque les paliers sont différents (si  $d_{palier}(x,y)=1$  alors  $d_{strat\_trait}(x,y)=1$ ). Cependant, si les intensités sont différentes ( $d_{intensite}(x,y)=1$ ), les stratégies de traitement

sont différentes lorsque les paliers sont semblables et semblables lorsque les paliers sont différents. En effet, le fait que les paliers soient différents pour des intensités différentes est une approche normale de la pratique. Les deux cas ont donc une approche normale de la stratégie de traitement de la douleur.

Enfin, si l'un des deux cas possède un palier non renseigné ( $x.palier() = NR$  ou  $y.palier() = NR$ ), alors la distance entre les stratégies de traitement des deux cas  $x$  et  $y$  est identique à la distance entre leurs intensités, ce qui est vrai dans notre formule en convenant que si un des deux paliers est non renseigné (NR), alors  $d_{palier}(x,y)=0$ .

L'annexe 4 présente également les calculs de  $d_{strat\_trait}$  pour les couples de cas de notre corpus. Ainsi, l'obtention des  $d_{strat\_eval}$  et des  $d_{strat\_trait}$ , nous a permis de calculer les  $d_{strat}$  des couples de cas du corpus. De nombreux couples ont une distance  $d_{strat}$  proche de 0 (18 au total inférieures à 0,3). Vingt couples ont une distance  $d_{strat}$  égale à 1. Pour le couple (cas2, cas4), on obtient une valeur  $d_{strat}$  égale à 0,5. Ce résultat nous paraît normal car les deux cas ont des pourcentages d'évaluation et de traitement égaux à 50. Les distances  $d_{strat\_eval}$  et  $d_{strat\_trait}$  ont le même poids dans le calcul final de  $d_{strat}$ .

Ces distances locales sont ensuite utilisées au sein de calculs de distances globales qui aboutissent à l'appariement des cas. Elles font l'objet du paragraphe suivant.

### 3.3 Les distances globales

Pour élaborer les distances globales d'appariement, nous nous sommes penchés en premier lieu sur les types de couples de cas que nous souhaitons voir appariés et ce, en fonction des critères d'appariement définis. Les distances globales doivent favoriser l'appariement de cas présentant des similitudes entre leurs critères, mais surtout des différences notoires. En effet, l'objectif de ces distances est de favoriser l'apparition d'un conflit socio-cognitif entre les participants. La situation optimale d'appariement concerne deux cas présentant les mêmes pathologies et les mêmes objectifs mais illustrant des stratégies différentes. Cette situation propose, comme nous le souhaitons, des cas traitant du même sujet, mais ayant des procédures de résolution de problèmes différentes. La première distance globale que nous avons définie cherche à mettre en évidence cette situation.

Néanmoins, lorsque nous avons poussé plus loin la réflexion sur les situations dans lesquelles nous souhaitons, avec notre expert, voir des médecins discuter et argumenter, nous avons choisi de tenir compte d'autres configurations. Aussi lorsque la première distance n'aboutit pas à un appariement suffisamment pertinent, nous faisons le choix d'une seconde distance qui permet de considérer deux cas illustrant la même stratégie, les mêmes objectifs mais à propos de pathologies différentes. Enfin, faute de résultats lors du calcul des deux premières

distances, nous avons également voulu que l'appariement tienne compte d'une dernière configuration. Il s'agit alors de faire discuter des médecins ayant décrit des cas aux objectifs semblables, mais concernant des pathologies et des stratégies différentes. L'objectif de ces deux «propositions secondaires» est principalement d'éviter qu'un cas décrit ne se voit attribuer aucun appariement.

L'algorithme d'appariement applique donc successivement les trois distances globales  $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$ . Ces distances utilisent les distances locales de comparaison des critères et sont calculées par les formules suivantes :

$$D_1(x, y) = \frac{d_{\text{patho}}(x, y) + d_{\text{obj}}(x, y) + (1 - d_{\text{strat}}(x, y))}{3}$$

$$D_2(x, y) = \frac{(1 - d_{\text{patho}}(x, y)) + d_{\text{obj}}(x, y) + d_{\text{strat}}(x, y)}{3}$$

$$D_3(x, y) = \frac{(1 - d_{\text{patho}}(x, y)) + d_{\text{obj}}(x, y) + (1 - d_{\text{strat}}(x, y))}{3}$$

$D_1(x, y)$  renvoie une valeur proche de 0 lorsque les cas  $x$  et  $y$  présentent des pathologies et des objectifs semblables, mais des stratégies éloignées.  $D_2(x, y)$  renvoie une valeur proche de 0 lorsque les cas  $x$  et  $y$  présentent des objectifs, des stratégies semblables mais sur des pathologies différentes.  $D_3(x, y)$  renvoie une valeur proche de 0 lorsque  $x$  et  $y$  présentent les mêmes objectifs concernant des pathologies et des stratégies différentes. Ainsi, l'algorithme prend en compte chaque nouveau cas décrit et extrait de la base les cas, les plus pertinents. L'ensemble des cas traitant du même objectif est alors récupéré. Le module appariement sélectionne ensuite les cas présentant des pathologies proches, mais des stratégies éloignées (grâce à la distance  $D_1$ ), puis ceux présentant des pathologies éloignées, mais des stratégies semblables (grâce à la distance  $D_2$ ) et enfin ceux dont les pathologies et les stratégies sont éloignées (grâce à la distance  $D_3$ ). Cette recherche des cas pertinents donne alors lieu à trois types de couples appariés. À l'issue de cette opération, et pour chaque appariement mis en évidence, le système peut procéder à la mise en relation des auteurs des cas concernés par l'envoi de messages.

Ces distances globales, bien que mettant en œuvre des distances locales dépendantes du domaine, ont l'avantage de se référer à une méthodologie «générique». En effet, le principe général de construction de ces distances  $D_k$  est complètement indépendant du domaine. Il s'agit simplement, à partir d'une collection finie de distances locales, aux résultats compris entre 0 et 1, de faire apparaître celles dont on souhaite privilégier la différence et celles dont on souhaite privilégier la proximité. Pour cela, une distance locale  $d_{\text{loc}}$  relative à un critère dont on souhaite privilégier la similitude, est additionnée aux autres telle quelle. En revanche, on additionnera l'opposé  $(1 - d_{\text{loc}})$  dans le cas d'une distance locale relative à un

critère, dont on souhaite maximiser la différence. Ceci permet alors de s'assurer que lorsque  $d_{loc}$  vaut 1, c'est à dire que les deux critères comparés sont en tous points différents, alors la distance globale  $D_k$  tendra vers 0. L'addition de ces distances (ou de leur opposé) est ensuite divisée par le nombre total de distances locales, de façon à obtenir un résultat  $D_k$  normalisé. Plusieurs distances  $D_k$  peuvent alors être créées, privilégiant chacune les différences ou similitudes de critères variés.

L'algorithme d'appariement met en application ces calculs de distances globales pour en extraire le cas le plus pertinent. Il est présenté dans le paragraphe suivant.

### 3.4 L'algorithme proprement dit

Ce paragraphe décrit en premier lieu le principe de l'algorithme d'appariement proprement dit, et présente en second lieu l'expérimentation de cet algorithme sur notre corpus.

#### *Principe de l'algorithme*

L'appariement nécessite une valeur réelle appelée *seuil\_qualité* correspondant à la valeur maximale, comprise entre 0 et 1, que peut atteindre le résultat d'un calcul de distances  $D_k(x,y)$  pour que le cas  $y$  puisse être sélectionné. Ainsi, pour une distance  $D_k$  ( $k < 3$ ) donnée, s'il n'existe aucun résultat compris entre 0 et le *seuil\_qualité*, alors la distance  $D_{k+1}$  ( $k < 3$ ) est considérée<sup>6</sup>. Même si, dans une distance  $D_{k+1}$  il existe des résultats inférieurs à ceux constatés lors du calcul des distances  $D_k$ , nous considérons que la distance  $D_k$  reste plus intéressante pour la richesse des discussions. Par ailleurs, si nous souhaitions prendre en compte les trois distances pour chaque couple de cas, nous augmenterions considérablement le nombre de calculs pour chaque nouveau cas entré dans le système.

Une fois que l'algorithme a trouvé, pour une distance  $D_k$ , un ensemble non vide de résultats inférieurs au seuil-qualité, il renvoie, pour tout nouveau cas  $x$  introduit dans la base, le cas  $y$  tel que  $D_k(x,y)$  est la plus petite valeur de cet ensemble, ou l'ensemble des cas  $y$  tel que  $D_k(x,y)$  est la plus petite valeur.

L'algorithme proprement dit est le suivant :

---

SOIT  $i$  LE NOMBRE DE DISTANCES GLOBALES A METTRE EN ŒUVRE, RES UN ENSEMBLE DE RESULTATS  
 BDC LA BASE DE CAS  
 X UN NOUVEAU CAS, RESULT\_APP LE CAS RESULTAT DE L'APPARIEMENT ET DIST\_VALID UN ENTIER REPRESENTANT LE  
 NUMERO DE DISTANCE AYANT PERMIS D'ABOUTIR A L'APPARIEMENT DE X ET RESULT\_APP  
 RES =  $\emptyset$ , ENS\_Y =  $\emptyset$

---

<sup>6</sup> A l'heure actuelle, ce seuil\_qualité a été fixé à 0,3 d'après le recueil d'expertise. Il sera ajusté avec la seconde phase d'expérimentation.

```

RESULT_APP = NULL
DISTANCE_VALID = 0
i = 1
TANT QUE( i < 4)
    RES = {Y [ BDC / Di (X,Y) [ SEUIL_QUALITE }
    SI CARD(RES) == 0
        i = i + 1
    SINON    SI CARD(RES) > 1
        ALORS
            RESULT_APP=LES MEILLEUR CAS DE RES TEL QUE Di (X,Y) EST LA PLUS PETITE VALEUR
            DISTANCE_VALID = i
        FSI
    FSI
FTQ

```

---

Cet algorithme renvoie en résultats *result\_app* qui référence le(s) cas apparié(s) au cas X et *distance\_valid* qui donne le numéro de la distance globale ayant donné lieu à cet appariement. Ces informations sont ensuite enregistrées dans la couche domaine de façon à ce que l'interface de discussion puisse relayer cette information auprès des auteurs. Si par exemple la distance validée est  $D_1$ , pour un appariement effectif entre deux cas A et B, le message informatif envoyé aux auteurs est alors le suivant :

« [DIACOM a sélectionné le cas *A.nom()* comme pertinent par rapport à votre cas *B.nom()*. Il traite de *A.objectif()* et d'une pathologie proche de celle que vous abordez dans votre cas *B.nom()*, c'est à dire *A.patho()*. Néanmoins, l'auteur de ce cas *A.nom()* applique une stratégie de résolution de problème quelque peu différente de la votre. C'est pourquoi DIACOM vous conseille d'entrer en contact avec l'auteur de *A.nom()* afin de discuter de vos approches différentes de la même pathologie. Dès que de nouveaux cas plus pertinents auront été appariés au cas *B.nom()*, dont vous êtes l'auteur, DIACOM vous préviendra. ] »

Là encore, on remarque que l'algorithme d'appariement est en lui-même, indépendant du domaine. En effet, si on fournit à cet algorithme, une base de cas, des distances globales  $D_i$ , une valeur pour le *seuil\_qualité* et le contenu du message à envoyer aux auteurs appariés, cet algorithme peut s'exécuter et fournir le résultat de l'appariement. Il ne prend en considération aucune spécificité du domaine d'apprentissage.

### **Expérimentation sur le corpus**

Dans le cadre de l'expérimentation de l'appariement, nous sommes tout d'abord partis des distances locales calculées pour tous les couples de cas du corpus. Ces distances

locales nous ont permis de calculer à la main les distances globales de tous ces couples, dans le but de faire tourner et de valider notre algorithme d'appariement.

Nous avons alors procédé au calcul de  $D_1$ , puis si la valeur obtenue était supérieure au *seuil\_qualité*. Nous avons procédé au calcul de  $D_2$  et de même, si le résultat de  $D_2$  se voyait supérieur à 0,3, nous avons réalisé le calcul de  $D_3$ . À l'issue de cette série de calculs, seuls deux couples de cas ont obtenu une distance  $D_1$  inférieure à 0,3. Il s'agit des couples (cas2, cas4) et (cas6, cas11). Ce résultat était prévisible étant donné que ce sont les seuls couples de cas présentant des pathologies et objectifs semblables. Nous obtenons ensuite 17 couples de cas ayant obtenu un résultat inférieur à 0,3 pour la distance  $D_2$ . La distance  $D_3$  obtient des résultats inférieurs à 0,3 dans 24 couples de cas. Enfin, 12 couples de cas arrivent à la distance  $D_3$  avec un résultat supérieur à 0,3. Les résultats de ces calculs sont détaillés en annexe 4 de ce mémoire.

Pour tester cet algorithme d'appariement sur notre corpus, nous avons ensuite considéré que nos onze cas étaient intégrés à la base de données, en ordre décroissant, du cas numéro onze au cas numéro 1. Le cas onze n'est alors comparé à aucune autre au moment de leur intégration, le cas 11 n'est comparé à aucun autre cas, alors que le cas 1 est comparé aux dix autres cas déjà intégrés dans la base de cas. Les résultats de l'algorithme d'appariement, sont détaillés dans le tableau 5.1 ci-dessous.

La première ligne de ce tableau présente les résultats de l'appariement lors de l'intégration d'un premier cas, le cas 11 et la dernière ligne présente les résultats pour l'intégration du dernier cas, le cas1. Les cas intégrés dans la base sont recensés dans la première colonne. La seconde colonne précise quels sont les résultats de calcul de  $D_1$  inférieurs à 0,3, pour chaque intégration de cas. Les résultats du calcul de  $D_2$ , pour l'intégration de chaque cas sont présentés dans la troisième colonne, et ceux du calcul de  $D_3$  dans la quatrième colonne. Si aucun résultat, pour une distance donnée, n'est inférieur à 0,3, le tableau indique «aucun». Par ailleurs, si une distance n'est pas calculée car la distance précédente comporte des résultats inférieurs à 0,3, alors le tableau indique «Non calculé». Enfin la cinquième colonne comporte les noms des cas appariés, le numéro de la distance qui les a appariés et le résultat du calcul d'appariement.

Plusieurs constatations découlent des résultats présentés dans ce tableau. Tout d'abord, chaque cas a été apparié au moins une fois. Les premiers cas entrés dans la base ont été appariés à plusieurs reprises, ce qui semble logique étant donné qu'ils ont été comparés beaucoup plus souvent que les cas intégrés en dernier. Peu de cas ont été appariés grâce à la distance  $D_1$ , hormis les couples (cas2,cas4) et (cas6, cas11).

Cas intégré	Les $D_1 < 0,3$	Les $D_2 < 0,3$	Les $D_3 < 0,3$	L'appariement
Cas11	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun
Cas10	Aucun	Aucun	$D_3(10,11)= 0,25$	Cas11 avec $D_3=0,25$
Cas9	Aucun	$D_2(9,10)=0$	Non calculé	Cas10 avec $D_2=0$
Cas8	Aucun	$D_2(8,9)=0$ $D_2(8,10)=0$	Non calculé	Cas9 et Cas10 avec $D_2=0$
Cas7	Aucun	Aucun	$D_3(7,11)=0$	Cas11 avec $D_3=0$
Cas6	$D_1(6,11)=0,23$	Non calculé	Non calculé	Cas11 avec $D_1=0,23$
Cas5	Aucun	$D_2(5,7)=0,23$	Non calculé	Cas7 avec $D_2=0,23$
Cas4	Aucun	$D_2(4,5)=0,23$ $D_2(4,7)=0,16$	Non calculé	Cas7 avec $D_2=0,16$
Cas3	Aucun	$D_2(3,4)=0,25$ $D_2(3,5)=0,05$	Non calculé	Cas5 avec $D_2=0,05$
Cas2	$D_1(2,4)=0,16$	Non calculé	Non calculé	Cas4 avec $D_1=0,16$
Cas1	Aucun	$D_2(1,2)=0,25$ $D_2(1,3)=0$ $D_2(1,4)=0,25$ $D_2(1,5)=0,05$	Non calculé	Cas3 avec $D_2=0$

Tableau 5. 1▣ Résultats de l'algorithme d'appariement sur le corpus expérimental

Néanmoins, peu d'appariements sont réalisés grâce à la distance  $D_3$ . Comme il s'agit de la distance qui nous intéresse le moins, en terme de pédagogie, ce résultat est plutôt intéressant à souligner, d'autant qu'il s'agit d'un corpus de petite taille. On peut donc supposer que lorsque la taille de la base augmentera de façon significative, le nombre d'appariements issus de la distance  $D_3$ , tendra vers 0, et qu'en revanche le nombre d'appariements issus de la distance  $D_1$  augmentera. En effet, si la taille de la base devient importante, la diversité des cas permettra de trouver plus facilement des cas correspondant aux critères de  $D_1$ .

Aux vues de ces résultats, on remarque qu'il peut exister plusieurs valeurs inférieures au *seuil\_qualité* pour une même distance  $D_k$ . Là encore ce nombre, semble augmenter lorsque le nombre de cas dans la base devient plus important. Par exemple, pour l'intégration du cas1, on obtient quatre valeurs inférieures à 0,3 lors du calcul de la distance  $D_2$ . Nous nous sommes alors demandés s'il ne fallait pas plutôt prendre en compte

tous les couples avec un  $D_k(x,y) < \text{seuil\_qualité}$ , au lieu de retenir uniquement le (ou les) cas qui aboutissent à la plus petite valeur de  $D_k(x,y)$ . Seulement, retenir tous ces couples reviendrait alors à proposer un trop grand nombre d'appariements à l'auteur d'un nouveau cas. Pour l'intégration du cas1, on aurait, par exemple, quatre appariements à proposer à l'auteur. De plus, dès que la base augmente, ce nombre de cas appariés à un nouveau cas, risque de croître également. Enfin, il faut souligner que chaque cas entré est apparié une fois au moment de son intégration, mais reste potentiellement «appariable» à chaque nouveau cas stocké ultérieurement. Il n'est donc pas pertinent de multiplier le nombre des appariements lors de la phase d'intégration, car il n'est pas souhaitable que le médecin auteur du cas, ait à démarrer plusieurs discussions en même temps sur le forum, à propos de thématiques d'appariements plus ou moins similaires.

Voyons maintenant comment sont modélisées les informations issues de cet algorithme d'appariement dans la couche modèle.

### 3.5 Le niveau appariement du modèle spécifique

La définition de l'appariement nous a permis de modéliser le dernier niveau du modèle spécifique, le niveau des appariements. Ainsi, le diagramme de classes UML représenté dans la figure 5.4 ci-dessous, présente ce modèle.

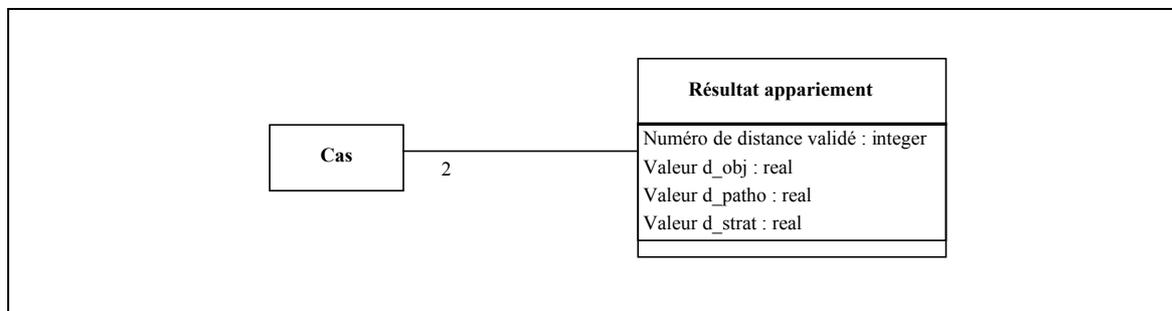


Figure 5.6: Diagramme de classes UML - Niveau des appariements du modèle spécifique

La sauvegarde des résultats des appariements est assez simple. Un résultat d'appariement est identifié par une classe, appelée «Résultat appariement». Cette classe comporte comme attribut le numéro de la distance ayant provoqué cet appariement (donné par `distance_valid`). En effet, cela permet par la suite à l'interface de discussion de pouvoir envoyer un message adapté aux auteurs des cas. Ensuite, le résultat de l'appariement représente le résultat des calculs des distances locales  $d_{patho}$ ,  $d_{obj}$  et  $d_{strat}$ , de façon à pouvoir également expliquer en quelle proportion les critères ont été rapprochés ou distingués.

Enfin, chaque résultat d'appariement conserve un lien avec les deux cas qui ont été rapprochés par cet appariement, correspondant aux cas X et result\_app dans l'algorithme d'appariement. La figure 5.5, ci-dessous, représente le diagramme d'objet de l'appariement mis en évidence entre les cas 2 et le cas 4.

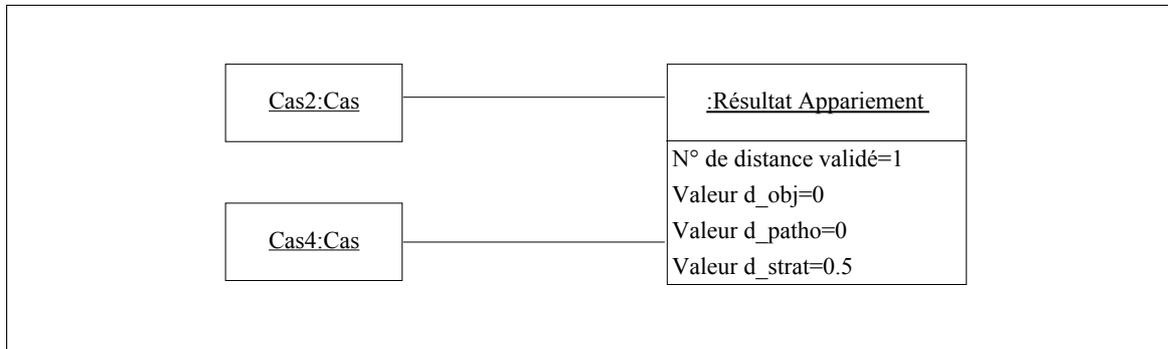


Figure 5.7▣ Diagramme d'objets UML de l'appariement du couple (cas2, cas4)

L'ensemble des diagrammes d'objets représentant les résultats d'appariement, issus du scénario proposé dans le paragraphe 3.4, est présenté en annexe 4.

## 4 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le module d'appariement du forum DIACOM. Celui-ci met en oeuvre deux étapes successives▣ l'extraction de critères et l'appariement.

L'extraction de critères a pour mission d'extraire de chaque nouveau cas, les critères nécessaires à son appariement. **Trois critères**, propres au domaine de la prise en charge de la douleur, ont alors été définis▣ la pathologie, les objectifs et la stratégie. La mise en place d'un appariement basé sur cet ensemble de critères nous permet d'élaborer des **distances locales de surface** relatives à chacun de ces critères. Ainsi, une fois l'extraction des critères effectuée, le module d'appariement procède à l'appariement proprement dit. Il s'agit de comparer les critères extraits d'un nouveau cas avec les critères appartenant à chacun des cas stockés antérieurement dans le système. Pour cela, nous avons proposé **trois distances locales, d\_patho, d\_obj et d\_strat**, permettant la comparaison des trois critères qui ont été définis. Les distances locales et les critères d'appariement sont alors dépendants du domaine de la prise en charge de la douleur.

L'algorithme d'appariement combine ensuite les résultats des trois distances locales, au sein de **trois distances globales**. Chacune de ces trois distances globales, permet de considérer la proximité de certains critères, en favorisant les résultats de distances locales proches de 0, tout en maximisant la différence entre certains autres, en favorisant les résultats des distances locales proches de 1. Il peut s'agir, par exemple, de privilégier les couples de cas

présentant des pathologies et objectifs similaires, mais mettant en œuvre de stratégies différentes.

Dans ce chapitre, nous avons mis en évidence **que ces distances globales, et l'algorithme d'appariement** qui exécute ces distances globales sur la base de cas pour en extraire les plus pertinents, étaient **indépendants du domaine**. En effet, l'algorithme d'appariement se réfère uniquement aux calculs de distances globales. De plus, ces dernières sont construites par une méthodologie «générique» de prise en compte des distances locales.

Ainsi, cette constatation nous permet d'envisager la conception d'un **module d'appariement indépendant de tout domaine d'application**. Pour cela, la problématique principale sera alors d'élaborer une **modélisation générique des critères et des distances locales** qui comparent ces critères. Ce modèle pourra alors être support, au même titre que notre modèle générique présenté dans le chapitre 3, d'une brique logicielle «appariement de cas», utilisable sur une plate-forme en parallèle de notre brique logicielle «modèle générique». Cette brique «appariement de cas» permettra à un concepteur de formation de paramétrer son module d'appariement, relativement à une base de cas, en définissant les critères qu'il souhaite extraire dans les cas, leurs modes d'extraction et les distances locales qui permettent de les comparer. Cette brique logicielle doit également lui permettre de préciser combien de distances globales il souhaite mettre en œuvre, et principalement quels critères ces dernières souhaitent rapprocher ou éloigner.

Notre module d'appariement actuel nécessite d'être validé sur un corpus plus large. En effet, la variété des cas traités n'est pas assez riche pour pouvoir prétendre une validation complète. Aussi, envisageons-nous de collecter un ensemble de cas plus hétérogène auprès d'autres experts, de façon à pouvoir évaluer, automatiquement, la procédure mise en place dans ce module d'appariement. Pour cela, un prototype du système a été développé. Cette version offre, d'une part, la possibilité aux médecins de décrire des cas (grâce à l'interface DIACOM-IA). D'autre part, elle fournit le résultat de l'algorithme d'appariement, après chaque ajout d'un nouveau cas dans la base. Le développement de cette version beta du forum DIACOM est présenté dans le chapitre suivant.

## **CHAPITRE 6 - LE DEVELOPPEMENT**

---

<b>1</b>	<b>Choix techniques.....</b>	<b>171</b>
1.1	Le langage de programmation .....	171
1.2	La persistance des données .....	173
<b>2</b>	<b>Modèle et description de cas .....</b>	<b>177</b>
2.1	Implantation du modèle .....	178
2.2	DIACOM-IA $\pi$ principe de fonctionnement .....	180
2.3	DIACOM-IA $\pi$ ergonomie de l'interface.....	181
<b>3</b>	<b>Appariement et discussions.....</b>	<b>188</b>
3.1	Implantation du module d'Appariement .....	188
3.2	Spécifications de DIACOM-ID .....	190
<b>4</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>194</b>



Ce sixième chapitre vise à présenter les développements informatiques effectués dans le cadre de nos travaux de recherche. Ces développements ont été mis en œuvre dans le but de réaliser un premier prototype du forum DIACOM dédié à la prise en charge de la douleur chez l'enfant.

Nous avons divisé nos travaux de développement en deux parties distinctes. En premier lieu, nous nous sommes intéressés à l'implantation du modèle des données, ainsi qu'à la conception de l'interface de description des cas. Puis, en second lieu, nous nous sommes plutôt penchés sur les aspects «collectifs» du forum DIACOM, à savoir l'implantation du module d'appariement et de l'interface de discussion. Cette seconde phase est en cours actuellement.

Ainsi, dans ce chapitre, nous présentons tout d'abord les choix techniques que nous avons effectués préalablement à tout développement. Ensuite, nous décrivons d'une part le travail d'implantation réalisé à propos du modèle générique, et d'autre part, celui en cours, relatif aux appariements et à la gestion des discussions entre pairs. Enfin, une quatrième section conclut ce chapitre.

## 1 Choix techniques

Dans cette section, nous décrivons les choix techniques que nous avons fait concernant les langages et outils de développement utilisés dans l'élaboration du forum DIACOM. Pour cela, nous présentons notre choix d'utiliser le langage orienté objet Java, puis nous expliquons la problématique de la persistance des données et les raisons qui nous ont poussés à choisir le Système de Gestion de Bases de Données Objet (SGBDO) Versant. Enfin, dans le troisième paragraphe, nous décrivons ce SGBDO Versant.

### 1.1 Le langage de programmation

Le choix du langage de programmation a nécessité la prise en compte de plusieurs caractéristiques du forum DIACOM. Tout d'abord, nous avons pu voir dans les chapitres 3 et 5 que le modèle du forum était un modèle objet. Il nous est donc apparu nécessaire d'utiliser un langage de programmation orienté objet pour le développement de notre prototype. De plus, le forum DIACOM est un outil disponible sur Internet, et utilisé par des praticiens travaillant sur des plates-formes diverses. Ce langage de programmation devait donc également être portable.

Ainsi, notre choix s'est orienté vers le langage de programmation Java, élaboré par Sun [Sun - [http](http://)]. Java a en effet pour caractéristique d'être un langage objet. Il définit les concepts de classe, d'attribut, de méthode, d'héritage dont nous avons besoin pour implanter notre

modèle. Par ailleurs, il dispose d'une collection de composants logiciels réutilisables pour concevoir des applications, appelée Application Programming Interface (API). Cette «API» est composée de bibliothèques de classes et d'interfaces, appelées des «packages», dans lesquels sont disponibles des structures de données prédéfinies et leurs méthodes permettant une gestion transparente de ces structures. Le package *java.util* définit en particulier, au travers de la classe *Vector*, la notion de «vecteur», un tableau dynamique pouvant contenir des objets issus de n'importe quelle classe. Lorsqu'un attribut d'une classe *C* est du type *Vector*, et lorsque ce vecteur comporte des objets issus d'une classe *C'*, cela permet d'implémenter les liens de composition et d'association existant entre la classe *C* et la classe *C'*. Ce type de structure de données prédéfinies a particulièrement retenu notre attention car il nous permet d'implémenter les relations aux cardinalités multiples, existant entre plusieurs classes de notre modèle, sans avoir à redéfinir de classes spécifiques répondant à nos besoins.

De nombreux autres packages sont également proposés dans l'API, en particulier le package *Swing*, qui propose des éléments logiciels pour la conception d'interfaces graphiques riches et interactives [Walrath, Campione, 1999]. Ainsi, dans le package *Swing*, on trouve notamment des classes pour la conception de listes déroulantes, d'arborescences, de boîtes de dialogue et. Nous verrons, dans les sections 2 et 3 de ce chapitre, que la présence d'un tel package constitue un autre avantage pour l'élaboration des interfaces DIACOM-IA et DIACOM-ID.

Au-delà de cet ensemble de composants logiciels réutilisables, Java s'avère être également un langage portable sur différentes plates-formes. Pour assurer cette portabilité, Java est à la fois compilé et interprété [Flanagan, 2001]. Les classes Java sont compilées et transformées en un langage intermédiaire appelé le «Java Bytecode». Ce bytecode est indépendant de toute plate-forme et interprété par un «interpréteur Java» de la plate-forme utilisateur, appelé la Java Virtual Machine (JVM). Ainsi, la compilation n'intervient qu'une seule fois, mais l'interprétation est opérée chaque fois que le programme est lancé.

Pour développer notre application en Java, nous avons en particulier choisi d'utiliser un environnement de développement intégré (en anglais «Integrated Development Environment» et plus couramment appelé IDE). Il s'agit de l'IDE «IBM VisualAge pour Java» [IBM vajava - <http>], version 2. Cet IDE a l'avantage d'intégrer dans un même environnement tous les packages offerts par l'API Java et de permettre la composition visuelle d'interfaces graphiques basées sur le package *Swing*. IBM VisualAge pour Java dispose également de nombreux assistants à la création de classes, de méthodes, et d'aide à la gestion des événements utilisateurs. Enfin, il offre une interopérabilité avec plusieurs Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD) du marché, ce qui constitue un atout essentiel, étant donné que nous avons à gérer la persistance de nombreuses données.

Dans le paragraphe suivant, nous abordons cette question de la persistance des données dans le forum DIACOM.

## 1.2 La persistance des données

Dans l'élaboration du prototype du forum DIACOM, nous avons besoin de rendre persistant les objets créés par les utilisateurs du système. Il est, en effet, nécessaire de sauvegarder les cas décrits par les médecins, les informations extraites de ces cas par le module appariement, ou encore les discussions qui ont lieu sur le forum. L'utilisation d'un Système de Gestion de Bases de Données (SGBD) permet d'assurer cette persistance, tout en prenant en charge les problèmes de concurrence d'accès, de reprise sur panne ou encore de recherche efficace d'informations. Les SGBD les plus répandus sont les SGBD Relationnels (SGBDR).

### *Les SGBD Relationnels*

Apparues dans les années 80, les bases de données relationnelles sont fondées sur le modèle relationnel [Codd, 1970]. Le modèle relationnel se base sur la notion de table, qui a l'avantage d'être compréhensible par tout le monde. En effet, la métaphore du carnet d'adresses est souvent utilisée pour expliquer la structure d'une table: il est aussi simple de lire une table de base de données relationnelles que de lire un carnet d'adresses.

Le fondement de l'interrogation des SGBDR est l'algèbre relationnelle. C'est un mode d'interrogation ensembliste et les opérations exécutées sur les tables donnent en résultat à nouveau des tables. Pour assurer ce mode d'interrogation, la plupart des SGBDR proposent un langage tel que SQL. Cette standardisation du modèle des données et du mode d'interrogation, constitue un important avantage à l'utilisation des SGBDR.

Enfin, le dernier avantage des SGBDR est que la plupart s'appuient sur les mêmes fondements théoriques. En effet, à partir de ce modèle de données simple de nombreux travaux ont été réalisés visant à rendre ces systèmes les plus performants possible. On a donc une grande convergence des modes d'indexation des données, des modes de gestion de la mémoire et de la gestion de la concurrence d'accès et des pannes. De plus, il existe des méthodes permettant d'optimiser les performances des bases de données.

Toutefois, les bases de données relationnelles répondent mal à certains besoins [Gardarin, 1999]. En effet, le plus souvent, elles ne gèrent que des types simples (entier, réel, chaînes de caractères, etc.). De plus, aujourd'hui les modélisations d'applications sont orientées objet (UML), tout comme les langages d'implémentation tels que C++ ou Java. Ainsi, implanter la persistance de données conceptuellement objet, par le biais d'un SGBD relationnel, implique de réaliser une étape de transformation du modèle objet

en un modèle relationnel, appelée le «mapping». Cette étape est coûteuse en temps et nécessite une double compétence de la part du (des) développeur(s) objet et relationnel. Le développement de l'application nécessite alors la manipulation de deux langages de programmation : un langage orienté objet, pour gérer l'application elle-même, et un langage tel que SQL pour interroger et mettre à jour la base. Le développeur doit donc, d'une part, opérer une transformation des données objet pour permettre leur sauvegarde dans la base par le biais de requêtes SQL. D'autre part, lors des phases d'extraction de données, il doit réaliser une transformation des données rapatriées par SQL en données compréhensibles et manipulables par le langage objet de l'application.

Pour pallier ces problèmes, des SGBD objet ont été élaborés.

### ***Les SGBD Objet***

Selon Bouzeghoub [Bouzeghoub et al., 1997], une base de données objet est «une organisation cohérente d'objets persistants et partagés par des utilisateurs concurrents». Ainsi, partant du concept objet, il s'agit d'ajouter des mécanismes de persistance de ces objets<sup>1</sup>.

Selon Atkinson [Atkinson et al., 1989], les règles qui définissent un SGBDO viennent à la fois du paradigme objet et du paradigme des bases de données. Parmi les règles issues du paradigme objet, on retrouve, notamment, la capacité des SGBDO à gérer la persistance d'objets complexes ; le fait que chaque objet de la base possède un identifiant géré par le système. On retrouve également la possibilité de définir des types abstraits de données grâce aux notions de classe, d'encapsulation et d'héritage. Parmi les règles issues du paradigme des bases de données, on retiendra notamment la gestion de la persistance, de la concurrence d'accès, de la reprise sur panne et de la fiabilité des objets et la facilité d'interrogation.

L'utilisation de bases de données objet présente certains avantages par rapport aux bases de données relationnelles [Gardarin, 1999]. Tout d'abord développer une application objet avec un SGBDO se fait à l'aide d'un unique langage de programmation : le langage de développement de l'application. Un objet de l'application peut alors être soit transiant\*, soit persistant. Aucune opération de mapping n'est nécessaire puisque le modèle objet des données persistantes de l'application devient précisément le modèle de la base. L'héritage et le typage abstrait sont automatiquement supportés et le

---

<sup>1</sup> Nous faisons ici la différence avec les bases de données relationnelles-objet qui partent plutôt des bases de données relationnelles et y insèrent des fonctionnalités issues du paradigme objet telles que l'héritage.

développeur n'a pas à gérer de numérotation des enregistrements de données car le SGBD assure cette numérotation grâce aux identifiants d'objet.

De plus, les SGBDO permettent une gestion plus simple des objets complexes : par exemple, les objets composites peuvent être extraits de la base en une seule opération. En relationnel, la modélisation d'un objet se baserait sur plusieurs tables. L'extraction d'un seul de ces objets nécessiterait l'écriture d'une requête comportant autant de jointures que de niveaux de composition dans l'objet.

Tous ces avantages ont influencé notre décision à utiliser un SGBDO pour assurer la persistance des objets dans le forum DIACOM. D'une part, le choix d'utilisation d'un SGBDO nous permet de suivre le paradigme du «*tout objet*» ce qui présente de nombreux avantages en termes de *cohérence du modèle* et *d'évolutivité* du projet. D'autre part, nous avons été séduits par la facilité de gestion des objets composites. En effet, dans le modèle du forum, on peut remarquer qu'un cas se compose de scènes, elles-mêmes composées d'entités, elles-mêmes composées d'attributs valués. Il nous paraît donc relativement efficace de pouvoir récupérer en une seule opération les cas dont une scène comporte une entité particulière, par exemple une entité de type «*fièvre*» ou «*douleur*».

Le marché des SGBDO est à l'heure actuelle assez limité. Il a pris naissance à la fin des années 80 et compte une quinzaine de sociétés de petite taille. Nous nous sommes orientés vers l'un des SGBDO les plus concurrentiels du moment et proposant un interfaçage avec le langage Java. Il bénéficie d'une bonne implantation sur le marché avec des clients comme France Telecom, BNP Paribas, British Telecom ou encore Thomson CSF. Ce SGBDO est Versant ODBMS (Object DataBase Management System) de la société Versant [Versant - [http](http://)].

### ***Le SGBDO Versant***

Fondé en 1988 par des architectes d'Informix et d'Oracle, Versant constitue l'un des seuls SGBDO conçus d'abord comme un serveur de bases de données. Une application Java persistante est une application Java qui gère des transactions avec une (ou plusieurs) bases de données objet, dont le stockage et les modes d'accès sont gérés par le moteur de Versant, appelé «*Versant ODBMS*», par l'intermédiaire de l'interface «*Java Versant Interface (JVI)*». Versant dispose d'une architecture Client Serveur. Le serveur Versant fournit les mécanismes de stockage et d'extraction des bases de données, à travers son composant principal, appelé le «*Versant Storage Manager*». Le serveur s'occupe également de l'indexation, de l'exécution des requêtes, des logins et des verrous. Le client Versant gère et manipule à la fois des données transientes et des données

persistantes. Son composant principal, appelé «Object Manager», gère les sessions d'application, maintient les informations de connexion avec la base et le cache d'objets pour réduire au maximum le trafic sur le réseau. La communication entre le client et le serveur de Versant se fait par le protocole TCP/IP.

L'interface JVI, peut être considérée comme une couche intermédiaire, ajoutée au client de Versant, pour permettre l'interprétation des objets en Java. En effet, comme le montre le figure 6.1 ci-dessous, l'Object Manager de Versant gère une couche en Langage C. JVI interprète cette couche pour la transformer en une collection d'objets en langage Java, interprétable par la JVM du client.

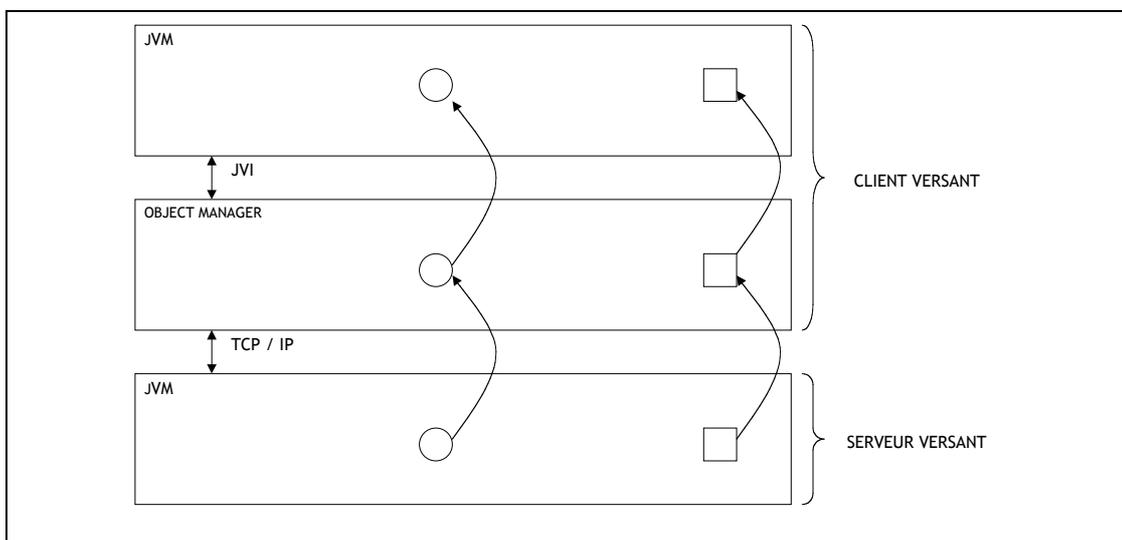


Figure 6.1 Architecture Versant - JVI

JVI propose deux packages Java utilisables par le développeur. Le premier package est appelé *com.versant.trans* permet de gérer un accès transparent aux objets persistants. Le second, appelé *com.versant.fund*, comporte les primitives de stockage des données. Ainsi, l'importation de ces deux packages dans le code de l'application java, permet à cette application de gérer directement en langage Java les transactions avec le (ou les) base(s) de données du serveur Versant.

Concernant l'accès aux objets dans une base, Versant propose deux moyens. Tout d'abord, il est possible d'accéder aux objets par navigation à partir d'un objet situé dans le cache client, l'activation d'un lien d'association issu de cet objet engendre automatiquement l'activation, et le rapatriement dans le cache de l'objet associé. Le second mode d'accès aux objets persistants, est la possibilité d'écrire des requêtes. Dans Versant, ces requêtes sont écrites en langage VQL (Versant Query Language). Il s'agit d'un langage proche de SQL, mais qui prend en compte la spécificité du modèle objet. Comme

le montre l'exemple de la figure 6.2 ci-dessous, en langage java, exécuter une requête consiste en l'instanciation d'un objet *VQLQuery*. La requête est ensuite exécutée (*myquery.execute()*) et l'ensemble des résultats obtenus est stocké dans un objet de type Enumération.

```
VQLQuery myquery = new VQLQuery
    (transaction, SELECT * from Cas WHERE
    LesScenes->LesEntites->Est_instance_de->Nom = « Fièvre »)
                                                    //Instanciation d'un objet
                                                    //VQLQuery avec en paramètre
                                                    //le texte de la requête;
Enumeration result = myquery.execute() ;
                                                    //Execution de la requête
                                                    //Recupération des résultats
```

Figure 6.2 Exemple de Requête VQL Java / Versant

On remarque notamment que les requêtes peuvent être basées sur plusieurs objets liés entre eux par des liens de composition ou d'association. Dans l'exemple ci-dessus, la requête concerne à la fois les classes «Cas», «Scene», «Entité» et «Type d'Entité». Ce type de requête est appelé une «path-query». A travers cet exemple, on mesure tout l'avantage d'un tel mode d'interrogation par rapport à une requête SQL effectuée sur un SGBDR.

L'utilisation de Versant comme SGBD pour notre application comporte pourtant le désavantage d'une installation et d'une mise en œuvre assez coûteuse en temps. A plus long terme, pour une mise en place officielle du prototype dans une formation à distance du domaine de la FMC, nous serons peut être amenés à repenser ce choix, d'une part pour tenir compte des contraintes matérielles et logicielles des organismes de FMC et d'autre part pour faciliter la maintenance et la mise en œuvre, qui nécessitent une certaine expertise des SGBDO.

Une fois les choix techniques établis, l'étape suivante dans le développement du prototype du forum DIACOM a consisté en l'implantation du modèle et de l'interface de description de cas (DIACOM-IA).

## 2 Modèle et description de cas

Dans cette section, nous présentons en premier lieu notre travail concernant l'implantation du modèle du forum DIACOM. Ensuite, nous exposons le principe de fonctionnement de l'interface de description de cas DIACOM-IA. Enfin, nous détaillons l'ergonomie de cette interface.

## 2.1 Implantation du modèle

L'implantation du modèle du forum DIACOM est une étape simple dans le développement de notre prototype du forum DIACOM. En effet, la transformation d'un modèle objet UML, présenté dans les chapitre 3 et 5, en langage de programmation objet est quasi immédiate. Chaque classe du modèle UML constitue alors une classe Java. Chaque attribut défini dans le modèle UML devient une variable membre de la classe Java qui lui correspond.

Ensuite, vient le problème de la représentation Java des liens d'association et de composition proposés dans le modèle UML. Il faut savoir qu'en langage Java, les objets sont manipulés uniquement par référence. Ceci se remarque assez facilement lorsque l'on affecte un objet A à un objet B : les valeurs que l'on peut lire dans B deviennent évidemment les valeurs de A. Pourtant cette affectation ne constitue en rien une recopie de A vers B. En effet, après cette affectation, si l'on modifie les valeurs de A, on s'aperçoit que les valeurs de B sont également modifiées. C'est donc bien que A n'a pas vraiment été copié, mais que B s'est vu affecter une référence sur l'objet A.

La conséquence de cette spécificité de Java est qu'il y a peu de différence entre l'implantation d'un lien de composition et celle d'un lien d'association. Prenons par exemple le lien d'association aux cardinalités 1-1, représenté dans la figure 6.3 ci-dessous.

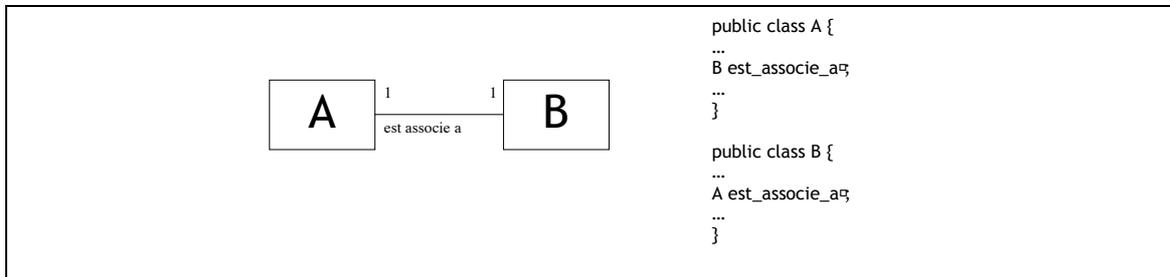


Figure 6.3 : Transformation en Java d'un lien d'association 1-1

Pour représenter le fait que A est associé à B, on utilise dans la classe A un attribut, appelé «est\_associe\_a», de type B. L'idée de l'association est alors bien respectée puisque, comme Java gère des références, l'attribut «est\_associe\_a» comporte bien une référence vers un objet de type B. De même, la classe B contiendra un attribut de type «A» pour représenter la réflexivité de ce lien d'association.

Maintenant, si l'on souhaite représenter un lien de composition entre la classe A et la classe B (configuration présentée dans la figure 6.4 ci-dessous), on n'a pas d'autre choix que d'utiliser le même procédé, c'est-à-dire un attribut de type «B» dans la classe A.

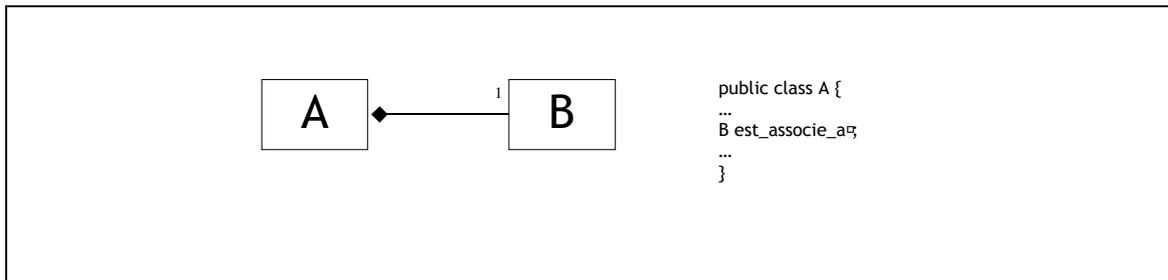


Figure 6.4 Transformation en Java d'un lien de composition 1-1

C'est donc au programmeur de faire en sorte de gérer la composition forte à l'aide de cette référence de la classe A vers la classe B. A noter que la seule différence entre lien d'association et lien de composition est que, dans le cas d'un lien de composition, la classe B ne comporte pas de référence vers la classe A. En effet, la relation de composition représente bien l'inclusion de l'objet B dans l'objet A, et l'accès à l'objet B se fait uniquement en passant par A.

Dans le cadre de liens d'association ou de composition aux cardinalités multiples, on a également une grande similitude entre association et composition. Pour représenter qu'un objet A est associé à plusieurs objets B (ou bien composé de plusieurs objets B), on utilise le type *Vector* proposé par Java, dans le package *java.util*. Ainsi, dans la classe A, on retrouve un attribut «est\_associe\_a» (ou bien «est\_compose\_de») de type *Vector*. Ce vecteur permet alors de stocker des références vers des objets de type B. Là encore, la différence entre association et composition est que la composition n'est pas réflexive.

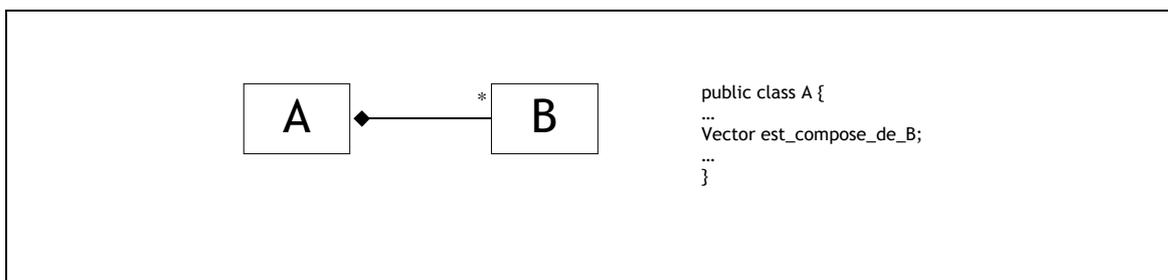


Figure 6.5 Transformation en Java d'un lien de composition 0-\*

Nous avons donc implémenté le modèle du forum DIACOM selon ce principe. L'exemple ci-dessous présente la classe *Scène* telle que nous l'avons implémentée.

On remarque notamment que la classe «*Scène*» comporte un vecteur pour représenter le lien de composition existant avec la classe «*Entite*», appelé «*LesEntites*» et un attribut pour représenter le lien de composition avec la classe «*Action*», appelé «*Action*». Le lien d'association entre «*Scène*» et «*TypeDeScène*» est, par ailleurs, représenté par l'attribut «*EstIssuDe*». Enfin, pour assurer l'encapsulation des données, des méthodes de lecture et de

modification des attributs ont été écrites, et ce, pour chaque attribut de la classe. L'ensemble des classes Java du modèle du forum DIACOM est présenté en annexe 5.

```
public class Scene
{
//    PARAMETRES
String Nom;
Action LAction;
Vector LesEntites;
TypeDeScene EstIssuDe;

//    CONSTRUCTEURS
Scene()
Scene(String anom, TypeDeScene atype)

//    METHODES
void addActions(Action anAction)
void addEntites(Entite anEntite)
void Affiche()
void effaceEntites()
void modifNom(String aNom)
void modifTScene(TypeDeScene aTypeSc)
Action RetourActions()
Vector RetourEntites()
String RetourNom()
TypeDeScene RetourTypeScene()
}
```

Figure 6.5▣ La classe Scene

Les classes du modèle ainsi implantées en langage Java constituent les données que le système doit rendre persistantes. Le modèle du forum est alors le modèle de la base de données objet, attachée au forum. L'étape suivante dans le développement du forum DIACOM, consiste en l'élaboration et l'implantation de l'interface auteur DIACOM-IA. Dans la section suivante, nous présentons tout d'abord son principe de fonctionnement.

## 2.2 DIACOM-IA▣ principe de fonctionnement

L'interface DIACOM-IA du forum DIACOM doit permettre à un médecin, de décrire, de façon souple, un cas clinique issu de son expérience. Pour le système, il en devient alors l'auteur. Cette interface peut être considérée comme une interface auteur puisqu'elle vise notamment à «permettre à des auteurs non programmeurs de décrire et visualiser leurs connaissances» [Murray, 1999]. Un auteur appréhende la description d'un nouveau cas dans le forum DIACOM selon une démarche spécifique. Cette démarche est schématisée dans la figure 6.6 ci-dessous. La description d'un cas commence par l'écriture d'informations générales sur le cas, en particulier son nom et des commentaires descriptifs.

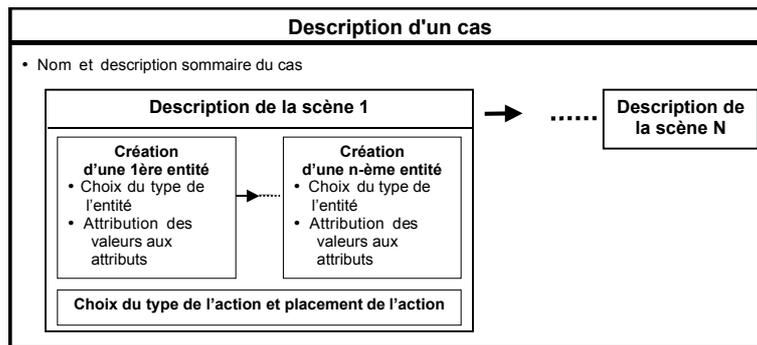


Figure 6.6 : Démarche de description d'un cas

Ensuite se déroule la création de la séquence de scènes, qui compose le cas. Le principe général de création d'une scène est alors le suivant :

1 - L'auteur décrit les entités servant à décrire la scène. Cette description se fait à partir des types d'entité proposés par le système, en spécifiant les valeurs de leurs attributs. Si aucun type ne correspond au besoin de l'auteur, DIACOM lui propose de créer un nouveau type d'entité. Cette étape permet notamment d'enrichir le niveau des types de concepts du modèle.

2 - Une fois que l'auteur a décrit la situation face à laquelle il se trouve, il spécifie la décision prise face à cette situation. L'auteur choisit donc, parmi les types d'actions proposés, celui qu'il souhaite placer dans la scène qu'il vient de décrire. L'action est alors paramétrée automatiquement par le système et son type détermine le type de la scène du cas.

Le processus est alors réitéré pour une nouvelle scène. Enfin, dans la dernière scène du cas, aucune action n'est placée. L'établissement de ce processus de description a constitué une phase essentielle dans la conception de DIACOM-IA et dans nos choix en matière d'ergonomie.

### 2.3 DIACOM-IA : ergonomie de l'interface

La figure 6.7 suivante permet de visualiser l'enchaînement des fenêtres et des menus de l'application DIACOM-IA. Cet enchaînement, ainsi que nos choix concernant les éléments qui composent ces différentes fenêtres, sont basés sur la démarche de l'auteur, décrite dans le paragraphe précédent.

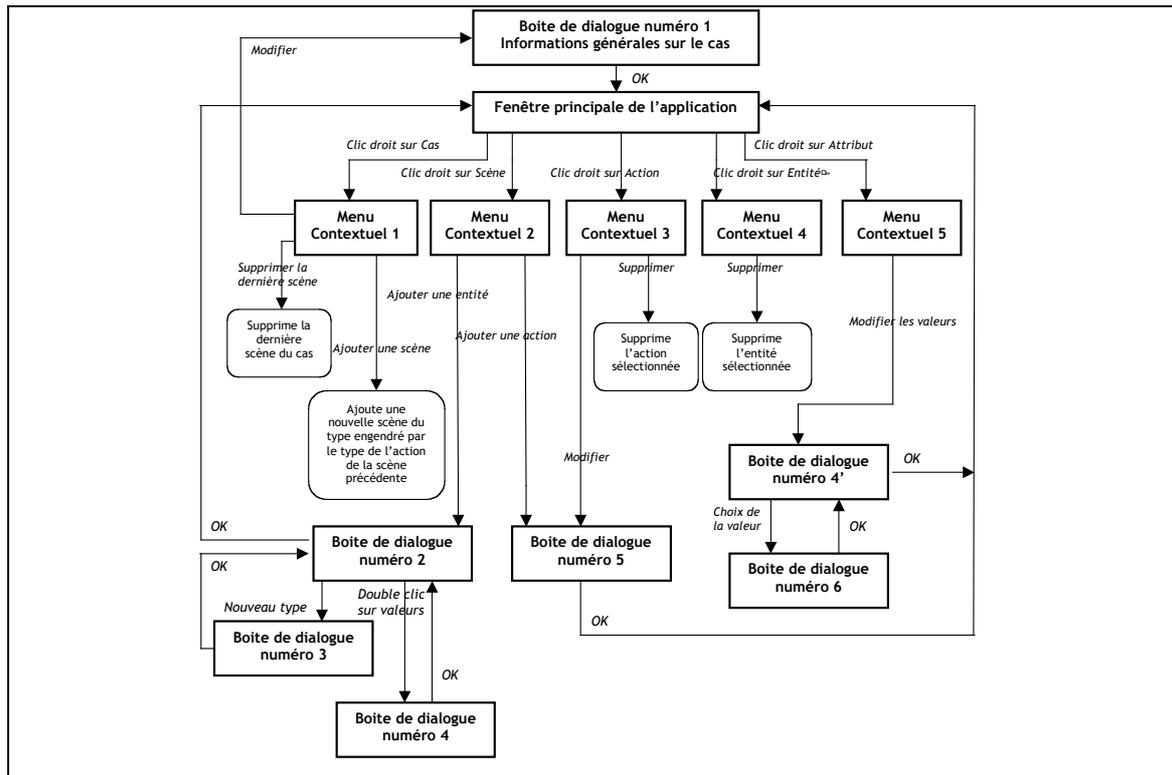


Figure 6.7 Enchaînement des fenêtres dans DIACOM\_IA

Ainsi, comme le montre la figure 6.7, au lancement de l'application, DIACOM\_IA ouvre automatiquement la boîte de dialogue numéro 1, présentée dans la figure 6.8. Cette boîte de dialogue permet à l'utilisateur d'entrer les informations générales sur le cas qu'il souhaite créer. Un champ de saisie permet d'entrer le nom du cas, un autre de spécifier les commentaires à propos du cas, et enfin les deux derniers champs constituent l'identification de l'auteur du cas. Une fois que l'utilisateur a terminé de saisir ces informations globales, il valide le tout. Comme le précise la figure 6.7, cette validation amène à la fenêtre principale de l'application.

Dans cette fenêtre principale, il nous fallait représenter de façon visuelle les données saisies dans les différents niveaux de composition qui existent dans un cas. Pour cela, nous avons choisi d'utiliser un composant du package *Swing* de Java qui vise à représenter des données sous la forme d'une « arborescence ». A chaque niveau de cette arborescence, l'utilisateur a la possibilité de dérouler le niveau inférieur par un clic de souris. Au plus haut niveau de l'arbre se trouve le nom du cas en cours de description, complété d'une description succincte. Au niveau inférieur, se trouve la liste ordonnée des scènes constituant ce cas. Sous chaque scène apparaissent les noms des entités créées ainsi que celui de l'action permettant de passer dans la scène suivante. Lorsque le médecin clique sur l'une de ces entités, il a

accès aux attributs et à leurs valeurs. Les attributs valués constituent alors le dernier niveau de la hiérarchie arborescente dans laquelle l'utilisateur peut naviguer.

The image shows a dialog box titled "Informations globales sur le cas". It contains the following fields and controls:

- Nom:** A text input field containing "Cas1".
- Commentaires:** A larger text area containing "Thomas 1 an qui consulte pour des coliques".
- Nom Auteur:** A text input field containing "Joiron".
- E-mail auteur:** Two text input fields. The first is labeled "utilisateur" and contains "celine.joiron". The second is labeled "domaine" and contains "u-picardie.fr".
- Buttons:** Two buttons are located on the right side: "ok" and "Annuler".

Figure 6.8: Boite de dialogue numéro 1 - Informations générales sur le cas

La figure 6.9, représente une copie d'écran de la fenêtre principale de DIACOM-IA. On peut alors voir que l'arborescence est le composant essentiel de cette interface. L'exemple proposé dans la figure 6.9 décrit une partie du cas clinique numéro 9 de notre corpus. On remarque notamment que ce cas comporte deux scènes, appelées Scene00 et Scene01. Dans la première scène, une entité de type «Signe Terrain» a été créée avec comme attributs renseignés le prénom (Thomas) et l'âge (1 an). Cette scène comporte également une entité de type «Gastro-Enterite» précisant la maladie diagnostiquée par le médecin. Dans cette scène, on retrouve également une action de type «Prescrire», qui amène dans la scène «Scene01», de type «Prescription». La scène «Scene01» contient une entité de type «Traitement médicamenteux» qui prescrit du CODENFAN (antalgique de palier 2 composé de paracétamol et de codéine) pour 48 heures et une entité de type «Médicament» qui représente ce CODENFAN. Par ailleurs, cette interface comporte des boutons de fermeture de l'application et un bouton «Valider» qui permet de valider l'enregistrement du cas dans la base de données.

Enfin, les multiples niveaux de composition identifiés dans la démarche descriptive du cas engendrent également une diversité des opérations que l'auteur peut entreprendre pour créer son cas. Selon que l'auteur s'intéresse à tel ou tel niveau de la hiérarchie, les opérations qu'il a à réaliser ne sont pas les mêmes. Ainsi, pour gérer les opérations de l'utilisateur dans l'interface DIACOM-IA, nous avons choisi de proposer des menus contextuels,

apparaissant avec un clic droit de la souris. A chaque niveau de la hiérarchie, le menu présenté est alors différent.

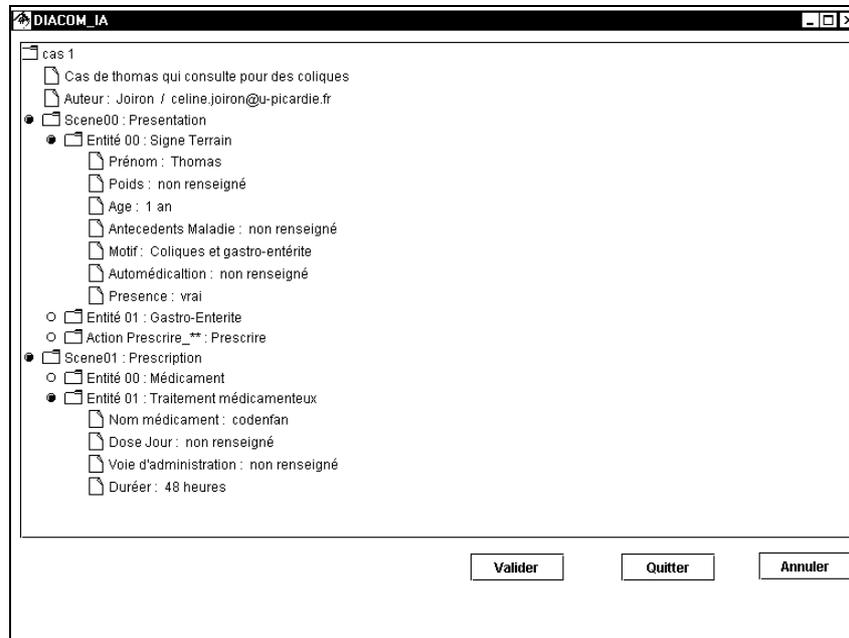


Figure 6.9 Fenêtre principale de l'application DIACOM-IA

Le menu contextuel numéro 1 apparaît lorsque l'utilisateur clique (avec le bouton droit) sur le cas (cf. figure 6.10 ci-dessous). Il permet à l'utilisateur de rouvrir la boîte de dialogue numéro 1 pour modifier les informations globales sur le cas, d'ajouter une nouvelle scène dans le cas ou encore de supprimer la dernière scène du cas.

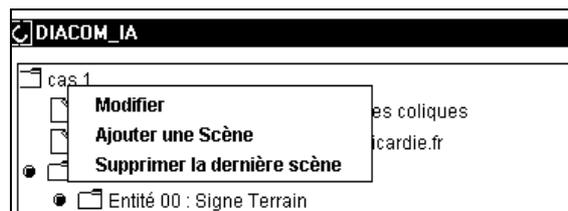


Figure 6.10 Menu contextuel numéro 1 concernant le cas

Le menu contextuel numéro 2 apparaît lorsque l'utilisateur clique (avec le bouton droit) sur une des scènes (cf. figure 6.11 ci-dessous). Ce menu propose d'ajouter une entité ou une action dans la scène.

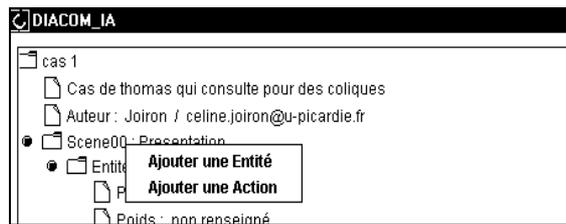


Figure 6.11 Menu contextuel numéro 2 concernant la scène

Le menu contextuel numéro 3 apparaît lorsque l'utilisateur clique (avec le bouton droit) sur une action (cf. figure 6.12 ci-dessous). Ce menu permet de modifier le type de l'action sélectionnée, ou bien de la supprimer.

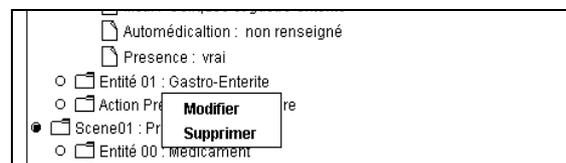


Figure 6.12 Menu contextuel numéro 3 concernant l'action

Le menu contextuel numéro 4 apparaît lorsque l'utilisateur clique (avec le bouton droit) sur une entité (cf. figure 6.13 ci-dessous). Ce menu permet de supprimer cette entité de la scène sélectionnée.

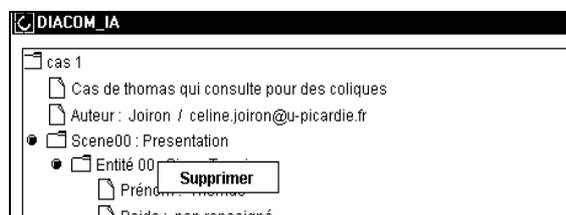


Figure 6.13 Menu contextuel numéro 4 - Actions concernant l'entité

Enfin, le menu contextuel numéro 5 apparaît lorsque l'utilisateur clique (avec le bouton droit) sur un attribut d'une entité (cf. figure 6.14 ci-dessous). Ce menu propose de modifier la valeur de cet attribut.

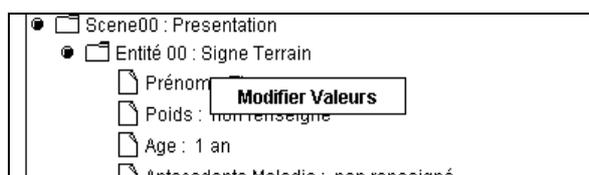


Figure 6.14 Menu contextuel numéro 5 concernant l'attribut Valué

Chaque item de ces menus contextuels entraîne soit l'exécution d'une opération automatiquement sur le cas, comme par exemple la suppression de la dernière scène, soit l'ouverture d'une boîte de dialogue permettant à l'utilisateur de réaliser l'opération souhaitée. Si l'on se penche à nouveau sur la figure 6.7, on peut voir que les boîtes de dialogues sont au nombre de 6. La boîte de dialogue numéro 1 a déjà été présentée. Elle concerne la spécification d'informations générales sur le cas. Cette boîte de dialogue est soit ouverte automatiquement au lancement de l'application, soit ouverte en mode «modification» grâce au menu contextuel numéro 1.

La boîte de dialogue numéro 2, ouverte grâce au menu contextuel numéro 2, permet de réaliser l'ajout d'une entité dans le cas. Comme le montre la figure 6.15 ci-dessous, cette boîte de dialogue comporte notamment une arborescence des types d'entités dont dispose le forum DIACOM. L'utilisateur doit alors sélectionner le type choisi et la liste des attributs de ce type apparaît dans la zone de texte en bas à gauche.

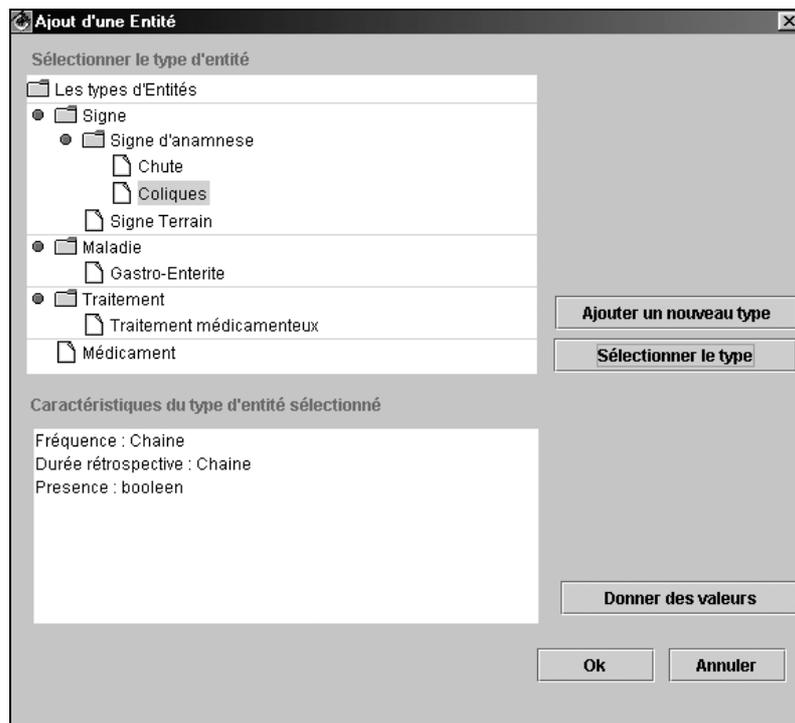


Figure 6.15 Boîte de dialogue numéro 2 - Ajout d'une entité

Pour doter ces attributs de valeurs, l'auteur sélectionne l'attribut et clique sur le bouton «Donner des valeurs». Ce clic engendre l'ouverture de la boîte de dialogue numéro 4, représentée par la figure 6.16 ci-dessous.

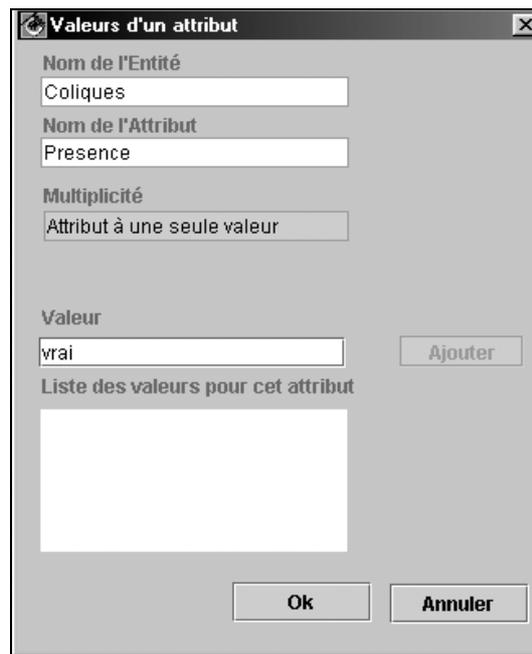


Figure 6.16 : Boîte de dialogue numéro 4 - Valuation d'attributs

En revanche, lorsque le type d'entité souhaité par l'auteur n'existe pas, ce dernier peut ouvrir la boîte de dialogue numéro 3 et en créer un nouveau. Lorsque toutes les valeurs souhaitées par l'auteur ont été déterminées, un clic sur le bouton Ok valide l'ajout de l'entité dans la scène courante. Les boîtes de dialogues numéro 3 et 4 sont ouvertes par l'intermédiaire de la boîte de dialogue numéro 2.

La boîte de dialogue numéro 5 permet de réaliser l'ajout d'une action dans la scène courante si elle n'en contient pas déjà une. Comme le montre la figure 6.18 ci-dessous, cette boîte de dialogue propose simplement à l'auteur de choisir son type d'action dans une liste déroulantes. La boîte de dialogue numéro 5 est ouverte en mode «ajout» par le menu contextuel numéro 2, et en mode «modification» par le menu contextuel numéro 3.

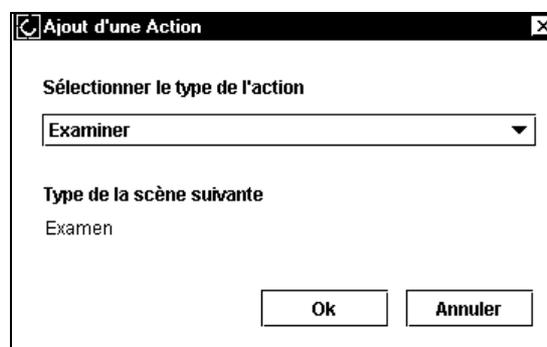


Figure 6.18 : Boîte de dialogue numéro 5 - Ajout d'une action

Enfin les boîtes de dialogue numéro 4' et numéro 6 permettent de modifier la (ou les) valeur(s) d'un attribut. La boîte de dialogue numéro 4' est donc sensiblement la même que la boîte de dialogue numéro 4. L'auteur doit y sélectionner la valeur qu'il souhaite modifier. La boîte de dialogue numéro 6 apparaît alors, demandant à l'auteur la nouvelle valeur (cf. figure 6.19 ci-dessous). La boîte de dialogue numéro 4' est ouverte grâce au menu contextuel numéro 5. La boîte de dialogue numéro 6 est ouverte par l'intermédiaire de la boîte de dialogue numéro 5.

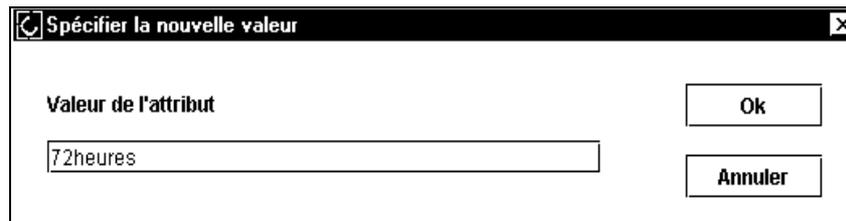


Figure 6.19: Boîte de dialogue numéro 6 - Modification de la valeur d'un attribut Valué

Une fois que l'auteur juge que le cas a été décrit dans sa totalité, il en valide l'enregistrement. Cette validation engendre alors le déclenchement du module d'appariement. La section suivante aborde la deuxième phase de développement, actuellement en cours, qui concerne la gestion de l'appariement des cas et des discussions entre leurs auteurs.

### 3 Appariement et discussions

Dans cette section, nous présentons la seconde partie du développement qui concerne toute la gestion de l'appariement et des discussions engendrées par cet appariement. Ainsi, nous décrivons en premier lieu l'implantation du module d'appariement, actuellement en cours de finalisation. Puis, nous proposons une série de spécifications relatives au développement de l'interface de discussion DIACOM-ID.

#### 3.1 Implantation du module d'Appariement

Comme nous l'avons évoqué dans le chapitre 5, le module d'appariement du forum DIACOM met en œuvre deux processus consécutifs: l'extraction de critères et l'appariement proprement dit. L'appariement est effectué par comparaison de chaque nouveau cas avec les cas stockés antérieurement dans le forum. Cette étape est donc réalisée en dehors de toute interaction avec l'utilisateur et son implantation consiste en la programmation de l'algorithme d'appariement présenté dans le chapitre 5. L'implantation de cet algorithme est actuellement en cours de finalisation.

En revanche, l'extraction de critères est réalisée uniquement sur les nouveaux cas eux-mêmes et vise à mettre en évidence les trois critères nécessaires à l'appariement. Ces trois critères sont : la pathologie, les objectifs et la stratégie. Nous avons établi, dans le chapitre 5, que cette phase d'extraction de critères nécessitait certaines interactions avec l'auteur du cas, en vue de confirmer, ou de recueillir, les informations nécessaires. La pathologie est, par exemple, identifiée de façon automatique dans le cas, mais le système sollicite la confirmation de l'auteur à propos du résultat de cette identification. La stratégie nécessite également des confirmations de l'auteur, mais uniquement à propos de certains « sous critères » : l'intensité de la douleur et le mode d'évaluation. En fonction des informations trouvées dans le cas, une proposition est alors faite à l'auteur qui peut éventuellement les modifier. Enfin, les objectifs sont, pour leur part, entièrement spécifiés par l'auteur.

Pour permettre ces interactions avec l'auteur, le processus d'extraction de critères est mis en œuvre dès que l'auteur valide un nouveau cas. Dans le cadre de ce processus, nous avons donc créé une nouvelle boîte de dialogue qui apparaît lorsque l'auteur clique sur le bouton de validation de l'application DIACOM-IA. Il s'agit de la boîte de dialogue de confirmation des critères. La figure 6.20 ci-dessous présente une copie d'écran de cette boîte de dialogue.

Confirmation critères d'appariement

La pathologie proposée dans le cas est-elle la suivante?  
Gastro-enterite

L'intensité de la douleur est-elle la suivante?  
intense

Le type d'évaluation employé est-il le suivant?  
Examen Clinique

Ok

Annuler

Veuillez préciser si nécessaire le pourcentage de votre cas consacré à l'évaluation de la douleur ou celui consacré à son traitement

Pourcentage d'évaluation de la douleur dans le cas  
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Pourcentage de traitement de la douleur dans le cas  
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Figure 6.20 : Boîte de dialogue de confirmation des critères d'appariement

Nous avons choisi de présenter la pathologie, l'intensité de la douleur et le mode d'évaluation de la douleur, au travers de listes déroulantes, dans lesquelles les valeurs identifiées par le système sont présélectionnées. Dans le figure 6.20, les valeurs présélectionnées sont celles du cas numéro 9 du corpus. La pathologie est donc la gastro-entérite, l'intensité de la douleur est évaluée comme «intense» et le mode d'évaluation est l'examen clinique. Si l'auteur ne partage pas l'avis du système, il peut modifier la sélection de chaque liste déroulante et proposer une valeur qui corresponde davantage à ce qu'il souhaite. Pour ce qui est du critère «objectifs», la boîte de dialogue propose à l'auteur de donner ses valeurs grâce à deux «réglettes» (objets JSlider du package Swing de Java), graduées de 10 en 10, de 0 à 100. La première représente le pourcentage du cas dédié à l'évaluation de la douleur, et la seconde celui dédié au traitement. Dès que l'auteur déplace le curseur de l'une des deux réglettes, celui de la seconde se décale d'autant en sens inverse. Cette interdépendance des curseurs des deux réglettes permet de faire en sorte que la somme du pourcentage d'évaluation et du pourcentage de traitement soit toujours égale à 100. A noter qu'au lancement de la boîte de dialogue, les deux curseurs sont, par défaut, positionnés sur la valeur 50.

Parallèlement au lancement de cette boîte de dialogue, le système calcule automatiquement la longueur du cycle d'évaluation-traitement et extrait la tranche d'âge de l'enfant, ainsi que le palier de l'éventuel antalgique prescrit. Ainsi, lorsque l'utilisateur valide les informations saisies dans la boîte de dialogue, un objet issu de la classe «Bloc critères» est instancié avec toutes les informations recueillies automatiquement ou à travers la boîte de dialogue. L'algorithme d'appariement est alors exécuté. Les informations relatives aux appariements mis en évidence sont par la suite rendues disponibles dans l'interface DIACOM-ID, dans laquelle une discussion est ouverte pour chaque nouvel appariement.

L'interface DIACOM-ID n'a pas encore été développée dans notre prototype du forum DIACOM. Cependant, nous avons élaboré les spécifications quant au fonctionnement de cette interface.

### 3.2 Spécifications de DIACOM-ID

L'interface de discussion du forum DIACOM constitue la partie du module interface qui permet de gérer la discussion entre les participants du forum, discussions provoquées par l'appariement de cas. Bien évidemment, les discussions proposées sur le forum sont des discussions asynchrones. En effet, l'objectif du forum DIACOM est de proposer aux médecins un outil souple et sans contrainte ni de temps, ni de lieu.

C'est par le biais de l'interface DIACOM-ID que le nom de «forum», pour le système DIACOM, prend tout son sens. En effet, l'interface DIACOM-ID s'apparente en partie à celle des forums de discussion tels qu'on les rencontre à travers les NewsGroups\* ou les forums de discussion

sur le Web. Le principe de ces forums est simple. Chaque utilisateur qui souhaite participer à une discussion, peut envoyer un message (appelé généralement une contribution) directement sur le forum. Ce message est alors stocké dans une sorte de «grand livre», disponible en ligne et consultable par tous [Andrieu, 1998]. Ces contributions sont généralement stockées pour une durée prédéfinie. Certains forums sont dits «modérés». Les contributions sont alors lues par un animateur, appelé «modérateur», qui décide si son contenu est compatible ou non avec les objectifs annoncés du forum de discussion.

Actuellement, de nombreux sites Web, dédiés à des sujets divers, proposent également leur propre forum de discussion. C'est le cas, par exemple, du site Web «medito.com», un magazine médical en ligne [MEDITO - http], il propose plusieurs forums, dont un appelé «forum clinique», dédié précisément aux discussions à propos de la clinique\*. La figure 6.21 ci-dessous représente la copie d'écran de la page d'accueil de ce forum.

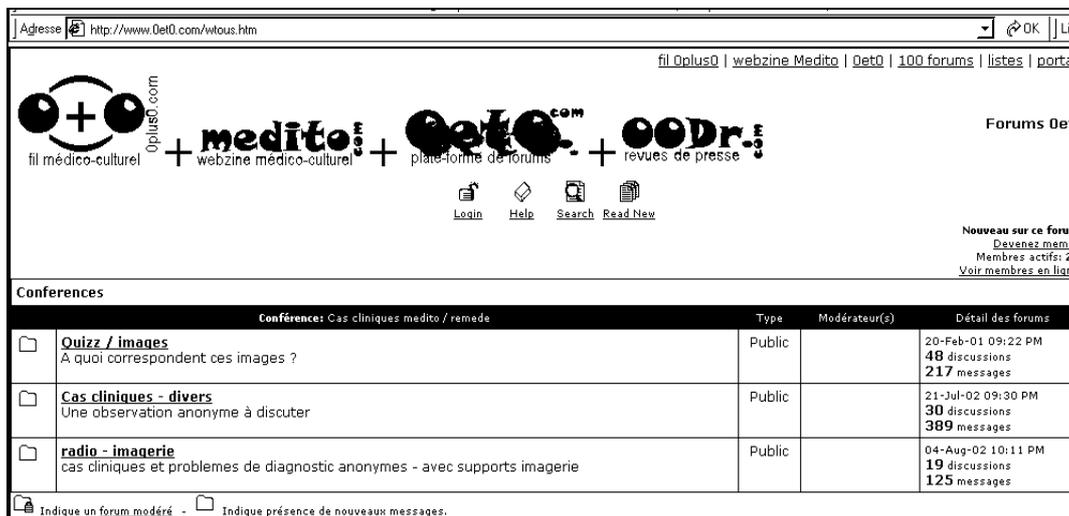


Figure 6.21 forum clinique de Medito.com - page d'accueil

Trois thèmes y sont alors proposés: des quizz, des cas et des questions d'imagerie médicale. Si l'on s'intéresse tout particulièrement au thème «cas cliniques», car c'est celui qui s'approche assez naturellement de notre problématique, on aboutit à une liste des «discussions» engagées sur le forum. Une discussion est alors composée d'une contribution originale envoyée par un auteur et d'un ensemble de réponses, et contre-réponses, relatives à cette contribution. La figure 6.22 ci-dessous représente la copie d'écran du contenu du thème «cas clinique» du forum clinique medito.com, le 9 août 2002.

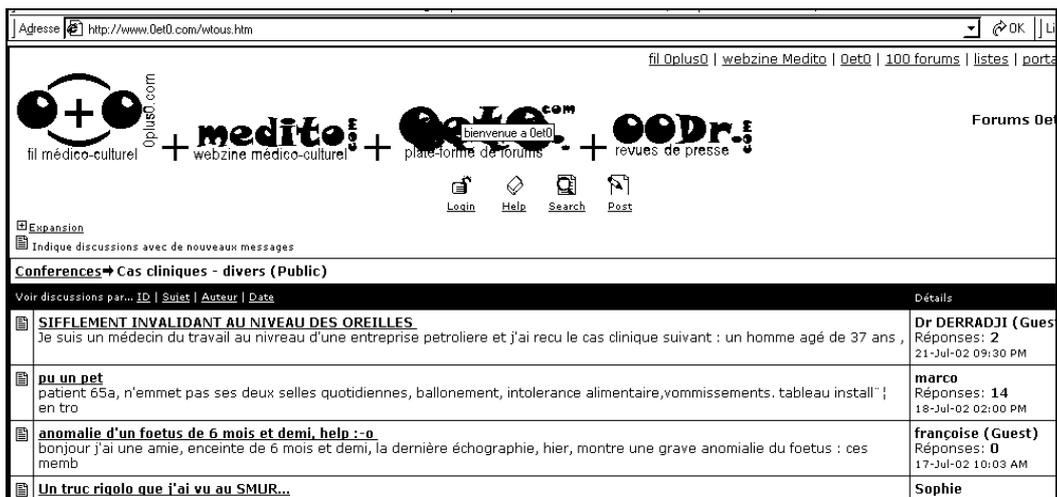


Figure 6.22 forum clinique de Medito.com - thème «Cas cliniques»

On peut voir que l'ensemble des discussions engagées sur ce thème apparaît alors sous forme de liste. Chaque discussion est identifiée par son titre, le début de la contribution originale, le nom de l'auteur, ainsi que le nombre de réponses qui ont été formulées et le date de la dernière de ces réponses. Lorsqu'un utilisateur clique sur l'une de ces discussions, la contribution originale est affichée, ainsi qu'une liste de liens vers les différentes réponses qui ont été formulées par des utilisateurs. La plupart des forums sont présentés sensiblement de la même manière.

À titre d'exemple, la figure 6.23 représente la copie d'écran du contenu de la discussion «Mohamed a mal au ventre». Il s'agit de la réponse faite par «Sophie» à la contribution engageant la discussion à propos du cas de Mohamed, 6 ans, qui souffre de douleurs abdominales. La page liée se compose de deux parties, l'une présentant le contenu textuel de la réponse de Sophie, et l'autre présentant la liste des liens vers les réponses des participants à la discussion. La position et le lien correspondant à la réponse de Sophie apparaissent en rouge dans cette liste. On peut voir que cette réponse est la première dans une liste de liens vers l'ensemble des réponses disponible à propos de ce sujet de discussion. Chaque réponse faite, en particulier, à une contribution, apparaît sous cette contribution, indentée d'une tabulation par rapport à la contribution à laquelle elle répond.

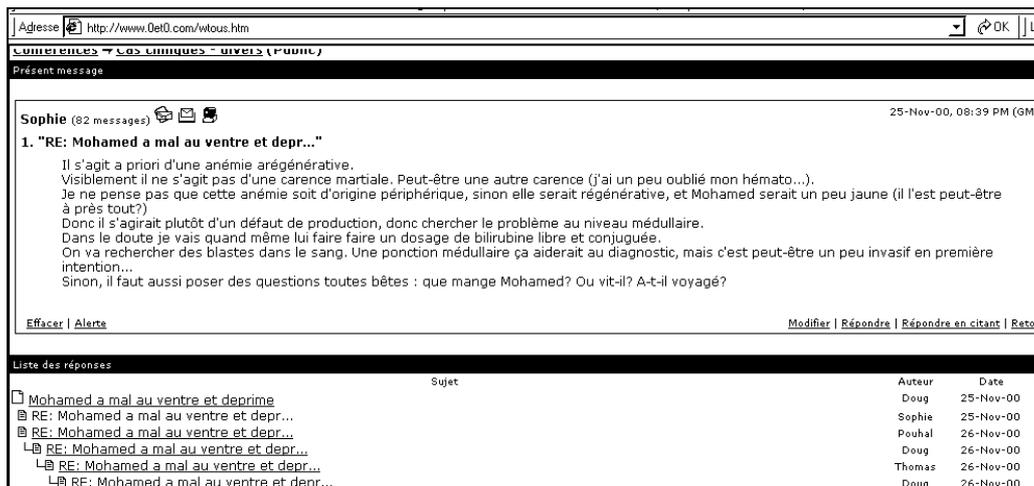


Figure 6.23 forum clinique Medito.com - Exemple de réponse à la contribution «Mohamed a mal au ventre»

Nous avons souhaité reprendre ce principe de présentation des contributions pour présenter les discussions ouvertes sur le forum DIACOM. La liste des appariements constitue alors la liste des discussions ouvertes, puis lorsque l'utilisateur clique sur l'un des liens, il ouvre une page présentant le sujet de la discussion à travers l'appariement mis en évidence par le système, et une description succincte des deux cas à l'origine de l'appariement. Les liens vers les contributions successives des participants sont ensuite proposés, avec la possibilité pour chacun d'apporter sa propre contribution en réponse à une contribution déjà en ligne.

Cependant, l'interface DIACOM-ID est un peu plus qu'un simple forum de discussion à propos des appariements mis en évidence par le système. En effet, notre souhait est également de proposer aux médecins un environnement personnalisé qui favorise en priorité l'accès aux discussions à propos d'appariements les concernant, tout en leur laissant la possibilité d'accéder à l'ensemble des discussions ouvertes sur le forum, ainsi qu'à la description des cas stockés dans le système.

La figure 6.24 ci-dessous présente le schéma de fonctionnement de DIACOM-ID. L'accès au contenu du site débute par une phase d'identification du médecin, de façon à ne permettre l'accès aux discussions et à la base qu'à des personnes inscrites. Le médecin qui s'est identifié obtient alors un accès à une page personnelle dans laquelle il peut consulter les appariements mis en évidence sur ses propres cas. D'autre part, cette page personnalisée lui donne un accès à une page (la page des cas) présentant le descriptif de l'ensemble des cas de la base. En dernier lieu, la page personnalisée permet à un médecin d'accéder soit directement aux discussions concernant les appariements qui lui sont présentés et dont il fait

l'objet, soit à une autre page présentant la totalité des discussions en cours sur le forum (page des discussions).

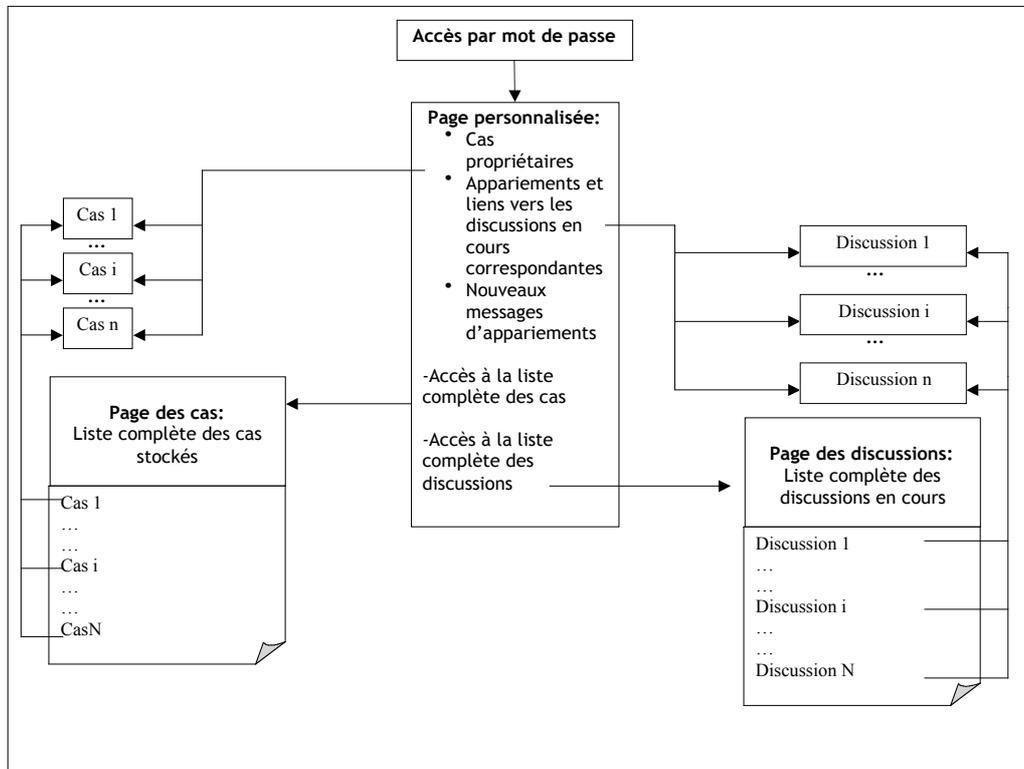


Figure 6.24 Schéma de fonctionnement de DIACOM-ID

La page des cas comporte une liste des noms des cas avec le nom de leur auteur et la date de description. Lorsque l'auteur clique sur un des cas, une description plus détaillée du cas lui est présentée. La même description peut lui être directement présentée s'il souhaite accéder à la description des ses propres cas listés dans sa page personnalisée.

La page des discussions propose une liste des discussions en cours avec un descriptif du sujet relatif aux raisons de l'appariement sous-jacent. Lorsque le médecin clique sur l'une d'entre elles, la discussion se présente comme la succession chronologique des messages de questions et de réponses déposées par les différents participants à la discussion.

La section suivante conclut ce chapitre en présentant l'état actuel du développement et ses perspectives dans le cadre de nos travaux de recherche.

## 4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous nous sommes penchés sur les choix en matière de développement dans le cadre de nos travaux sur le forum DIACOM. Aussi avons nous fait le choix d'un

développement «tout objet», basé sur la mise en œuvre d'un SGBD-Objet et d'une programmation dans un langage orienté objet. Ce choix nous permet de maintenir la cohérence entre le modèle et son implantation. De plus, il nous permet de garantir l'évolutivité du prototype. En effet, une évolution de notre modèle peut être envisagée dans les phases d'expérimentations suivantes pour prendre en compte de nouveaux paramètres relatifs aux appariements (vers davantage de généralité). Ce modèle peut également évoluer pour permettre une gestion plus précise des interactions entre apprenants, par exemple pour la prise en compte du rôle d'un animateur/modérateur.

En l'état actuel des choses, le développement du prototype expérimental du forum DIACOM n'est que partiellement achevé. L'interface DIACOM-IA est en cours de finalisation. L'extraction de critères est partiellement programmée, mais certains perfectionnements s'avèrent nécessaires pour optimiser les recherches dans les cas. Le code Java des classes relatives à l'interface DIACOM-IA et à l'extraction de critères est proposé en annexe 6 de ce mémoire.

L'appariement et l'interface DIACOM-ID sont encore à l'état de spécifications, et constituent l'étape suivante de nos travaux de développement relatifs à cette thèse. Une version complète du prototype du forum DIACOM sera alors disponible en janvier 2003, de façon à démarrer la seconde phase d'expérimentation du forum dans le premier semestre 2003. Cette seconde phase doit alors nous permettre de valider l'utilisabilité du modèle par les médecins, même si cette faisabilité a été partiellement validée par notre première phase d'expérimentation.

Le chapitre suivant conclut ces travaux de thèse, en en présentant un bilan critique et les perspectives scientifiques à court et à long terme.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

---

<b>1 Bilan .....</b>	<b>199</b>
1.1 Réalisations et apports scientifiques .....	199
1.2 Limites et perspectives à court terme.....	202
<b>2 Recherches à long terme.....</b>	<b>204</b>
2.1 Vers davantage de généralité.....	204
2.2 Ouverture sur d'autres domaines .....	205



Nous traçons ici en premier lieu un bilan de nos travaux de recherche, concernant les réalisations et apports scientifiques, ainsi que leurs limites et perspectives à court terme. En second lieu, nous exposons nos perspectives de recherche à long terme.

## 1 Bilan

### 1.1 Réalisations et apports scientifiques

Notre travail de recherche visait à concevoir et à réaliser *un système, support d'apprentissage entre pairs, dans le cadre de la formation continue, pour la prise en charge de la douleur chez l'enfant*. L'aboutissement de ces travaux est le *forum DIACOM (Discussions Interactives à bAse de Cas pour la fOrmation Médicale)*. Ce système informatique d'apprentissage à distance est basé sur les discussions et l'argumentation, entre pairs, à propos de cas cliniques.

Ainsi, les apports scientifiques de nos travaux de recherche sont, d'une part «éducatifs» et relatifs au domaine particulier de la FMC, et d'autre part «informatiques» et relatifs aux systèmes supports d'apprentissage.

#### *Apports relatifs à la FMC*

D'un point de vue éducatif, ces travaux nous ont permis de *définir ce qu'était l'apprentissage entre pairs* et quelles étaient les conditions nécessaires pour que cet apprentissage puisse être effectif. L'apprentissage entre pairs vise à permettre à des apprenants expérimentés dans le domaine d'apprentissage, de se former, entre eux, grâce à des sessions de discussions argumentatives à propos de problèmes concrets issus du domaine étudié.

Pour qu'un apprentissage entre pairs soit effectif, plusieurs pré-requis ont été définis. Le premier vise à permettre à chacun des participants, de formaliser ses propres hypothèses ou solutions à propos du problème discuté. Le deuxième vise à mettre en présence des apprenants ayant une opinion différente à propos du dit problème, de façon à favoriser l'émergence d'un conflit socio-cognitif. L'apprentissage se trouve alors principalement dans la phase de résolution du conflit. Enfin, le dernier vise à ce que les participants à une telle session d'apprentissage soient des praticiens expérimentés car ils ont le recul nécessaire et la maturité pour appréhender les concepts et prendre conscience du conflit qui les oppose.

Par ailleurs, du point de vue de la formation médicale, la conception du forum DIACOM répond à une difficulté des praticiens de ville souhaitant participer à des sessions de

formation médicale continue, de groupe au cours desquelles des cas cliniques sont évoqués et débattus. En effet, la plupart des offres de formations d'apprentissage entre pairs sont périodiques et présentiellles, et les médecins n'ont pas toujours la possibilité de participer régulièrement à ce type de réunions et ont une obligation de proximité géographique. De plus, les outils disponibles dans le cadre de la FAD médiatisée par ordinateur sont peu fréquents, et la plupart ne propose pas cet apprentissage entre pairs.

Ainsi, le système que nous devons concevoir dans le cadre de nos travaux de recherches se devait d'être souple, ne présentant pas de contrainte de temps ou de lieu pour les praticiens, mais leur permettant de confronter et de débattre librement de leurs approches méthodologiques concernant des cas cliniques de prise en charge de la douleur chez l'enfant. De ce point de vue, le forum DIACOM se place dans ***une problématique encore inexplorée visant à expérimenter un système support d'apprentissage à distance, dédié à cet apprentissage entre pairs, pour les praticiens en FMC.***

Les apports scientifiques de nos travaux sont également relatifs aux systèmes supports d'apprentissage.

#### ***Apports relatifs aux systèmes supports d'apprentissage***

Du point de vue des systèmes supports d'apprentissage, un premier apport de nos travaux est d'avoir défini ***l'architecture et le fonctionnement d'un système permettant de supporter l'apprentissage entre pairs***, dans le cadre de la FMC. Ainsi, l'idée centrale du système est d'offrir aux apprenants une interface leur permettant de décrire des cas cliniques issus de leur propre expérience. Cette étape s'efforce de remplir le premier pré-requis de l'apprentissage entre pairs, qui consiste à fournir aux apprenants l'opportunité de formaliser individuellement leur opinion. Le deuxième pré-requis, qui est de mettre en présence des personnes en désaccord en vue de susciter un conflit socio-cognitif, est ensuite satisfait grâce à l'exécution d'un processus d'appariement des cas. En effet, au moment du stockage d'un cas dans le système, celui-ci effectue un appariement entre le nouveau cas décrit et les cas stockés antérieurement. Cet appariement vise à extraire les couples de cas traitant d'une part de sujets similaires et d'autre part présentant des désaccords importants en termes de stratégies de résolution de problèmes. Dès qu'un appariement intéressant est mis en évidence, le système effectue une mise en relation des auteurs des cas concernés et leur offre un espace ouvert de discussions asynchrones. Le dernier pré-requis de l'apprentissage entre pairs est également satisfait car les praticiens en FMC constituent de fait des apprenants expérimentés du domaine d'apprentissage.

Le principe qui consiste à effectuer un appariement entre des cas s'apparente à un courant de recherche influent en Ingénierie des Connaissances, appelé Raisonnement A Partir de Cas. En effet, dans ce domaine, les cas sont également des exemples de problèmes résolus. Le principe général des systèmes de RAPC est alors de résoudre de nouveaux problèmes, en les comparant avec un ensemble de cas stockés dans une base. Le système réalise alors un appariement entre le nouveau problème (considéré comme un nouveau cas) et les cas de la base, de façon à proposer un cas pertinent pour aider à résoudre ce nouveau problème.

Bien qu'utilisé depuis plusieurs années dans le domaine de la résolution de problèmes, l'avancement des travaux sur des systèmes supports d'apprentissage, basés sur le RAPC reste assez limité. Aussi, le forum DIACOM constitue une ***approche originale d'une utilisation du RAPC adaptée à la conception d'un système support d'apprentissage à distance***. En effet, le forum DIACOM est, comme les systèmes de RAPC, dédié à la capitalisation des cas d'experts. Il permet également d'effectuer un appariement entre chaque nouveau cas et les cas capitalisés. Cependant, il ne réalise pas cet appariement dans le but de mettre en place un raisonnement, mais pour constituer des couples d'auteurs, pertinents pour des discussions, le tout dans un contexte de formation.

Par ailleurs, ***l'architecture du forum DIACOM se décompose en trois modules*** : un ***module interface***, qui vise à gérer les interactions avec l'utilisateur, un ***module appariement*** qui permet d'exécuter le processus d'appariement des cas et un ***module connaissances*** qui gère les connaissances relatives aux cas et à leurs appariements. Ce module connaissances comporte alors une ***couche domaine***, qui renferme toutes les connaissances du domaine, et une ***couche modèle*** qui contient les différents modèles relatifs à ces connaissances. Cette couche modèle comprend deux modèles appelés «***modèle générique***» et «***modèle spécifique***». Le modèle générique propose une modélisation des cas et des types de concepts manipulés dans ces cas. Un cas représente alors l'histoire d'un patient, décomposée en une succession d'étapes appelées des scènes, chacune d'entre elles étant composée de concepts propres au domaine, instanciés à partir d'une collection de types de concepts du domaine.

Au cours de nos travaux un corpus de cas cliniques sur la prise en charge de la douleur a ensuite pu être constitué au cours d'une phase d'expérimentation menée avec notre expert. Ce ***recueil d'expertise a permis de valider le modèle générique et de rassembler une collection de connaissances du domaine permettant d'initialiser le système***.

Ainsi, un autre apport majeur de nos travaux, concerne la conception du **modèle générique**. En effet, celui-ci a été défini **indépendamment de tout domaine d'application**. Un tel modèle peut alors être envisagé comme la base d'une «**brique logicielle** » indépendante, dédié au recueil de connaissances et à la mise à distance de cas, utilisables à des fins éducatives. Ce type de brique logicielle est alors intégrable dans une plate-forme de FAD, permettant, en particulier, aux concepteurs de formations, de recueillir et de proposer aux apprenants des bases de cas, utilisables selon diverses approches pédagogiques.

Enfin, la définition du principe d'appariement des cas, basé sur la spécificité du modèle générique, constitue également un aspect intéressant de notre recherche. Ce processus d'appariement se fonde sur un ensemble fini de critères du domaine d'apprentissage (la pathologie, les objectifs et la stratégie). Le modèle spécifique représente la modélisation de ces critères et celle des informations relatives aux appariements. La **méthodologie d'appariement se fonde sur l'exécution de calculs de distances globales normalisées**. Cette méthodologie vise à considérer comme pertinents des couples de cas présentant des similitudes sur certains critères ( par exemple la pathologie et les objectifs), tout en montrant des différences sur certains autres (par exemple la stratégie). Pour cela, ces distances globales, mettent en œuvre **des distances locales, qui visent à comparer l'écart entre les critères de chaque couple de cas**.

Ces distances locales, ainsi que les critères qu'elles comparent, sont totalement dépendants du domaine de la prise en charge de la douleur chez l'enfant. Cependant, nous avons mis en évidence que **la méthodologie d'appariement était indépendante du domaine**. Cette indépendance nous permet d'envisager une modélisation générique de l'appariement, au même titre que la modélisation des cas proposée actuellement. En effet, si les distances globales et la méthodologie d'appariement sont déjà génériques, la problématique revient alors à concevoir une modélisation des critères et des distances locales, indépendante de tout domaine d'application. Nous ferons état de cette généralité future dans nos perspectives de recherche à long terme. Etudions maintenant les limites de notre travail, et ses perspectives à court terme.

## 1.2 Limites et perspectives à court terme

Une des premières limites de nos travaux concerne la validation du processus d'appariement. En effet, sur le corpus actuel, nous n'obtenons pas une mesure suffisamment précise de l'efficacité du module d'appariement et de son adéquation avec les objectifs que nous nous étions fixés initialement. De plus, le corpus actuel est issu d'un seul et même médecin. La prochaine étape de nos travaux consiste donc à recueillir un nouveau corpus de cas, multi-

experts, qui viendra enrichir le corpus actuel. Cette version du forum DIACOM permettra de réaliser ce nouveau recueil de cas clinique. Pour chacun des cas entrés par les experts, nous pourrons alors collecter les résultats de l'extraction des critères ainsi que ceux de l'algorithme d'appariement. Ces résultats nous permettront d'enrichir, de préciser et de confirmer notre approche de l'appariement.

Le prototype final pourra alors être mis en ligne. Il sera alors possible de tester l'apprentissage entre pairs dans des conditions réelles de FMC. Pour cela, nous prévoyons de faire tester, à un réseau d'apprenants, le prototype afin de nous donner leur opinion. Notre objectif est d'analyser l'usage qui est fait du système, en particulier en ce qui concerne les discussions. Par exemple, nous souhaitons vérifier si les participants discutent uniquement avec les auteurs qui leur ont été appariés ou bien si certains participants s'intègrent dans des discussions à propos d'autres appariements. Nous envisageons également d'analyser le contenu des discussions, afin d'étudier dans quelles conditions d'appariements celles-ci concernent des points de désaccords. Enfin, nous voudrions observer la pérennité des discussions. Cette étude de l'usage a pour objectif d'améliorer les fonctionnalités offertes par le forum, en particulier d'envisager la nécessité ou non de faire intervenir dans les discussions, une tiers personne jouant le rôle d'animateur/modérateur.

Nous souhaitons également que cette étude de l'usage soit consolidée par un recueil d'informations directement auprès des apprenants. En effet, nous pensons notamment que si les appariements sont mal présentés aux apprenants, les discussions ne seront pas engagées, et de ce fait, aucun apprentissage entre pairs n'aura lieu. Nous envisageons alors de recueillir l'opinion des différents participants à propos des appariements qui leurs sont proposés, et de la manière dont le système leur présente les choses. Un questionnaire doit alors être conçu, destiné à chaque auteur d'un cas apparié, à propos de l'appariement dont ils ont fait l'objet et, surtout, de la manière dont cet appariement leur a été notifié par le système. Les résultats de ces questionnaires permettront de valider l'interface de discussion et éventuellement de l'enrichir.

A terme, les résultats obtenus au cours de ces évaluations doivent nous permettre de proposer une seconde version du forum DIACOM. L'objectif est de proposer le forum à une association de formation médicale continue à la prise en charge de la douleur chez l'enfant (comme Pédiadol par exemple). Pour cela notre expert souhaite nous faire rencontrer un pédiatre, membre acteur de la FMC à la prise en charge de la douleur chez l'enfant en Picardie. Une réflexion doit nécessairement être menée au préalable pour savoir de quelle manière les attestations de formation continue pourront être délivrés aux médecins qui s'inscrivent et participent au forum.

Diverses recherches à plus long terme peuvent être menées suite aux travaux de recherche sur le forum DIACOM.

## 2 Recherches à long terme

A l'heure actuelle, nous envisageons d'exploiter deux problématiques de recherches à partir des travaux menés sur le forum DIACOM. En premier lieu, nous envisageons d'améliorer le système en proposant un système générique, déclinable dans différents domaines de la médecine. En second lieu, nous souhaitons ouvrir sur d'autres domaines que celui de la médecine. L'objectif, à terme est d'étudier les possibilités d'un tel apprentissage, auprès de professionnels expérimentés et d'avoir une vision inter-disciplinaire de l'apprentissage entre pairs à distance.

### 2.1 Vers davantage de généricité...

Le premier projet de recherche, consiste à réaliser un **« système générique d'apprentissage entre pairs en FMC, déclinable dans différents domaines de la médecine »**. La conception d'un tel système est rendu possible par l'élaboration d'une couche modèle « entièrement générique ». Actuellement, seule une modélisation générique des cas et des concepts manipulés dans les cas, est disponible dans le forum DIACOM. Celle des critères et des appariements, est pour l'instant figée et dépendante du domaine.

Au cours de ce mémoire, nous avons établi que notre modèle générique pouvait constituer le support d'une première brique logicielle, intégrable dans une plate-forme, permettant le recueil et la mise à disposition d'une base de cas dans les formations à distance. Par ailleurs, nous avons déjà constaté que la méthodologie globale d'appariement que nous avons proposée était également indépendante du domaine. Cependant, nos critères d'appariement actuels, ainsi que leurs modes d'extraction et les distances permettant de les comparer, sont spécifiques au domaine de la prise en charge de la douleur chez l'enfant.

Ces constats nous permettent d'envisager la conception d'un **« module d'appariement indépendant de tout domaine d'application »**. Pour cela, la problématique principale sera d'élaborer une **« modélisation générique des critères et des distances locales »** qui comparent ces critères.

Ce « futur » modèle d'appariement générique pourra alors être support, au même titre que notre modèle générique actuel, d'une brique logicielle d'« appariement de cas ». Cette brique devra alors permettre à un concepteur de formation à distance de paramétrer un module d'appariement, relativement à une base de cas. Ce paramétrage consistera en la définition de chaque critère à extraire des cas, de leur mode d'extraction et des distances

locales qui permettent de le comparer. Cette brique logicielle doit également l'aider à préciser combien de distances globales le concepteur souhaite mettre en œuvre, et principalement quels critères ces distances doivent rapprocher ou éloigner.

L'utilisation combinée des deux briques logicielles ainsi obtenues, permet d'entrevoir l'élaboration d'un **«système générique d'apprentissage entre pairs, indépendant du domaine d'apprentissage»**. Un tel système constituerait un «moule» déclinable dans divers domaines de la médecine, pour obtenir des systèmes similaires au forum DIACOM, au sein de plates-formes de formations à distance.

Pour que ce système puisse constituer une fonctionnalité à part entière dans une plate-forme, notre projet de recherche devra prévoir la construction d'un outil de paramétrage du système générique dans différents domaines d'apprentissage. Cet outil, qui s'appuiera sur nos deux briques logicielles, consistera à aider le concepteur de la formation à : définir un noyau minimal de types de concepts du domaine d'apprentissage, définir une collection d'actions finies également propres à ce domaine ; définir les critères pour lesquels il souhaite réaliser les appariements et les modes d'extraction de ces critères ; déterminer les distances locales de comparaison de chacun de ces critères ; décrire la combinaison de ces distances locales au sein des distances globales d'appariements, et enfin quelles informations sont à transmettre à l'apprenant à l'issue des appariements.

## 2.2 Ouverture sur d'autres domaines

La deuxième piste de recherche que nous envisageons de poursuivre, consiste en l'élaboration de systèmes similaires, supports d'apprentissage entre pairs à partir de cas, dans d'autres domaines que le domaine médical. Actuellement, une réflexion est menée, conjointement avec l'IUFM d'Amiens, pour élaborer un tel système dans le cadre de la formation des Maîtres. L'idée est de permettre aux stagiaires de l'IUFM de confronter leurs approches à propos de problèmes pédagogiques qu'ils rencontrent dans le cadre de leur pratique quotidienne. Ce type de système serait tout particulièrement adapté pour assister les nouveaux enseignants dans leurs tâches lorsqu'ils sont encore en période de formation, tout en étant répartis dans les différents établissements. Dans le cadre de ces recherches, les pratiques d'enseignement doivent tout d'abord être étudiées afin de déterminer si le modèle de cas actuel est envisageable ou bien si la spécificité du domaine d'apprentissage nécessite une approche différente de la notion de cas. La notion d'appariement doit ensuite être adaptée à la modélisation des cas qui aura été retenue.

Ainsi, ce projet d'élaborer plusieurs systèmes, supports d'apprentissage entre pairs dans divers domaines, nous permettra, à long terme, de mener une réflexion sur la problématique

«générale» de l'apprentissage entre pairs. Cette problématique vise à apporter des éléments de réponse aux questions suivantes :

- **Dans quels domaines est-il possible d'apprendre entre pairs ?** En effet, nous avons étudié l'apprentissage entre pairs du point de vue de la médecine. Or la médecine est un domaine où les étudiants sont très tôt familiarisés avec l'apprentissage à base de cas, et surtout avec l'apprentissage en groupe. Ainsi, il nous semble intéressant de vérifier si l'efficacité de l'apprentissage entre pairs dépend des pratiques pédagogiques de la formation initiale reçue par les apprenants. En particulier, nous voudrions savoir si les professionnels, déjà familiarisés avec la formation de groupe, sont plus aptes à apprendre entre pairs que d'autres.
- **Selon le domaine, l'intervention d'un tuteur, ou du moins d'un expert modérateur est-elle plutôt nécessaire, ou bien l'autonomie est-elle concevable?** En effet, dans le forum DIACOM, nous avons étudié l'apprentissage entre pairs dans un milieu professionnel où il est extrêmement fréquent de prendre des décisions en consultant ses pairs, et où la confrontation d'opinions à propos de cas est une pratique courante. En est-il de même dans des milieux professionnels avec des pratiques différentes, et le cas échéant, les outils d'apprentissage à distance dédiés à ces professionnels doivent-ils être davantage calqués sur les pratiques engagées dans des domaines de recherche tels que les EIAH et les systèmes supports d'apprentissage collaboratifs, notamment en introduisant un expert, qui joue le rôle de tuteur ?

## BIBLIOGRAPHIE

---

### 1 Ouvrages et articles scientifiques

- Aamodt, Plaza, 1994      Aamodt A., Plaza E., (1994) «Case Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations and System Approach», *AI Communications*, volume 7, N°1, pp 39-59.
- Aegerter et al., 1991      Aegerter P., Auvert B., Gilbos V., Andrianiriana F., Benillouche E., Landre M.F., Bos D., (1991) «CONSULT-EAO: un tuteur pour l'apprentissage du diagnostic médical destiné aux travailleurs de santé des pays en développement», dans Quéré M. «Systèmes experts et enseignement assisté par ordinateur», Ophrys (Ed.) pp101-122.
- ANAES, 2000      «Evaluation et stratégies de prise en charge de la douleur aiguë en ambulatoire chez l'enfant de 1 mois à 15 ans», Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation de la Santé, Service Recommandations et Références Professionnelles, mars 2000, ISBN 2-910653-00-0.
- Anderson, Reiser, 1985      Anderson J.R., Reiser B.J., (1985), «The Geometry Tutor», Conférence International Joint Conference on Artificial Intelligence IJCAI-85, Los Altos, CA, Morgan Kaufmann (Ed.), pp 1-7.
- Andrieu, 1998      Andrieu O., (1998), «Trouver l'info sur Internet», Eyrolles (Ed.).
- Annequin et al., 2001      Annequin D., Fournier-Charrière E., Tourniaire B. (2001) «La douleur de l'enfant - la reconnaître, l'évaluer, la traiter», CD-ROM édité par ASTRAGAL, conçu et produit par Pédiadol ([www.pediadol.org](http://www.pediadol.org)).
- Ashley, 1990      Ashley K.D., (1990), «Arguing by Analogy in Law : A Case Based Model», in D.H. Helman (Ed.), *Analogical Reasoning Perspectives of Artificial Intelligence, Cognitive Science, and Philosophy*.
- Atkinson et al. 1989      Atkinson M., Bancilhon F., DeWitt D., Dittrich K., Maier D., Zdonik S., (1989) «The Object Oriented Database Manifesto», Conference DOOD Deductive and Object-Oriented Databases, Kyoto, Japan, December 1989, pp 223-240.

- Auquier, Arthuis, 2001 Auquier L., Arthuis M., (2001), «Les avancées dans le domaine de la douleur et leur traitement chez l'adulte et l'enfant», Rapport de l'Académie Nationale de Médecine, mars 2001.
- Baker et al., 1999 Baker M., De Vries E., Lund K., (1999) «Designing Computer-Mediated Epistemic Interactions», Conference AIED99 Artificial Intelligence in Education, S.P. Lajoie and M. Vivet (Eds) - IOS Press, pp 139-146.
- Baker et al., 2001 Baker M., De Vries E., Lund K., Quignard M., (2001) «Interactions épistémiques médiatisées par ordinateur pour l'apprentissage des sciences», *Sciences et Techniques Educatives* - Volume 8, Actes de la conférence EIAO'01, Hermes (Ed.), pp 21-32.
- Balacheff et al., 1996 Balacheff N., Soury-Lavergne S., (1996), «Explication et préceptorat, à propos des environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur», Actes des cinquèmes journées nationales du PRC-IA, Nancy, Tekn (Ed.), pp 239-262.
- Balacheff et al., 1997 Balacheff N., Baron M., Desmoulins C., Grandbastien M., Vivet M. (1997), «Conception d'environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur, Tendances et perspectives», Actes des sixièmes journées nationales du PRC-GDR IA, Hermès (Ed.), pp 316-337.
- Barac'h et al., 2001 Barac'h V., Shleyer F., Le Duff F., Le Beux P., (2001) «A Cognitive Approach for Designing a Computer-based learning tool in dentistry: ODONTOS Application», Proceedings of the 10th World Congress on Medical Informatics MEDINFO2001, London UK september 2001, Patel V.L., Rogers R. and Haux R (Eds), IOS Press, pp999-1003.
- Baron et al, 1991 Baron M., Gras R., Nicaud J.F, Eds, (1991), «Actes des deuxièmes journées EIAO de Cachan», Les Editions de l'Ecole Normale Supérieure de Cachan, Baron, Gras, Nicaud, (Eds).
- Bernard, Reyes, 2001 Bernard J.L., Reyes P., (2001), «Apprendre en médecine (1ere partie)», *Pédagogie Médicale*, Volume 2, pp 163-169.
- Bled et al., 2000 Bled B., Honnorat Ch., Valat JP., Rozenberg S., Meadeb J., Eveillard Ph., (2000), «Quels environnements d'apprentissage autour d'Internet en Formation Médicale Continue», Séminaire Internet et Pédagogie Médicale IPM2000, Pitié Salpétrière Paris, mars 2000.
- Bloch et al., 1998 Bloch J., Spira R., Goldman S. , (1998), «Enquête Nationale sur la prise en charge de la douleur chez l'enfant», dirigé par le Dr Raphaël Annequin, réalisé par la société EVAL.
- Blondel, 1996 Blondel FM., (1996), «Diagnostic et aide en EIAO, étude d'un environnement d'aide à la résolution de problèmes en Chimie», Thèse de doctorat en informatique de l'Université Henri Poincaré Nancy 1, juillet 1996.
- Bonet, 1997 Bonet Ph., (1997) «Associations et FMC», dans Gallois P., «La formation médicale continue, Principes, organisation, objectifs et méthodes d'évaluation», Flammarion Médecine Science (Ed.), pp 64-65
- Bouzeghoub et al. 1997 Bouzeghoub M., Gardarin G., Valduriez P., (1997), «Les objets», Eyrolles (Ed.).
- Brouaye et al., 1987 Brouaye P., Bruillard E., Ferret E., Weidenfeld G., (1987) «APPAT : un TI pour l'apprentissage des tableurs par la résolution de problèmes», Actes

- de la conférence Enseignement Assisté par Ordinateur EAO 87, Cap d'Agde, pp247-256.
- Brown, 1985  
Brown J.S., (1985), «Process versus product» a perspective on tools for communal and informal electronic learning», *Computing Research Journal* (Ed.) - n°1.
- Bruillard, 1997  
Bruillard E., (1997), «Les machines à enseigner», Hermes (Ed.).
- Bruillard, et al., 2000  
Bruillard E., Delozanne E., Leroux P., Delannoy P., Dubourg X., Jacobini P., Lehuen J., Luzzati D., Teutch P., (2000), «Quinze ans de recherche informatique sur les sciences et techniques éducatives au LIUM», *Sciences et Techniques Educatives*. Volume 7 - Hommage à Martial Vivet - n°1/2000, pp 87-145.
- Brunetaud et al., 2001  
Brunetaud J.M., Darmoni S.J., Renard J.M., Weber J., Le Duff F., Le Beux P., Ferre T., Beuscart R., et le consortium UMVF, (2001), «Le rôle d'une plate-forme de télé-enseignement au sein de l'Université Médicale Virtuelle Francophone», *Internet et Pédagogie Médicale IPM2001*, novembre 2001, Faculté de Médecine de Nice, France.
- Brunswik, 1998  
Brunswik A., (1998), «Quand il suffisait d'un timbre», *Le Monde de l'Education, de la culture et de la formation, Hors-Série septembre 1998 Apprendre à distance*, pp 12-15.
- Caillot, 1997  
Caillot M., (1997), «De l'EAO au multimédia en passant par l'EIAO», dans Weidenfeld et al. «Techniques de base pour le multimédia», pp129-137, Masson (Ed.) - Enseignement de l'informatique.
- Carbajal, 1999  
Carbajal, (1999), «Douleur aux urgences pédiatriques», dans Ecoffey C. et Murat I., «La douleur chez l'enfant», Paris, Flammarion Médecine-Sciences (Ed.), pp101-108.
- Carbonell, 1970  
Carbonell J.R., (1970), «AI in CAI» An Artificial intelligence approach to computer assisted instruction», *IEEE Transactions on Man-Machines Systems*, n°11, Volume 4, pp190-202.
- Caron, 1999  
Caron F.M, (1999) «Maniement des antalgiques en ville et en ambulatoire», communication personnelle du Docteur François-Marie Caron.
- Cassagne et al., 1999  
Cassagne H., Darmoni S., Thirion B., (1999), «Internet Médical professionnel, Guide des sites de bonne pratique clinique et d'enseignement», MMI (Ed.), Paris, pp480.
- Chamberland et al., 2001  
Chamberland M., Hivon R., Tardif J., Bedard D., (2001), «Evolution du raisonnement clinique au cours d'un stage d'externat : une étude exploratoire», *Pédagogie Médicale*, 2001 N°2 pp9-17.
- Charlet et al. 2000a  
Charlet J., Zacklad M., Kassel G., Bourigault D., (2000), «Ingénierie des connaissances - Evolutions récentes et nouveaux défis», Eyrolles (Ed.).
- Charlet et al., 2000b  
Charlet J., Zacklad M., Kassel G., Bourigault D., (2000), «Ingénierie des connaissances : recherches et perspectives», dans Charlet J., Zacklad M., Kassel G., Bourigault D., «Ingénierie des connaissances - Evolutions récentes et nouveaux défis», Eyrolles (Ed.), pp 1-22.
- Chi et al., 1989  
Chi M.T.H., Bassok M., Lewis M.W., Reimann P., Glaser R., (1989), «Self-Explanations» How Stuent's Study and Use Examples in Learning to Solve

- Problems», *Cognitive Science* N° 13, pp145-182.
- Claës , 1988                      Claës C., (1988) «Starguide : un générateur des systèmes d'autoformation à l'usage de logiciel» TSI 88.
- Clancey, 1983                      Clancey, W.J., (1983), «Guidon», *Journal of Computer-Based Instruction*- Volume 10- n°1 et n°2.
- Codd, 1970                          Codd E.F., (1970), «A Relational Model for Large Shared Data Banks», *Communications de l'ACM*, volume 13, N°6.
- Conri et al., 1997                      Conri C., Roland J., Boles JM. (1997) «Université et FMC», dans Gallois P., «La formation médicale continue, Principes, organisation, objectifs et méthodes d'évaluation», Flammarion Médecine Science (Ed.), pp66-68.
- Coté, Leclère, 2000                      Coté L., Leclère H., (2000), «Pourquoi se centrer sur le participant en formation médicale continue», *Pédagogie Médicale* 2000 N° 1 pp40-44.
- Cuénoud, 2000                          Cuénoud F., (2000), «L'apprentissage par problèmes, chercher pour se comprendre», *LEP Loisirs et Pédagogie*, Lausanne 2000.
- D'Halluin, 2000                          D'Halluin C., (2000), «Usages d'un environnement médiatisé pour l'apprentissage coopératif», *Les cahiers d'études du CUEPP*, N° 43, CUEPP (Ed), Janvier 2001.
- Darmoni et al., 2001                      Darmoni S.J., et al., (2001) «Doc'CISMeF : un outil de recherche Internet orienté vers l'enseignement et la formation à distance en médecine», *Pédagogie Médicale*, 2001 volume 2 pp170 - 178.
- Delors et al., 1998                      Delors J. et al., (1998), «L'Education pour le XXIème siècle : questions et perspectives -Contributions à la Commission Internationale sur l'Education pour le vingt et unième siècle présidée par Jacques Delors », rapport à l'UNESCO de la Commission internationale sur l'éducation pour le vingt et unième siècle, UNESCO (Ed.).
- Delozanne, 1992                          Delozanne E., (1992), «Explications en EIAO: études à partir d'ELISE, un logiciel pour s'entraîner à une méthode de calcul de primitives», Thèse de doctorat en Informatique de l'Université du Maine, Le Mans, janvier 1992.
- Delozanne, 2001                          Delozanne E., (2001), « Qu'est-ce qu'un résultat en EIAH?», Exposé Atelier EIAH de la Plate-forme AFIA, Grenoble, Juin 2001.
- Denef, 2001                              Denef J.F., (2001), « Les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) dans la formation médicale, au service de l'acquisition et du développement des compétences professionnelles», *Pédagogie Médicales*, 2001 N° 2, pp42-50.
- Desprès, 2001                          Desprès C., (2001), «Modélisation et conception d'un environnement de suivi pédagogique synchrone d'activités d'apprentissage à distance», Thèse de doctorat en informatique de l'Université du Maine, décembre 2001.
- Dillenbourg et al., 1996                      Dillenbourg P., Baker M., Blaye A., O'Malley C., (1996), «The evolution of research on collaborative learning», E. Spada et P. Reiman (Eds) *Learning in humans and Machine : Towards an interdisciplinary learning science*, Oxford : Elsevier, pp 189-211.

- Doise et al., 1991 Doise W., Deschamps J.C., Mugny G., (1991), «Le conflit socio-cognitif», Armand Colin (Ed.).
- Dosquet et al., 2000 Dosquet P., Durieux P., Durocher A., (1997), «Les recommandations médicales et professionnelles», dans Matillon Y., Durieux P., «L'évaluation médicale, du concept à la pratique, 2e édition», Flammarion Médecine Science pp43-54.
- Doucet et al., 1997 Doucet J., Lechevallier J., Weber J., (1997), «Le nouveau cursus des études médicales à Rouen : bilan et perspectives», 12èmes Journées Universitaires Francophones de Pédagogie Médicale, Cluj-Napoca, Roumanie, juin 1997.
- Durocher et al., 2000 Durocher A., Carpentier F. Loirat Ph., (1997), «La conférence de consensus», dans Matillon Y., Durieux P., «L'évaluation médicales, du concept à la pratique, 2e édition», Flammarion Médecine Science pp61-66.
- Duroux, 1997a Duroux G., (1997), «Méthodes pédagogiques de la formation de groupe» dans Gallois P., «La formation médicale continue, Principes, organisation, objectifs et méthodes d'évaluation», Flammarion Médecine Science, Chapitre 49 - pp 187-189.
- Duroux, 1997b Duroux G., (1997), «Chapitre 50 - Techniques pédagogiques utilisées en pédagogie active» dans Gallois P., «La formation médicale continue, Principes, organisation, objectifs et méthodes d'évaluation», Flammarion Médecine Science, pp 190-194.
- Ecoffey, Murat, 1999 Ecoffey C., Murat I., (1999), «La douleur chez l'enfant», Flammarion Médecine-Sciences.
- Fagot, 1985 Fagot A., (1985), «La Simulation du raisonnement médical», La Recherche n°170.
- Farah, 2000 Farah P., (2000), «Pédagogie médicale : un facteur de rassemblement de solidarité dans la francophonie médicale», Editorial, *Pédagogie Médicale*, volume 1, N°1.
- Fieschi, 1983 Fieschi M., (1983), «Sphinx» un système d'aide à la décision en médecine», Thèse de doctorat en biologie humaine, faculté de médecine de Marseille.
- Fieschi, 1984 Fieschi M., (1984), «Intelligence Artificielle en médecine - des systèmes experts», Masson (Ed.).
- Flanagan, 2001 Flanagan D., Gachet A., (2001), «Java in a Nutshell, manuel de référence pour Java 2, JDK1.2», O'Reilly (Ed.).
- Fournier-Charrière, 1999 Fournier-Charrière E., (1999), «La douleur en service de pédiatrie», dans Ecoffey C. et Murat I., «La douleur chez l'enfant», Paris, Flammarion Médecine-Sciences (Ed.), chapitre 12, pp 109-126.
- Gallois, 1997 Gallois P., (1997), «La decision médicale, fil conducteur de la FMC», dans Gallois P., «La formation médicale continue, Principes, organisation, objectifs et méthodes d'évaluation», Flammarion Médecine Science (Ed.), pp139-144.

- Gallois et al., 2000 Gallois P., Bignolas G., Menard J., (2000), «Évaluation en médecine: perspectives dans le domaine de la formation médicale», dans Matillon Y., Durieux P., «L'évaluation médicale, du concept à la pratique», 2<sup>e</sup> édition, Médecine-Sciences Flammarion (Ed.), chapitre 19 pp155-164.
- Gardarin, 1999 Gardarin G., (1999) «Bases de données objet et relationnel», Eyrolles (Ed.).
- Gauvain-Picquard, 1993 Gauvain-Picquard A., (1993), «TAMALOU: l'examen clinique du jeune enfant douloureux», vidéo réalisée par Pierre François, produit par la Fondation de France.
- Gauvain-Piquard, 1999 Gauvain-Piquard A., (1999), «La douleur chez l'enfant», dans Ecoffey C. et Murat I., «La douleur chez l'enfant», Paris, Flammarion Médecine-Sciences (Ed.), pp11-19.
- Gay, 1997 Gay B., (1997), «De l'enseignement initial à la formation continue : un processus permanent», dans Gallois P., «La formation médicale continue, Principes, organisation, objectifs et méthodes d'évaluation», Flammarion Médecine Science (Ed.), pp103-106.
- Genesereth, 1982 Geneserath M.R., (1982), «The role of plans in intelligent teaching system», in D. Sleeman et J.S. Brown, (Ed.), Conference Intelligent Tutoring Systems, NY Press pp137-155.
- George, 2001 George S., (2001), «Apprentissage collectif à distance. SPLACH: un environnement informatique support d'une pédagogie de projet», Thèse de doctorat d'informatique de l'Université du Maine, juillet 2001.
- George, Leroux 2001 George S., Leroux P., (2001) «Un environnement support de projets collectives entre apprenants : SPLACH», Desmoulin C., Grandbastien M., Labat JM, (Eds), Sixièmes Journées Francophones Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur (EIAO'2001), Paris - Hermes - France pp 49-60.
- Gil, 2000 Gil P., (2000) «e-formation - NTIC et re-engineering de la formation professionnelle», Dunod (Ed.).
- Golder, 1996 Golder C., (1996), «Le développement des discours argumentatifs», Actualités pédagogiques et psychologiques, Lausanne: Delachaux et Niestlé (Ed.).
- Gouaze, 2001 Gouaze A., (2001) «La Conférence Internationale des Doyens des Facultés de Médecine d'Expression Française Aujourd'hui et demain», *Pédagogie Médicale*, volume 2, N° 3, pp 146-147.
- Gremy, 1986 Gremy J., (1986) «Informatique Médicale», Flammarion (Ed.).
- Guin-Duclosson et al., 2002 Guin-Duclosson N, Jean-Daubias S., Nogry S., (2002) «The AMBRE ILE : How to Use Case Based Reasoning to Teach Methods», Intelligent Tutoring Systems - Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference ITS2002, Biarritz, France and San Sebastian, Spain, Juin 2002, Cerri S.A., Gouardères G., Paraguaçu F. (Eds.), Springer, pp782-790.
- Hammond, 1989 Hammond KJ., (1989) «Case Based planning : Viewing planning as a memory task», Boston : Academic Press (Ed.).

- Heinrich, 1992 Heinrich T.R., (1992), «Problem Solving in Open Worlds : a case study in design», Northvale, NJ: Erlbaum (Ed.).
- Heinrich, Kolodner, 1991 Heinrich T., Kolodner J., (1991), «The Roles of Adaptation in Case Based Design», in Proceedings of AAAI-91, Cambridge, MA: AAAI Press (Ed.).
- Hotte, 1998 Hotte R., (1998), «Modélisation d'un système d'aide multiexpert pour l'apprentissage coopératif à distance» Thèse en Didactique des disciplines de l'Université Denis Diderot-Paris7 - juin 1998
- Jacob-Delouis, Krivine, 1995 Jacob-Delouis I., Krivine J.P., (1995), «LISA: un langage réflexif pour opérationnaliser les modèles d'expertise», Revue d'Intelligence Artificielle, Volume 9, N° 1, pp53-88.
- Johnson et al., 2000 Johnson DW., Johnson RT., Stanne MB., (2000), «Cooperative Learning Methods : a Meta-Analysis», Cooperative Learning Center, University of Misesota, [www.clcrc.com/pages/cl-methods.html](http://www.clcrc.com/pages/cl-methods.html).
- Joiron et al., 1999 Joiron C., Lecllet D., Weidenfeld G., (1999) «Design of an Interactive Forum Environment Tailored for Distance Education», Proceedings of WebNet 99, Honolulu, USA, octobre 1999, pp 1306 - 1308.
- Joiron, 1998 Joiron C., (1998) «Similarité dans un système de Simulation à Base De Cas (SBDC)», Mémoire de DEA, Université de Picardie Jules Verne.
- Joiron, 1999 Joiron C., (1999), «An Interactive Forum for Distance Education», AIED 99, Young Researcher Track, Le Mans, France.
- Joiron, Lecllet, 2000 Joiron C., Lecllet D., (2000), «Confrontation d'expériences médicales: le forum DIACOM (Discussions Interactives à bAse de Cas pour la fOrmation Médicale)», TICE 2000, Troyes, France, octobre 2000, pp 393.
- Joiron, Lecllet, 2001a Joiron C., Lecllet D., (2001), «A case base model for a case based forum: experimentation on pediatric pain management», Proceedings of Artificial Intelligence in Education AIED2001, San Antonio, Texas, USA, mai 2001, pp 111-121.
- Joiron, Lecllet, 2001b Joiron C., Lecllet D., (2001), «Partage de cas pour la formation médicale: modélisation et expérimentation du forum DIACOM», *Sciences et Techniques Educatives* - Volume 8, Actes de la conférence EIAO'01, Paris, Hermes (Ed.), pp 149-154.
- Joiron, Lecllet, 2001c Joiron C., Lecllet D., Caron F.M. (2001), «A forum dedicated to case based discussions for continuing medical education», Proceedings of the 10<sup>th</sup> World Congress on Medical Informatics MEDINFO 2001, London, UK, september 2001, V. Patel et al. (Eds), IOS Press, pp 1086 (poster).
- Joiron, Lecllet, 2002a Joiron C., Lecllet D., (2002), «DIACOM: a Collective Learning Forum for Continuing Mediacl Education», Health Data in the Information Society, Proceedings of MIE2002, Budapest, Hongrie, Août 2002, Surjan, Engelbrecht, McNair (Eds.), IOSPress, pp 793-797.
- Joiron, Lecllet, 2002b Joiron C., Lecllet D., (2002), «Apprentissage de la prise en charge de la douleur chez l'enfant: le forum DIACOM et ses modèles sous-jacents», à paraître, TICE 2002, Lyon, France, novembre 2002 (papier long).
- Joiron, Lecllet, 2002c Joiron C., Lecllet D., (2002), «Design of a Distance Learning Environment, DIACOM: an Interactive Forum Based on Collaborative Learning for

- Continuing Medical Education», Proceedings of Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications ED-MEDIA2002, Denver, Colorado, USA, juin 2002, pp 876-881.
- Jouquan et al., 1997      Jouquan J., Pennec YL., Boles JM., (1997) «Diplômes d'Université et diplômes inter-universitaires en tant qu'outils de FMC», dans Gallois P., «La formation médicale continue, Principes, organisation, objectifs et méthodes d'évaluation», Flammarion Médecine Science(Ed.), pp228-231.
- Karbach et al., 1991      Karbach W., Voss A., Schuckey R., Drouven U., (1991), «MODEL-K: Prototyping at the Knowledge Level», in Proceedings of the 6th International Conference «The Expert systems and Their Applications», Avignon, pp501-511.
- Kassel et al., 2000      Kassel G., Abel M.H., Greboval-Barry C. (2000), «Programmer au niveau connaissance en DEF-\*, dans Charlet J., Zacklad M., Kassel G., Bourigault D., «Ingénierie des connaissances - Evolutions récentes et nouveaux défis», Eyrolles (Ed.), pp145-160.
- Kolodner, 1993      Kolodner J., (1993), «Case Based Reasoning», Morgan Kaufman (Ed.).
- Koschman et al., 1995      Koschman T., Feltovich P.J., Myers A.C., Barrows H.S., (1995) «Implications of CSCL for Problem Based Learning», conference Computer Supported Cooperative Learning 1995.
- Labat, 1990      Labat J.M., (1990), «Quiz : une contribution à l'amélioration des capacités pédagogiques des tuteurs intelligents -une étude réalisée sur l'enseignement des enchères au bridge», Thèse de doctorat en informatique de l'Université de Paris 6.
- Laville, 1997      Laville M., (1997) «Nouvelles Technologies Educatives et FMC», dans Gallois P., «La formation médicale continue, Principes, organisation, objectifs et méthodes d'évaluation», Flammarion Médecine Science (Ed.), pp209-211.
- Le Bozec et al., 2000      Le Bozec C., Jaulent M.C., Zapletal, (2000), «DEM: remémoration de cas pour l'aide au diagnostic en anatomie pathologique», dans Charlet J., Zacklad M., Kassel G., Bourigault D. «Ingénierie des connaissances, évolutions récentes et nouveaux défis», Eyrolles (Ed.), pp 371-386.
- Leclercq, Van der Vieulen, 1998      Leclercq D., Ven der Vieulen C., (1998), «APP», in Leclercq D. «Pour une pédagogie universitaire de qualité», Mardaga (Ed.).
- Lecllet, 1993      Lecllet D., (1993), «Une approche par plans et par modélisation du domaine appliquée à l'enseignement de la rhumatologie : le système ARIADE», Thèse d'informatique de l'Université de Technologie de Compiègne, décembre 1993.
- Lecllet, Trouillet, 2001a      Lecllet D., Trouillet H., (2001), «Méthodologie de création de plate-forme d'enseignement à distance», rapport interne du pôle régional de recherche NTE, rédigé pour le Comité de Direction Scientifique de mai 2001.
- Lecllet, Trouillet, 2001b      Lecllet D., Trouillet H., (2001), «Méthodologie de création de plate-forme d'enseignement à distance», rapport interne du pôle régional de recherche NTE, rédigé pour le Comité de Direction Scientifique de novembre 2001.
- Lecllet, Weidenfeld, 1996      Lecllet D., Weidenfeld G., (1996), «Un modèle de simulation basé sur une

- représentation du type objets-règles pour l'enseignement des métiers de vente», *Intelligent Tutoring Systems, Proceedings of the 3rd International conference ITS96*, Montréal, Canada, pp502-511.
- Lecllet, Weidenfeld, 1997      Lecllet D., Weidenfeld G., (1997), «Training to strategical decisions in professional contexts: a bridge from cased-based to simulation-based approach», *Proceedings of PEG97*, Sozopol, Bulgarie.
- Lecllet, Weidenfeld, 1998a      Lecllet D., Weidenfeld G., (1998), «Training for Strategic Decision Making in Professional contexts», *Journal of Computer Assisted Learning*, volume 14, pp140-147.
- Lecllet, Weidenfeld, 1998b      Lecllet D., Weidenfeld G., (1998), «Case Based Simulation Applied to Medical Training», *Proceedings of International Conference on Computers in Education ICCE98*, Pekin, Chine, pp 74-80.
- Lenoir, 1991                      Lenoir P., (1997), «Présentation de l'ADM», *Rapport interne de Médecine Informatique de l'Université de Rennes*.
- Lepage et al., 1991              Lepage E., Bouhaddou O., Tradaniel J., Chassany O., (1991) «Iliad: an expert system for diagnostic assistance and teaching: implementation in France», *Proceeding of 15<sup>th</sup> Symposium on Computer Applications in Medical Care SCAMC1991*, New York : Mc Graw Hill (Ed).
- Leroux, Vivet, 1996              Leroux P., Vivet M., (1996) «De la modélisation d'un processus de coopération à la conception d'un système coopératif d'apprentissage», *Intelligent Tutoring Systems, Proceedings of the 3rd International conference in Intelligent Tutoring Systems ITS96*, Montréal, Canada, pp 197-205.
- Lothon-Demerliac et al., 2001      Lothon-Demerliac C., Laurent-Beq A., Marec P., (2001), «Evaluation du plan triennal de lutte contre la douleur - Synthèse du rapport réalisé à la demande de la direction Générale de la Santé, Ministère délégué à la santé, Ministère de l'emploi et de la solidarité», *Société française de santé publique*, Octobre 2001.
- Louis, Maloine, 1986              Louis O., Maloine , (1986) «QCM et cas cliniques en psychiatrie», *Flammarion Médecine-Science* (Ed.).
- Marcedo et al.,1997              Marcedo L., Pereira F.C., Grilo C., Cardoso A., (1997), «Experimental Study of Similarity Metric for Retrieving Pieces from Structured Plan Cases : its Role in the Originality of Plan Cases Solution», *Proceedings of International Conference on Case Based Reasoning ICCBR 1997*, Providence, Rhode Island, USA, juillet 1997.
- Matta, 1995                      Matta N., (1995) «Méthodes de résolution de problèmes: leur application et leur représentation dans MACAO-II», *Thèse de l'Université Paul-Sabatier*, Toulouse.
- Mattei et al., 1997              Mattei J.F., Etienne J.C., Chabot J.M., (1997), «De la médecine à la santé, pour une réforme des études médicales et la création d'universités de la santé», *Flammarion* (Ed.).
- Mc Gaghie et al., 1978              Mc Gaghie W.C. et al., (1978), «Introduction à un enseignement médical fondé sur l'acquis de compétences», *OMS*, Genève, 1978.
- Mendelez et al., 2001              Mendelez E., Bugun A., Le duff F., Le Beux P., (2001) «Design of a CSCL Environment for Clinical Reasoning Learning an Problem Based Learning in

- Medicine», Proceedings of the 10<sup>th</sup> World Congress on Medical Informatics MEDINFO 2001, London, UK, september 2001, V. Patel et al. (Eds), IOS Press, pp 1056 - 1060.
- Mendelsohn, Dillenbourg, 1991 Mendelsohn P., Dillenbourg P., (1991), «Le développement de l'enseignement intelligemment assisté par ordinateur», conférence donnée à la réunion de l'Association de Psychologie Scientifique de Langue française, Symposium Intelligence Naturelle et Intelligence artificielle, Rome, Septembre 1991.
- Menu et al., 2001 Menu P., Youg H.L., Bellin D., Marchessou Fr., (2001), «Une formation médicale continue par télé-enseignement : bilan de 8 années avec EUROTRANSMED et évaluation du contrôle de l'accréditation», Colloque Internet et Pédagogie Médicale, Novembre 2001, Nice, France.
- Mignon, 1997 Mignon F., (1997) «Presse Médicale et FMC», dans Gallois P., «La formation médicale continue, Principes, organisation, objectifs et méthodes d'évaluation», Flammarion Médecine Science (Ed.), pp93-94.
- Moreau, 2000 Moreau M., «Discours d'ouverture du Recteur d'académie et Directeur général du CNED», Actes des 2èmes Entretiens Internationaux sur l'enseignement à distance, Chantiers publics et métiers de l'enseignement à distance au seuil de l'an 2000, CNED 2000 (Ed.), p13-18, 2000.
- Morlat, 1989 Morlat P., (1989) «Évaluation d'antibioguide», *La Revue d'Education Médicale*, juin 1989, volume 12, n°2.
- Motta, 1998 Motta E., (1998), «An overview of the OCML Modeling Language», in Proceedings of the 8th Workshop on Knowledge Engeneering: Methods ans Languages, Karlsruhe, Allemagne.
- Muller, 1997 Muller P.A., (1997), «Modélisation objet avec UML», Eyrolles (Ed.).
- Murray, 1999 Murray T., (1999). Authoring Intelligent Tutoring Systems, an Analysis of the Stat of Art. *International J. of Artificial Intelligence in Education*, Vol 10, pp 98-129.
- Nguyen, Nicaud, 1995 Nguyen-Xuan A., Nicaud JF., (1995) «Effets des messages d'erreurs sur l'apprentissage de l'appariement de règles de factorisation avec un environnement interactif intelligent», *Sciences et Techniques Educatives*, volume 2, n° 2, pp145-171.
- Nicaud, Vivet, 1988 Nicaud J.F., Vivet M., (1988), «Les tuteurs intelligents: réalisations et tendances de recherches», *TSI*, volume 7, n°1, pp21-45.
- ORAVEP, 2000 «Étude comparative, technique et pédagogique des plate-formes pour la formation ouverte et à distance», mise à jour novembre 2000, disponible sur [www.algora.org](http://www.algora.org).
- Pagesy et al., 2002 Pagesy R., Soula G., Fieschi M., (2002) «Enhancing a Medical E-Learning Environment - The Adaptive Di2@DEM Approach», Health Data in the Information Society, Proceedings of MIE2002, Kazan, Russie, Août 2002, Surjan, Engelbrecht, MCNair (Eds.), IOSPress, pp739-744.
- Pagonis et al., 2000 Pagonis D., Bessard G., Cracowski JL., Stanke F., Debru JL., Martin H., Tarrozi S., (2000) «Évaluation d'un module de FMC à distance de Pharmacologie au CHU de Grenoble. Enquête auprès des étudiants

- usagers», Séminaire Internet et Pédagogie Médicale IPM2000, Pitié Salpêtrière Paris, mars 2000.
- Papert, 1981                      Papert S., (1981), «Jaiilissement de l'esprit - Ordinateurs et apprentissage», Champs - Flammarion (Ed.).
- Paquette, 2000                    Paquette G., (2000), «Portails de télé-apprentissage», *Sciences et Techniques Educatives*, volume 7 n°1, Hermes (Ed.), pp207-226.
- Peraya, 1999                      Peraya D., (1999), «Le Cyberespace : un dispositif de communication et de formation médiatisé», dans Alvas «Cyberespace et formations ouvertes. Vers une mutation des partiques de formation», De Boeck Université (Ed.), pp17-44.
- Perret, Thevenaz, 2000         Perret J.F., Thévenaz D., (2000), «Utilisation pédagogique d'un forum de discussion électronique - Expérience en cours», Rapport interne au Centre NTE de l'Université de Fribourg - mars 2000, n° 6.
- Perriault, 1996                    Perriault J., (1996) «La communication du savoir à distance», L'Harmattan Education et Formation (Ed.).
- Pétard, et al., 1999              Pétard J.P., et al., (1999), «Penser en groupe», dans «Psychologie Sociale», collection Grand Amphi, Bréal (Ed.).
- Piaget, 1935                        Piaget J., (1935) «Psychologie et Pédagogie », Gallimard - Folio essais (Ed.) 1988.
- Plaisance, Vergnaud, 1999     Plaisance E., Vergnaud G., (1999), «Les Sciences de l'Education», 2<sup>e</sup> édition, La découverte (Ed.), Paris.
- Poirier Proulx, 1999            Poirier Proulx L., (1999), «La résolution de problèmes en enseignement», Bruxelles, De Boeck (Ed.).
- Porter et al., 1990                Porter B., Bareiss R., Holte R., (1990), «Concept Learning and Heuristic Classification in Weak Theory Domains», *AI Journal*, 45 p229-264.
- PREAU et al, 2000                «Choisir une solution de téléformation - Etude 2000 - L'offre de plates-formes et de portails de téléformation», Etude comparative et compte rendu - Préau/Aska/klr.fr
- Quignard, 2000                    Quignard M., (2000), «Modalisation cognitive de l'argumentation dialoguée, Etude de dialogues d'élèves en résolution de problèmes de sciences physiques» ▯ thèse de doctorat en sciences cognitives de l'Université Joseph Fournier de Grenoble, janvier 2000.
- Quignard, Baker, 1999         Quignard M., Baker M. (1999). Favouring modellable computer-mediated argumentative dialogue in collaborative problem-solving situations, *Artificial Intelligence in Education*, S.P. Lajoie and M. Vivet (Eds), IOS Press, pp. 129-136.
- Reffay, Chanier, 2001            Reffay C., Chanier T., (2001), «CUMULI : construction d'une mémoire de groupe dans l'interaction en FAD», *Sciences et Techniques Educatives - Volume 8*. EIAO'01, Hermes (Ed.), pp155-158.
- Reisbeck, Schank, 1989         Reisbeck C.K., Schank R.C., (1989), «Inside Case Based Reasoning», Lawrence Erlbaume Associates (Ed.), Hillsdale, NJ, US.

- Reiser et al., 1985 Reiser B.J., Anderson J.R., Farell R.G., (1985) «Dynamic student modelling in an intelligent tutor for LISP programming», Proceedings of International Joint Conference on Artificial Intelligence IJCAI-85, Los Angeles CA, USA.
- Richter, Wess, 1991 Richter M., Wess S., (1991), «Similarity, Uncertainty and Case Based reasoning in PATDEX», Boyer (Eds), Automated reasoning, Essays in honor of Woody Bledsue, Kluwer Academic Publishing, pp249-265.
- Robertson et al., 1998 Robertson J., Good J., Pain H., (1998), «BetterBlether, the Design and Evaluation of a Discussion Tool for Education», *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Volume 9, pp219-236.
- Rolland et al., 1998 Rolland J. et al., (1998), «Les facultés de médecine et la formation médicale continue», Conférence des doyens de faculté de médecine.
- Schreiber et al. 1993 Schreiber G., Wielinga B., Beuker J. (1993), «KADS: a principled approach to knowledge-based system development», *Knowledge-Based Systems*, volume 11, Academic Press (Ed.).
- Schreiber et al., 1994 Schreiber A.T., Wielinga B.J., Akkermans J.M., Van de Velde W., Anjewierden A., (1994), «CML: The CommonKADS Conceptual Modelling Language», in Proceedings of the 8th European Knowledge Acquisition Workshop, Springer Verlag, Heidelberg, Allemagne, pp 283-300.
- Seka et al., 1998 Seka L.P., Fresnel A., Burgun A., Jarno P., Le Duff F., Morcet N., Pouliquen B., Delamarre D., Duvauferrier R., Le Beux P., (1998), «Une université médicale virtuelle pour le formation continue», *Informatique et Santé*, Volume 10 Springer Verlag France, pp143-151.
- Self, 1974 Self J., (1974), «Students models in Computer Aided Instruction», *International Journal in Man-Machine Studies*, Volume 6, pp261-276.
- Shapira, Rowland, 2001 Shapira A.V.H., Rowland L.P., (2001), «Clinical cases in neurology», Butterworth - Heinemann (Ed.).
- Shortliffe, 1976 Shortliffe E.H., (1976), «Mycin: computer-based medical consultation», American Elsevier (Ed.).
- Skinner, 1954 Skinner B.F, (1954), «The Science of Learning and the Art of Teaching», *Harvard Education Revue*, volume 24, pp86-97.
- Soula et al., 1994 Soula G., Bartoli JM, Fieschi M., (1994), «Hypermédia et apprentissage en médecine: le projet FORUM», *Sciences et Techniques Educatives*, volume 1, n° 4, Hermes (Ed.) pp521-538.
- Soula et al., 2001 Soula G., Pagesy R., Giorgi R., Fieschi D., Gouvernet J., Daniel L., Fieschi M., (2001), «An adaptive medical e-learning environment : the MEDIDACTE project», Proceedings of the 10th World Congress on Medical Informatics MEDINFO2001, London UK, september 2001, Patel V.L., Rogers R. and Haux R (Eds), IOS Press, pp 1076- 1080.
- Stevens et al., 1982 Stevens A., Collins A., Godin S.E., (1982), «Misconceptions in student's understanding», in Brows J.S., (Eds) Conference Intelligent Tutoring Systems ITS82, pp 13-24.

- Tchounikine et al., 2000 Tchounikine P., Istenes Z., Trichet F., (2000) «Zola : un langage permettant une approche flexible de l'opérationnalisation du modèle conceptuel d'un système à base de connaissances», dans Charlet J., Zacklad M., Kassel G., Bourigault D., «Ingénierie des connaissances - Evolutions récentes et nouveaux défis», Eyrolles (Ed.), pp129-144.
- Thouin, Creveuil, 1999 Thouin A., Creveuil C., (1999), «Grille d'évaluation des produits d'enseignement multimedia en médecine», Masson (Ed.).
- Trichet, 1999 Trichet F., (1999), «L'opérationnalisation en Ingénierie des Connaissances», Journée de travail du GRACQ, groupe AFIA PRC-I3 «Modèles, Objets et composants, apports et convergence avec l'ingénierie des connaissances», juin 1999, disponible sur le site du GRACQ ([www.irit.fr/GRACQ/index-act.html](http://www.irit.fr/GRACQ/index-act.html)).
- UNAFORMEC, 1998 «Recertification des médecins en exercice, expériences, essais et enjeux», Colloque international UNAFORMEC, Paris, novembre 1998.
- Vallée, 1997 Vallée JP., (1997), «Chapitre 6 - Principes de la pédagogie d'adultes» dans Gallois P., «La formation médicale continue, Principes, organisation, objectifs et méthodes d'évaluation», Flammarion Médecine Science (Ed.), pp33-38.
- Venot, Falcoff, 1999 Venot A., Falcoff H., (1999), «L'informatisation du cabinet médical du futur», collection *Informatique et Santé* dirigée par Degoulet P. et Fieschi M., Volume 11, Paris, Springer Verlag - France.
- Vigotsky, 1985 Vigotsky LS., (1985) «Pensée et Langage», Paris Massidor (Ed.).
- Vivet et al., 1988 Vivet M., Delozanne E., Carrière E., (1988), «Presentation of different aspects of Amalia: a knowledge based tutor of mathematics», Actes de l'Université Européenne sur les Tuteurs Intelligents, Le Mans, 1988, pp155-170.
- Voyer, 1987 Voyer R., (1987) «Moteurs de Systèmes Experts», Eyrolles (Ed.).
- Walrath, Campione, 1999 Walrath K., Campione M., (1999), «The JFC Swing Tutorial: A Guide to Construct GUIs», sun microsystems (Ed.), juin 1999.
- Watson, 1997 Watson I., (1997) «Applying Case Based Reasoning - Techniques for Enterprise systems», Morgan Kaufmann (Ed.), pp1-14.
- Watson, 1997a Watson I., (1997) «Chapter 1 : What is Case Based Reasoning? », in «Applying Case Based Reasoning - Techniques for Enterprise systems», Morgan Kaufmann (Ed.), pp1-14.
- Watson, 1997b Watson I., (1997) «Chapter 2 : Understanding CBR», in «Applying Case Based Reasoning - Techniques for Enterprise systems», Morgan Kaufmann (Ed.), pp15-38.
- Watson, 1998 Watson D.E., (1998) «Clinical cases for learning pediatric occupational Therapy: a problem based approach», Reissue (Ed.).
- Watson, Marir, 1994 Watson I., Marir F., (1994), «Case Based Reasoning: a Review», *The Knowledge Engineering Review*, volume 9, N° 4, pp327-354.
- Wetter, 1990 Wetter T., (1990), «First Order Logic Foundations of the KADS Conceptual Model» in B.J. Wielinga et al. (Eds.), *Current Trends in Knowledge*

- Acquisition, IOS Press, Amsterdam, pp356-375.
- Wielinga et al. 1992      Wielinga B., Schreiber G., Breuker J., (1992) «KADS: a modelling approach to knowledge engineering», *Knowledge Acquisition*, volume 4, pp 5-53.
- Zhang, Alem, 1996      Zhang D.M., Alem L., (1996) «Using Case Based Reasoning for Exercise Design in Simulation Training», *Intelligent Tutoring Systems, Proceedings of the 3rd International conference ITS96*, Montréal, Canada, pp 561-568.

## 2 Références Internet

- Achimed UMF - Site Web du projet en rodage: <http://servuvmf.archimed.fr/abv>  
http
- ALGORA, http      Site Web de l'association Algora : [www.algora.org/](http://www.algora.org/)
- Alpesmed - http      Alpes Med, Site de l'UFR de médecine de Grenoble, Université Joseph Fourier, Grenoble 1: <http://ujf-iab.ujf-grenoble.fr/sante/alpesmed/alpesmed.htm>
- Archimed - http      Site web de la société Archimed et de Campus Virtuel: [www.archimed.fr](http://www.archimed.fr)
- Ariadne - http      Site Web du projet Ariadne: <http://ariadne.unil.ch>
- ARRAKIS - http      Site Web de l'association Arrakis formation médicale continue: [www.arrakis-fmc.com](http://www.arrakis-fmc.com)
- CNED - http      Site Web du Centre National d'Enseignement à Distance: [www.cned.fr](http://www.cned.fr)
- CSCL - http      Site web de la conférence Euro-CSCL 2001: <http://www.mmi.unimaas.nl/euro-cscl/>
- Derma tunisie - Site Web de la société tunisienne de dermatologie:  
http      <http://www.dermato-tunisie.com/cas/cas.htm>
- Dermatonet - Site web anglophone qui regroupe des adresses proposant des cas cliniques en  
http      dermatologie: <http://www.dermatonet.com/cas.htm>
- Fac Med      Site web de la faculté de médecine de Marseille - Cours des études médicales:  
Marseille - http      [www.timone.univ-mrs.fr/medecine/enseignement/ETUDESMEDE/em\\_deroulement.html](http://www.timone.univ-mrs.fr/medecine/enseignement/ETUDESMEDE/em_deroulement.html)
- IBM vajava - Site web d'IBM, présentation de l'IDE IBM VisualAge pour Java:  
http      [www-3.ibm.com/software/ad/vajava/](http://www-3.ibm.com/software/ad/vajava/)
- Interact Patient Site Web anglophone du patient interactif (The Interactive patient) :  
- http      <http://nt.media.hku.hk/InteractivePatient/medicus.htm>
- Le BeuxUMVF - Site web sur lequel se trouve la présentation de Pierre Le Beux sur l'UMVF:  
http      <http://www.med.univ-rennes1.fr/UMVF/>
- Lyon-http      Polycopiés téléchargeables de la faculté de médecine d'université de Lyon:  
<http://cri-cirs-wnts.univ-lyon1.fr/Polycopies/>
- MEDITO - http      Site web médico-culturel Medito: [www.medito.com](http://www.medito.com)
- MEDLINE - http      Site Web de la base de données de ressources médicales Medline : [www.medline.com](http://www.medline.com)

---

Meducation - http	Site web proposant des cas cliniques: <a href="http://www.meducation.com/cases.html">www.meducation.com/cases.html</a>
Open University - http	Site Web de l'Open University: <a href="http://www.open.ac.uk/">www.open.ac.uk/</a>
Ordre - http	Site web de l'Ordre National des Médecins: <a href="http://ordmed.org">ordmed.org</a>
Pédiadol - http	Site Web de l'association Pédiadol, spécialisée sur la problématique de la douleur de l'enfant: <a href="http://www.pediadol.org">www.pediadol.org</a>
PREAU - http	Site Web de l'association Le Préau: <a href="http://www.preau.asso.fr/">www.preau.asso.fr/</a>
Rés Ped Rennes1 - http	Réseau pédagogique de la faculté de médecine de Rennes 1: <a href="http://www.med.univ-rennes1.fr/resped/">www.med.univ-rennes1.fr/resped/</a>
Scherly - http	Scherly D., article: Apprentissage par problème et les Nouvelles Technologies de l'Enseignement: <a href="http://tecfa.unige.ch/~scherly/APP/APP.html">http://tecfa.unige.ch/~scherly/APP/APP.html</a>
Staff Amiens - http	Site web de présentation du planning des staffs Médico-chirurgicaux du CHU d'Amiens: <a href="http://formed.dyadel.net/staffs.html">formed.dyadel.net/staffs.html</a>
Staff intermaternité - http	Site présentant le compte-rendu du 3 <sup>ème</sup> Staff intermaternité du réseau sécurité naissance dans les Pays de la Loire: <a href="http://www.reseau-naissance.com/rsn_staff3.html">www.reseau-naissance.com/rsn_staff3.html</a>
Sun - http	Site web de sun microsystems et java: <a href="http://java.sun.com">java.sun.com</a>
Telesup - http	Site Web de la FIED (Fédération Interuniversitaire d'Enseignement à Distance): <a href="http://telesup.univ-mrs.fr/htm/">http://telesup.univ-mrs.fr/htm/</a>
THOT - http	Site Web du bulletin électronique de la veille technologique: <a href="http://thot.cursus.edu/">http://thot.cursus.edu/</a>
Unaformec, http	Site Web de l'Unaformec: <a href="http://www.unaformec.org">www.unaformec.org</a>
Univ Tours FMC - http	Site Web du département universitaire de FMC de l'université de Tours: <a href="http://www.med.univ-tours.fr/fmc/Pages/ANRV.html">www.med.univ-tours.fr/fmc/Pages/ANRV.html</a>
Univ Virt Rennes1 - http	Université Vituelle de Renne 1- Faculté de médecine - <a href="http://www.med.univ-rennes1.fr/cgi-bin/seka/UVR.pl">http://www.med.univ-rennes1.fr/cgi-bin/seka/UVR.pl</a>
Vascul Inf Cases - http	Site web anglophone de cas cliniques d'infections vasculaires: <a href="http://medic.bgu.ac.il/mirrors/VI/VI_TOCs.html">http://medic.bgu.ac.il/mirrors/VI/VI_TOCs.html</a>
Versant - http	Site web de l'entreprise Versant: <a href="http://www.versant.fr">www.versant.fr</a>

# GLOSSAIRE

---

## 1 Terminologie

Analgésie	Perte de la sensibilité de la douleur
Anamnèse	Ensemble des renseignements recueillis, auprès du malade lui-même ou d'autres personnes, sur ses antécédents, sur l'histoire et les détails de sa maladie.
Aphte	Petite ulcération jaunâtre, ronde ou ovale, entourée d'un halo rouge, succédant à une vésicule, d'origine virale, et siégeant sur la muqueuse buccale ou pharyngée ou génitale. Elle s'accompagne d'une sensation de brûlure.
Aspirine	Synonyme d'acide acétyl-salicylique. Antalgique et apyrétique.
Atonie	Relâchement, faiblesse ou diminution de la tonicité normale d'un tissu ou d'un organe, en particulier du tonus musculaire.
Cas clinique	Histoire diagnostique et thérapeutique d'un patient, illustrant un exemple de prise en charge de la pathologie de ce patient.
Codenfan	Médicament composé de codéine et de paracétamol. Antalgique de palier 2.
Conflit socio-cognitif	Désaccord à propos d'un jugement de pertinence ou de vérité.
Diagnostic différentiel	Détermination de la nature d'une maladie par comparaison de ses symptômes avec ceux de plusieurs affections et par une déduction fondée sur un processus d'élimination.
Examen clinique	Etude de l'état d'un organe, d'une fonction, par un médecin, directe, sans instruments complexes.
Examen complémentaire	Etude de l'état d'un organe, d'une fonction, par un médecin, nécessitant un matériel et du personnel spécialisé.
Gastro-entérite	Inflammation aiguë ou chronique des muqueuses de l'intestin et de l'estomac.

Gingivostomatite	Toute inflammation de la gencive
Hernie	Saillie ou issue d'un viscère ou d'une partie de viscère hors de ses limites normales, à travers les parois affaiblies de la cavité qui le contient ou par un orifice naturel, accidentel ou pathologique.
Ictère	Terme populaire. Jaunisse. Coloration jaune plus ou moins intense des téguments et des muqueuses dues à l'imprégnation des tissus par les pigments biliaires. Ses causes principales sont l'atteinte des cellules hépatiques, l'obstruction des voies biliaires extra-hépatiques, la destruction massive des globules rouges.
Invagination Intestinale	Pénétration d'un segment de l'intestin, à la manière d'un doigt de gant retourné, dans un autre segment inférieur ou supérieur.
Maladie	Toute altération de l'état de santé, plus précisément ensemble de signes et de symptômes anormaux en rapport avec des troubles fonctionnels ou des lésions, en général dus à des causes internes ou externes, le plus souvent bien connues.
Méningite	Toute inflammation des méninges. Une méningite est dite cérébrale, spinale, ou cérébro-spinale, selon que l'inflammation affecte les méninges de l'encéphale seul, de la moelle épinière seule ou de l'ensemble encephalo-moelle épinière.
Nociceptif	Vient de nociception, perception sensorielle de la douleur.
Oesophagite	Inflammation de l'œsophage.
Ostéoarthrite	Arthrite compliquée de lésions osseuses des extrémités articulaires.
Otite	Toute inflammation de l'oreille, affectant soit la caisse du tympan (otite moyenne), soit le conduit auditif externe (otite externe).
Paracétamol	Médicament analgésique et antipyrétique courant.
Pathologies	Partie de la médecine qui étudie les maladies du point de vue clinique et anatomique.
Posologie	Quantité totale d'un médicament, estimée selon l'âge et le poids du malade, qui est à administrer en une ou plusieurs fois lors du traitement d'une maladie
Sémiologie	Partie de la médecine qui étudie les symptômes et signes qui traduisent la lésion d'un organe ou le trouble d'une fonction
Signe	Toute manifestation d'une maladie que le médecin ou un autre observateur peut constater objectivement et, plus particulièrement, tout phénomène que l'observateur peut provoquer intentionnellement à des fins diagnostiques (alors que le symptôme est subjectivement ressenti par le patient).
Thérapeutique	Partie de la médecine qui s'occupe du traitement des maladies. tout traitement.

## 2 Sigles

AINS	Anti-Inflammatoire Non Stéroïdien
AMM	Autorisation de Mise sur le Marché

---

ANAES	Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation de la Santé
APP	Apprentissage Par Problèmes
ARC	Apprentissage au Raisonnement Clinique
ARIADNE	Alliance of Remote Institutional Authoring and Distribution Networks for Europe
CHRU	Centre Hospitalier Régional Universitaire
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CIDMEF	Conférence Internationale des Doyens de facultés de Médecine de langue Française...
CNED	Centre National d'Enseignement à Distance
CNTE	Centre National de Télé-Enseignement
CSCL	Computer Supported Collaborative Learning
DCEM	Deuxième Cycle des Etudes Médicales
DCI	Dénomination Comune Internationale
DIACOM	Discussions Interactives à base de Cas pour la formation Médicales
DIACOM-IA	DIACOM- Interface Auteur
DIACOM-ID	DIACOM- Interface de Discussion
DIU	Diplôme Inter Universitaires
DU	Diplôme d'Université
EAO	Enseignement Assisté par Ordinateur
EIAC	Environnement Informatique d'Apprentissage Coopérants
EIAH	Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain
EIAO	Enseignement Intelligent Assisté par Ordinateur
EiAO	Environnement interactif d'Apprentissage avec Ordinateur
EVA	Echelle Visuelle analogique
FAD	Formation A Distance
FMC	Formation Médicale Continue
FMI	Formation Médicales Initiale

NTIC	Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PCEM	Premier Cycle des Etudes Médicales
RAPC	Raisonnement A Partir de Cas
SBDC	Simulation à Base De Cas
STI	Système Tutoriel Intelligent
UML	Unified Modelling Language
UMVF	Université Médicale Virtuelle Française
UNAFORMEC	Union Nationale des Associations de FORMation Médicale Continue

## **ANNEXE 1 - DECOMPOSITION EN SCENES DES CAS DU CORPUS**

### **EXPERIMENTAL**

---

<b>1</b>	<b>Cas clinique numéro 1</b> .....	<b>229</b>
1.1	Enoncé textuel .....	229
1.2	Décomposition en scènes selon le modèle générique.....	229
<b>2</b>	<b>Cas clinique numéro 2</b> .....	<b>230</b>
2.1	Enoncé textuel .....	230
2.2	Décomposition en scènes selon le modèle générique.....	231
<b>3</b>	<b>Cas clinique numéro 3</b> .....	<b>232</b>
3.1	Enoncé textuel .....	232
3.2	Décomposition en scènes selon le modèle générique.....	233
<b>4</b>	<b>Cas clinique numéro 4</b> .....	<b>234</b>
4.1	Enoncé textuel .....	234
4.2	Décomposition en scènes selon le modèle générique.....	235
<b>5</b>	<b>Cas clinique numéro 5</b> .....	<b>236</b>
5.1	Enoncé textuel .....	236
5.2	Décomposition en scènes selon le modèle générique.....	236
<b>6</b>	<b>Cas clinique numéro 6</b> .....	<b>237</b>

6.1	Enoncé textuel .....	237
6.2	Décomposition en scènes selon le modèle générique.....	237
<b>7</b>	<b>Cas clinique numéro 7 .....</b>	<b>238</b>
7.1	Enoncé textuel .....	238
7.2	Décomposition en scènes selon le modèle générique.....	239
<b>8</b>	<b>Cas clinique numéro 8 .....</b>	<b>240</b>
8.1	Enoncé textuel .....	240
8.2	Décomposition en scènes selon le modèle générique.....	240
<b>9</b>	<b>Cas clinique numéro 9 .....</b>	<b>241</b>
9.1	Enoncé textuel .....	241
9.2	Décomposition en scènes selon le modèle générique.....	241
<b>10</b>	<b>Cas clinique numéro 10 .....</b>	<b>242</b>
10.1	Enoncé textuel .....	242
10.2	Décomposition en scènes selon le modèle générique.....	242
<b>11</b>	<b>Cas clinique numéro 11 .....</b>	<b>243</b>
11.1	Enoncé textuel .....	243
11.2	Décomposition en scènes selon le modèle générique.....	244

# 1 Cas clinique numéro 1

## 1.1 Enoncé textuel

Vous êtes appelé vers midi au domicile de Pierre, 7 mois, car la maman ne le trouve vraiment pas très bien et pense qu'il a une méningite : il a présenté ce matin un épisode de cris et de vomissements. Il a mangé normalement ce midi, mais il vient de vomir à nouveau.

A l'examen, vous le trouvez très hypotonique, apathique et pâle. Il pleure quand vous tentez de l'examiner, refuse le hochet que vous lui tendez. Il garde la hanche droite en flexion et réagit très nettement quand vous voulez lui étendre le membre inférieur. Il reprend aussitôt la même position.

Le reste de l'examen est normal : il est apyrétique, le nez est propre, les tympanes sont normaux. L'abdomen est peut-être un peu moins souple à droite, les orifices herniaires sont libres.

**Quels sont les signes qui vous permettent d'évoquer un syndrome douloureux?**

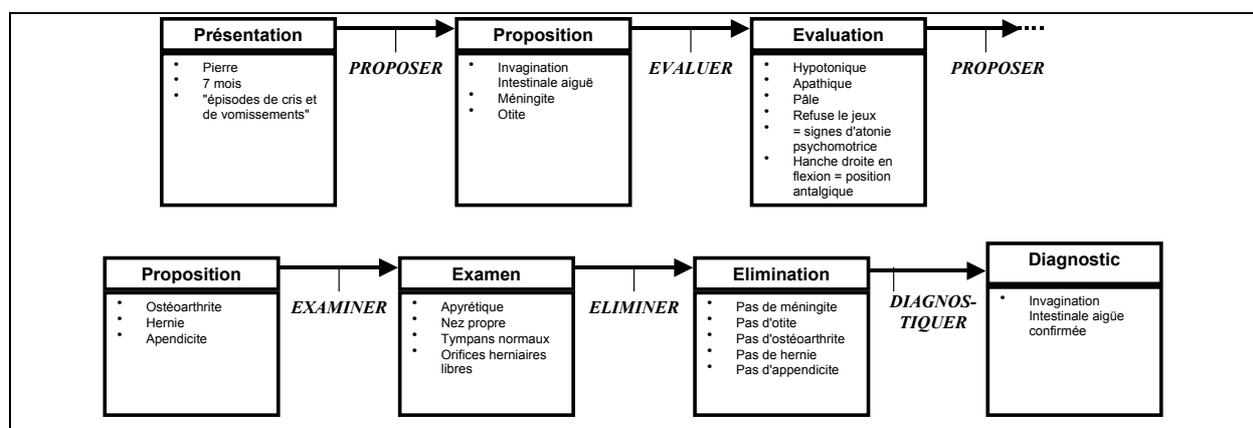
Il existe un syndrome douloureux : Pierre présente des signes d'atonie psychomotrice : hypotonie et apathie, il se désintéresse de son hochet, il ne veut pas communiquer, ne sourit plus, de plus il est pâle, c'est un signe végétatif de douleur intense.

**Quel diagnostic évoquez-vous?**

La FID est moins souple avec un équivalent de psôitis (hanche droite en flexion, reprise de la flexion après extension du membre), l'accès avec pâleur, l'absence de T° ou d'autres signes à l'examen pouvant évoquer une otite moyenne aiguë ou une ostéoarthrite :

C'est une invagination intestinale aiguë, jusqu'à preuve du contraire.

## 1.2 Décomposition en scènes selon le modèle générique



## 2 Cas clinique numéro 2

### 2.1 Enoncé textuel

Une maman appelle à 7h du matin : son fils de 18 mois "pleure de douleur", il a refusé son biberon matinal, son nez coule, sa température est de 38°5, il se frotte l'oreille gauche, il a déjà eu deux otites.

La maman a administré 100mg de paracétamol

L'examen otoscopique montre à gauche une otite moyenne aiguë, il existe une rhinorrhée.

L'examen montre que la douleur est intense

Le reste de l'examen physique est normal il n'y a aucun signe de gravité. En plus d'un traitement antibiotique probabiliste et d'un rinçage nasal par sérum physiologique, il est prescrit un traitement antalgique comprenant les éléments suivants :

Des gouttes auriculaires tièdes contenant un anesthésique local,

Du paracétamol par voie rectale à la dose maximale de 60mg/kg/j en 4 prises de 15mg/kg

Une corticothérapie par voie générale (prednisolone 0.5 mg/kg/j)

La maman rappelle le soir même car, malgré le traitement, la douleur semble s'être aggravée. A l'examen, il apparaît que l'enfant est toujours algique et que le tympan bombe plus qu'auparavant.

Devant cette otalgie persistante, il est prescrit un antalgique de pallier 2 on envisage une parenthèse, ce qui conduit à un avis spécialisé ORL.

#### Questions

Etes-vous d'accord avec cette décision d'auto-médication prise par la maman?

Quels antalgiques peuvent être utilisés dans la pharmacie familiale et sous quelles formes?

Le médicament et la posologie indiqués ici sont-ils suffisants face à une otite probable?

La douleur est-elle constante dans l'otite?

Comment reconnaître une douleur aiguë chez un enfant qui ne verbalise pas encore?

Comment en affirmer le caractère intense?

L'intensité des pleurs est-elle en rapport avec l'intensité de la douleur?

Etes-vous d'accord avec les prescriptions antalgiques faites devant cette otite chez un nourrisson?

Quel est l'intérêt des gouttes auriculaires?

La prescription de paracétamol est-elle optimale?

Quelle est la justification de corticoïde?

Quels autres moyens antalgiques?

Au bout de combien de temps la douleur d'une otite doit-elle céder si le traitement est bien conduit et efficace?

Comment interpréter ici la persistance de l'otalgie?

Etes-vous d'accord devant cette otalgie persistante avec la prescription d'un antalgique de palier 2 chez un enfant de 18 mois?

Si oui, lequel prescrire et comment?

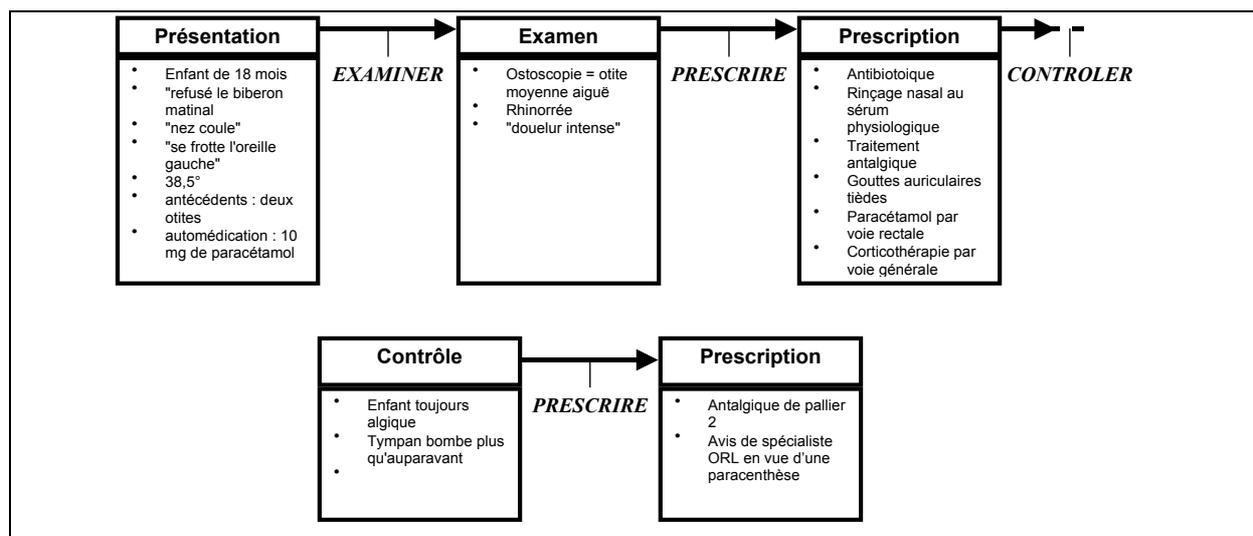
N'aurait-il pas fallu le prescrire d'emblée?

Est-il opportun d'envisager une paracentèse?

Quelles en sont les indications actuelles chez un nourrisson?

Ce geste nécessite-t-il une préparation antalgique?

## 2.2 Décomposition en scènes selon le modèle générique



### 3 Cas clinique numéro 3

#### 3.1 Enoncé textuel

Le père de Julien est excédé car son fils (agé de 2 mois) pleure depuis le début de la journée sans s'arrêter. Cela fait plusieurs jours que cela dure, et rien n'y fait : Que sa mère le prenne dans ses bras ou qu'elle le laisse dans son lit, il ne dort pas et pleure sans cesse. Il est rouge, a très mal au ventre et fait beaucoup de gaz. C'est devenu insupportable.

Le père de Julien vous appelle, bien sûr à 20h et vous devez sortir ce soir...

En précisant les choses au téléphone, en fait Julien ne pleure que depuis 17h, vous les faites venir au cabinet.

Lors de l'examen dans vos bras, l'enfant se calme et se détend (ce qui agace considérablement son père). L'abdomen est souple, l'examen est normal.

**Evaluez la douleur de ce bébé, justifiez votre réponse en fonction des données de l'interrogatoire et de l'examen clinique.**

Vous éliminez une douleur prolongée (plusieurs heures ou plusieurs jours) car Julien n'a pas de trouble du comportement. Il n'existe pas de signes directs de la douleur. Vous pouvez calmer l'enfant.

**Quels sont les deux diagnostics principaux à éliminer?**

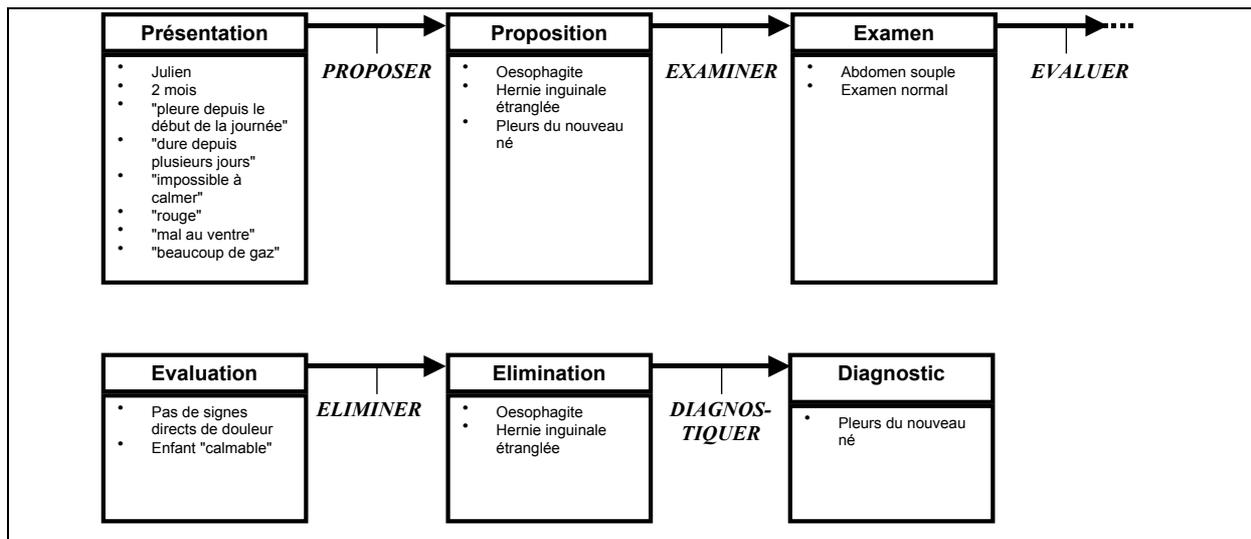
Une oesophagite : rapport pleure/alimentation : délai immédiat ou différé quand l'acidité est maximale (1h30 à 2h après le biberon). Régurgitations souvent associées. Attitude spontanée de l'enfant : arquée avec parfois hypertonie, pleurs calmés par l'alimentation.

Une hernie étranglée ou un engouement inguinal : notion de tuméfaction intermittente inguinale, hydrocèle. A l'examen : pâleur modification du comportement, pleurs non calmés dans les bras, masse inguinale.

**Quel est votre diagnostic?**

Vous diagnostiquez des "pleurs du nouveau-né", vous évoquez (ou non) l'anxiété devant des petits troubles dyspeptiques (ou non), vous rassurez sur la normalité de l'examen et vous précisez que cela disparaît après 3 mois, vous proposez de mettre l'enfant en Kangourou quand il pleure.

### 3.2 Décomposition en scènes selon le modèle générique



## 4 Cas clinique numéro 4

### 4.1 Enoncé textuel

Charles, 7 ans a réveillé ses parents à 3h du matin : il pleure et se plaint de l'oreille gauche. Ceux-ci, compréhensifs avec leur médecin, ne vous appellent que le lendemain matin. Le tympan est opaque, bombant, il a 39° : vous diagnostiquez une otite moyenne aiguë.

#### Comment évaluez-vous la douleur de Charles ?

La maman s'étonne de l'intensité de la douleur car depuis ce matin, il ne se plaint plus. Elle pense que son fils exagère.

Rep : Evaluer la douleur de Charles avec la réglette EVA : l'otite fait mal (80%des cas) +++ Otite externe, phlycténaire ou moyenne aiguë +++, séro-muqueuse ou catarrhale +/-)

Charles cote sa douleur à 6.

#### Que faites-vous ?

Vérification des signes indirects de la douleur : jeux, activités habituelles, dynamismes, expression verbale

RMQ : chez l'enfant, la douleur de l'otite est pulsatile, source de réveil et de plainte verbale.

Chez le nourrisson : pleurs, agitation, refus d'alimentation, troubles du sommeil.

**Veillez s'il vous plaît rédiger l'ordonnance de Charles qui a toujours son otite. Et si vous décidiez d'une paracétèse, que conseilleriez vous à la maman avant d'aller voir votre ORL préféré ?**

Antalgiques de niveau 1 :

AINS : place privilégiée (anti-inflammatoire, antalgique et antipyrétique). L'effet anti-inflammatoire renforce l'action antalgique

Ibuprofène : ADVIL : 20 à 30 mg/Kg/j

Pipette dose poids \* 3/j

AMM dès 6 mois, peu d'effets indésirables

Ac Niflumique : NIFLURIL : 40 mg/Kg/j en 2 ou 3 prises

Suppo sécable de 400mg

AM dès 6 mois

Effet lites : Insu rénale aiguë

Paracétamol : 60 à 80 mg/Kg : j avec une dose de charge de 30mg/Kg/j

Forme orale +++

## Antalgique de niveau 2

CODENFAN : 6ml/kg/j = 6mg/kg/l

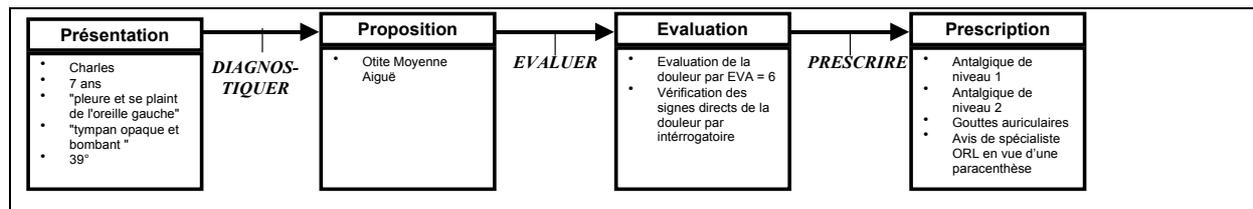
Dose-poids toutes les 6 heures (voir 4h si douleur intense)

AMM : 1 an (à l'étranger 4 mois)

EFFERALGAN-CODEINE : 500mg de paracétamol + 30mg de codéine

AMM : plus de 15 kg : 1/2cp pour 15kg \* 3/j

## 4.2 Décomposition en scènes selon le modèle générique



## 5 Cas clinique numéro 5

### 5.1 Enoncé textuel

Céline, 14 ans présente des céphalées violentes. Vous lui demandez d'évaluer sa douleur. Elle la cote à 8. Devant l'intensité de sa douleur, vous lui prescrivez de l'Efferalgan codéine et un scanner en urgence.

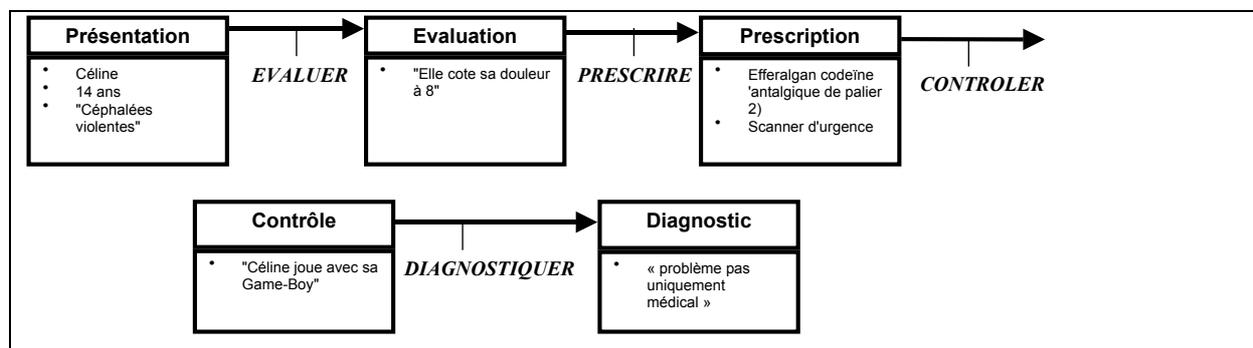
La maman vous rappelle le lendemain. Le scanner est normal. A votre arrivée, Céline joue avec sa game-boy. Elle cote toujours sa douleur à 8 sur l'EVA.

Qu'en pensez-vous?

Discordance entre la cotation et l'état clinique de l'enfant. Pour Céline, pas de problème de compréhension (ce qui est différent pour un enfant de 5-6 ans). Elle joue avec sa Game-Boy donc la cotation peut correspondre à une douleur morale ou à une provocation.

Une douleur prolongée (ici cotation à 8) depuis 24h même sous efferalgan codéine a toujours un retentissement sur le comportement.

### 5.2 Décomposition en scènes selon le modèle générique



## 6 Cas clinique numéro 6

### 6.1 Enoncé textuel

La directrice de l'école vous appelle en urgence : Gauthier, 10 ans est tombé dans la cour et se plaint de l'avant-bras. A l'évidence, il existe une fracture avec déplacement.

Que faites-vous?

EVA?

Immobiliser

NUBAIN intrarectal : 0.3mg à 0.5 mg/Kg avant hospitalisation

Antalgique de niveau II b, dérivé de morphine

AMM > 18 mois

Ampoule de 2 ml = 20mg

Voie IV lente ou SC : 0.2 à 0.3mg/Kg

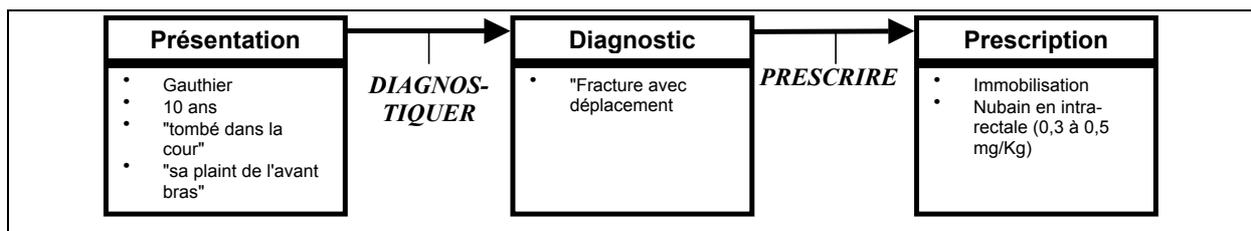
Voie intra rectale : 0.3 à 0.5 mg/Kg

Action rapide

Douleur au point d'injection

Sinon paracétamol intra rectal à 30mg/Kg (bloc)

### 6.2 Décomposition en scènes selon le modèle générique



## 7 Cas clinique numéro 7

### 7.1 Enoncé textuel

Charlotte, 5 ans et 18 Kg s'est brûlée au niveau de l'avant bras en renversant une casserole de potage bouillant. Les parents vous appellent affolés. Vous conseillez aux parents de mettre l'avant-bras sous l'eau froide pendant 10 minutes (c'est long, mais ça limite l'extension en profondeur), de donner du paracétamol (30mg/Kg) et vous quittez précipitamment votre consultation en espérant revenir vite car votre salle d'attente est pleine.

A votre arrivée, vous constatez une brûlure au premier degré (3cm \* 10 cm) et quelques zones au 2e degré.

#### Que prescrivez-vous comme soins locaux et antalgiques?

Soins locaux

Désinfection : DIASEPTYL ou BISEPTINE gd flacon (ne pique pas)

BIAFINE jusqu'à ce que la peau ne puisse plus absorber ou pansement tulle gras.

Antalgiques

NUBAIN : en sc 0.2 mg/Kg (douleur au point d'injection) ou 0.3 mg/Kg intrarectal puis

EFFARALGAN CODEINE ou paracétamol + CODENFAN

Vous repassez le lendemain matin pour le pansement et vous constatez que Charlotte reste sur le canapé et refuse tout ce qu'on lui propose pour la distraire.

#### Que demandez-vous?

Charlotte a 5 ans, elle ne peut se servir de l'EVA. Vous l'observez et vous interrogez ses parents sur la tolérance du traitement et sur son comportement.

Il existe ici des signes d'atonie psychomotrice malgré les antalgiques de pallier II

#### Que prescrivez-vous?

prescription de morphine pendant trois jours

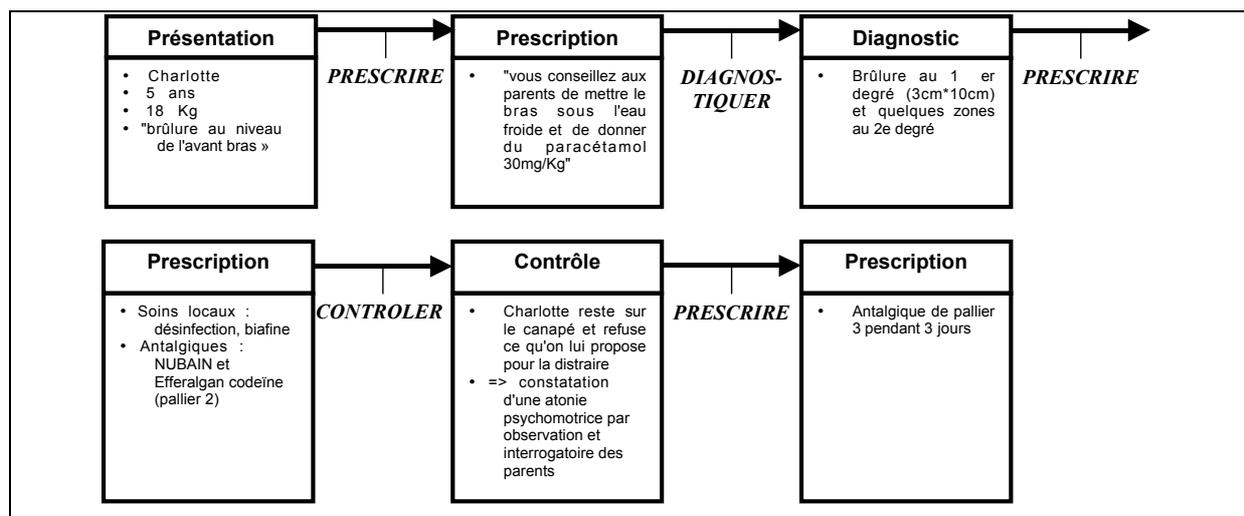
Morphine en soluté buvable (préparation magistrale) :

Une dose de 6mg = 6ml puis 3mg=3ml toutes les 4h.

Ou SKENAN (gel à 10mg) : 1mg/Kg/j à heure fixe

Possibilité d'administrer une dose supplémentaire sous forme de sirop de morphine à action immédiate (0.1 mg/Kg)

## 7.2 Décomposition en scènes selon le modèle générique



## 8 Cas clinique numéro 8

### 8.1 Enoncé textuel

Amélie, 4 ans, a 39° et des aphtes. Elle refuse de s'alimenter, vous diagnostiquez une gingivostomatite herpétique.

Que prescrivez-vous pour la soulager?

Bains de bouche entre les repas (sinon risque émétisant)

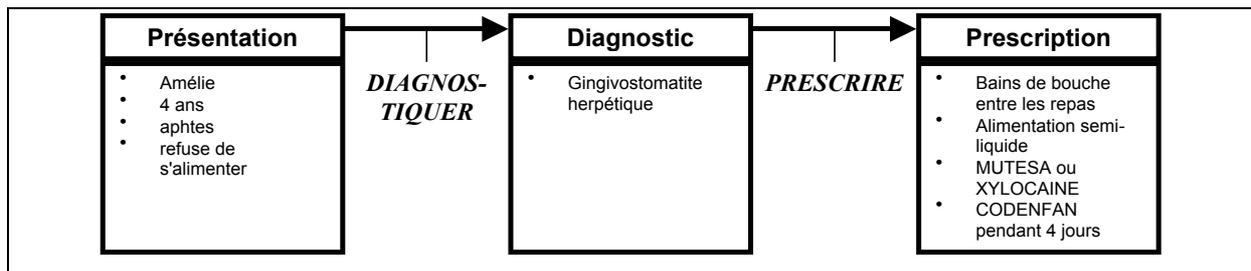
Bicarbonate 500ml + BETADINE verte 10ml + FUNGIZONE 6ml (solution stable pendant 24h à T° ambiante ou 3 jours au frigo)

Alimentation semi-liquide, éviter les aliments acides, le gruyère

MUTESA : 1cc=5ml avant les repas ou XYLOCAINE solution visqueuse 2% (coton tige)

CODENFAN : dose poids toutes les 4 à 6h pendant 4 jours.

### 8.2 Décomposition en scènes selon le modèle générique



## 9 Cas clinique numéro 9

### 9.1 Enoncé textuel

Thomas, 1 an pèse 12Kg. Il a une gastro-entérite et présente des coliques par intermittence.

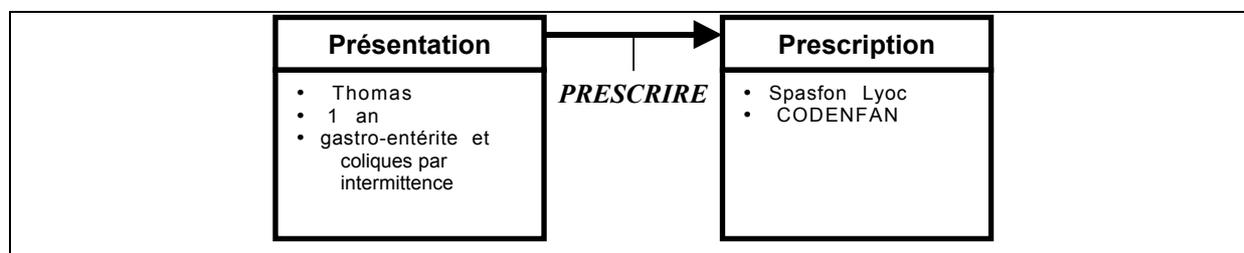
En dehors des mesures hygiéno-diététiques, que proposez-vous pour le soulager?

SPASFON LYOC (80mg) pendant 48h :  $6\text{mg/Kg/J} = 1:2\text{cp} * 2$

Ou DEBRIDAT Dose/Kg\* m par jour

+ CODENFAN : dose poids toutes les 4 à 6 h pendant 48h.

### 9.2 Décomposition en scènes selon le modèle générique



## 10 Cas clinique numéro 10

### 10.1 Enoncé textuel

Agathe, 8 ans et 25Kg doit subir prochainement une amygdalectomie. Vous savez bien que l'intervention est douloureuse.

**Que faites-vous pour le bilan?**

EMLA-PATCH (ou crème) : Lidocaïne+Prilocaine

Temps d'application : 1h efficacité 3mn, 2h efficacité sur 5mn.

Durée de l'anesthésie > 1h après retrait

1 patch = 1g de crème = 10cm<sub>2</sub> d'anesthésie

AMM : utilisable dès la naissance (janvier 99)

<1an : maxi 2gr, >1an : maxi 10gr

Qu'allez-vous lui prescrire pour le retour à la maison?

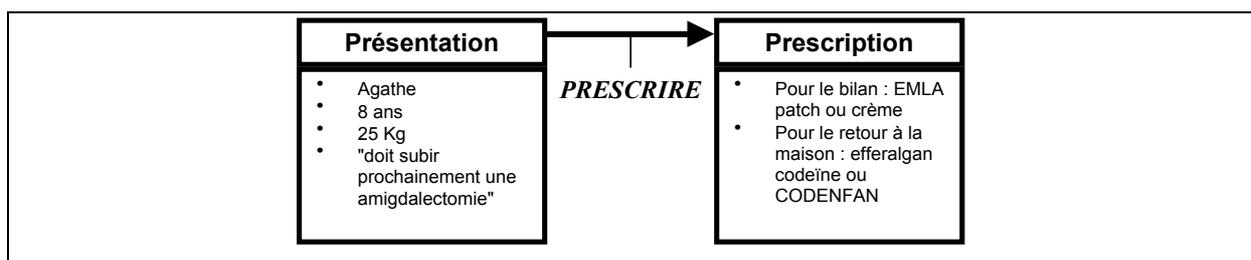
Pour 8 jours :

EFFERALGAN CODEINE

(60mg/Kg/j de paracétamol et 3.5mg de codéine/Kg/j) : 1/2cp \* 6/j ou 1cp\*3/j

ou CODENFAN : dose poids \* 4fois/j + paracétamol

### 10.2 Décomposition en scènes selon le modèle générique



## 11 Cas clinique numéro 11

### 11.1 Enoncé textuel

Arnaud, 6 ans, qui vient de faire une chute violente de vélo dans le parc voisin, est conduit au cabinet médical par sa mère, encore casqué il se tient le coude droit et pleure, Il n'y a pas eu perte de connaissance.

Une appréciation rapide de la douleur est réalisée.

Après un discours apaisant et un déshabillage délicat,

L'examen du membre supérieur droit est très évocateur d'une fracture supracondylienne de l'humérus, il n'y a pas de signe de lésion vasculaire ou nerveuse

l'interrogatoire et l'examen physique systématiques sont rassurants

Pour traiter cette douleur fracturaire au cabinet,

Il est pratiqué une immobilisation à visée antalgique

Il est administré un médicament antalgique

On explique à l'enfant et à ses parents la nature des lésions et la nécessité d'une prise en charge en milieu orthopédique.

La fracture sera réduite sous anesthésie générale

Arnaud ne gardera pas un trop mauvais souvenir de son accident.

### Questions

1 - A l'arrivée au cabinet est-il utile d'évaluer aussitôt la douleur? Peut-on distinguer la part «émotionnelle» de la part «réelle» de la douleur?

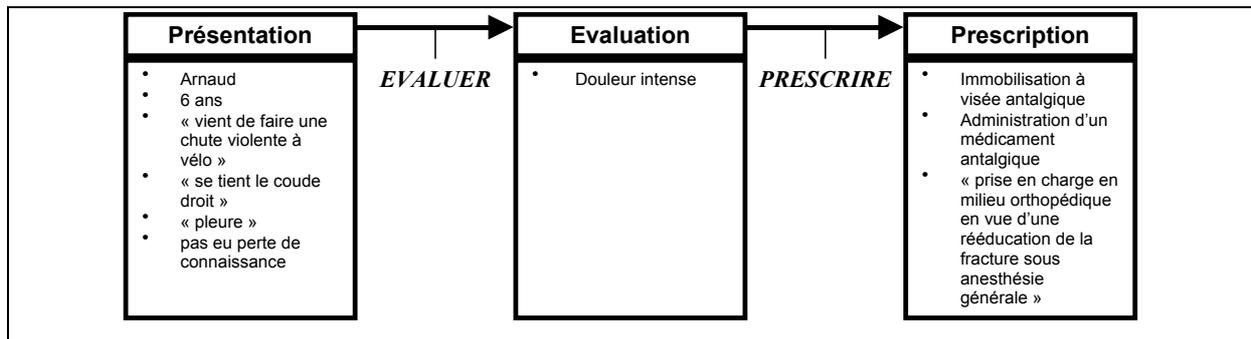
2- Quels sont les points principaux de l'interrogatoire et de l'examen physique systématique chez un jeune enfant victime d'une chute violente? Quels seraient les signes d'alerte chez un enfant polytraumatisé? Une douleur localisée intense (ici la douleur fracturaire) peut-elle masquer une autre douleur?

3 - L'immobilisation transitoire à visée antalgique d'un membre fracturé est-elle indispensable, même pour peu de temps et pour conduire au mieux les examens?

4 - Etes-vous d'accord ici pour une prescription d'antalgique face à une douleur fracturaire? Si oui, sur quels arguments?

5 - Quelles sont les précautions à prendre pour la prescription d'antalgiques avant une intervention chirurgicale?

## 11.2 Décomposition en scènes selon le modèle générique



## **ANNEXE 2 - DIAGRAMMES D'OBJETS UML DE LA COUCHE**

### **DOMAINE DU MODELE SPECIFIQUE**

---

<b>1</b>	<b>Les types d'action et les types de scène .....</b>	<b>247</b>
1.1	Les types d'actions .....	247
1.2	Les types de scènes.....	247
1.2.1	La relation «engendre».....	247
1.2.2	La relation «Autorise».....	248
1.2.3	Relation «Requiert».....	252
<b>2</b>	<b>Les types d'entités .....</b>	<b>253</b>
2.1	Les signes.....	253
2.2	Les maladies .....	259
2.3	Les examens complémentaires .....	261
2.4	Les traitements et médicaments .....	261
2.5	Relation «autorise» entre Types de Scènes et Types d'Entités.....	263

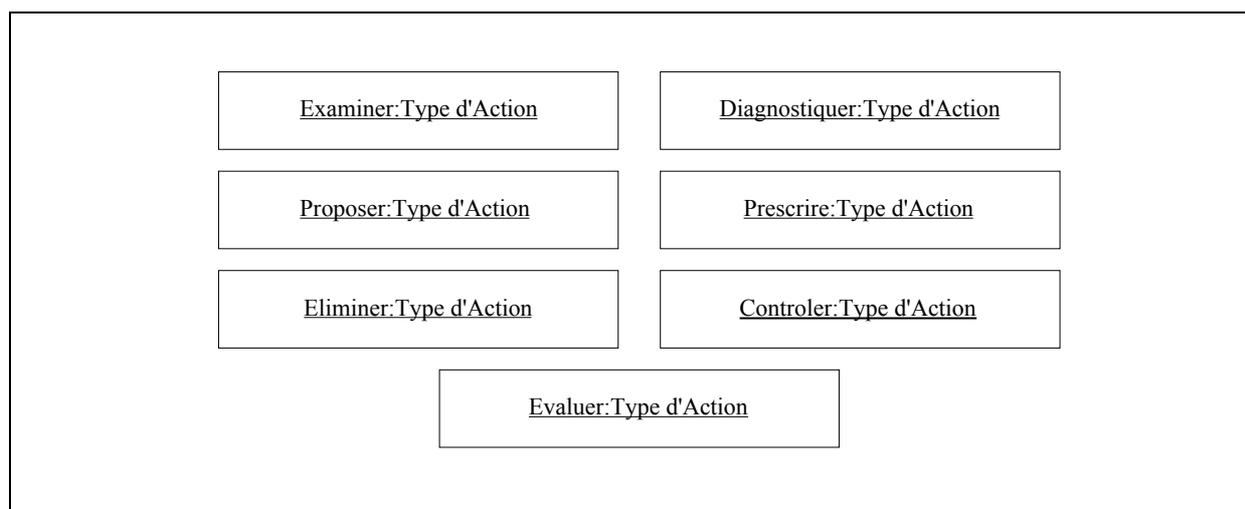


# 1 Les types d'action et les types de scène

## 1.1 Les types d'actions

Sept types d'actions ont été identifiées à partir du corpus initial et du recueil d'expertise (Diag 1). Ces types sont les suivants :

- «Examiner», pour choisir de pratiquer l'examen clinique ;
- «Proposer», pour choisir de formuler des hypothèses diagnostiques ;
- «Eliminer», pour choisir d'éliminer des hypothèses diagnostiques ;
- «Diagnostiquer», pour diagnostiquer une maladie ;
- «Prescrire», pour prescrire les traitements ;
- «Contrôler», pour effectuer une visite de contrôle après prescription.
- « Evaluer », pour choisir d'évaluer la douleur du patient.



Diag 1: Diagramme d'objet UML des Types d'Action du modèle spécifique

Les types d'actions sont liés aux types de scènes.

## 1.2 Les types de scènes

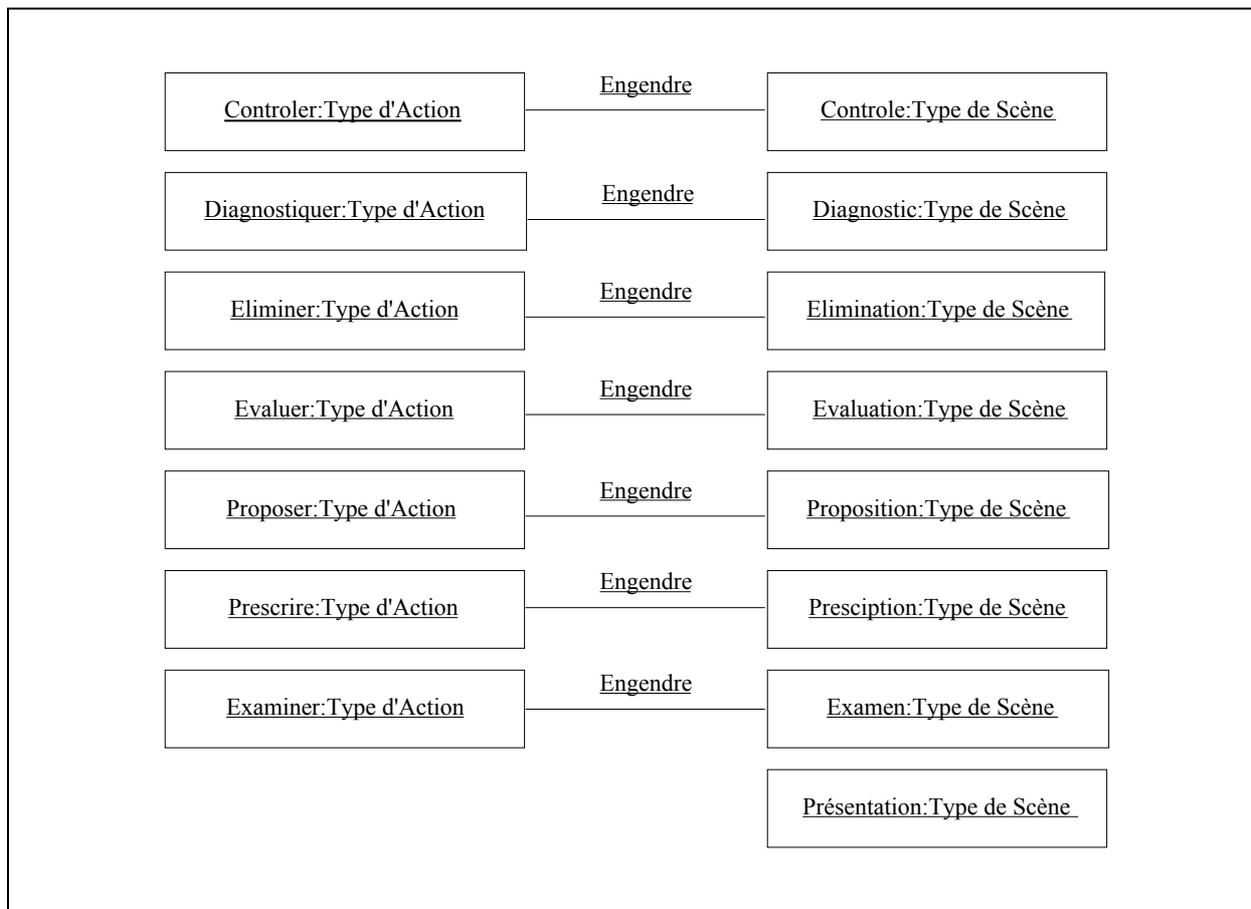
Trois types de relation différents lient les types de scène aux types d'action : la relation «engendre», la relation «autorise» et la relation «requiert».

### 1.2.1 La relation «engendre»

Comme le montre le diagramme 2 ci-dessous, les types de scènes sont :

- «Contrôle» engendré par une action de type «Contrôler» ;
- «Diagnostic», engendré par une action de type «Diagnostiquer» ;

- «Élimination», engendré par une action de type «Éliminer»;
- «Évaluation», engendré par une action de type «Évaluer»;
- «Proposition», engendré par une action de type «Proposer»;
- «Prescription», engendré par une action de type «Prescrire»;
- «Examen», engendré par une action de type «Examiner».

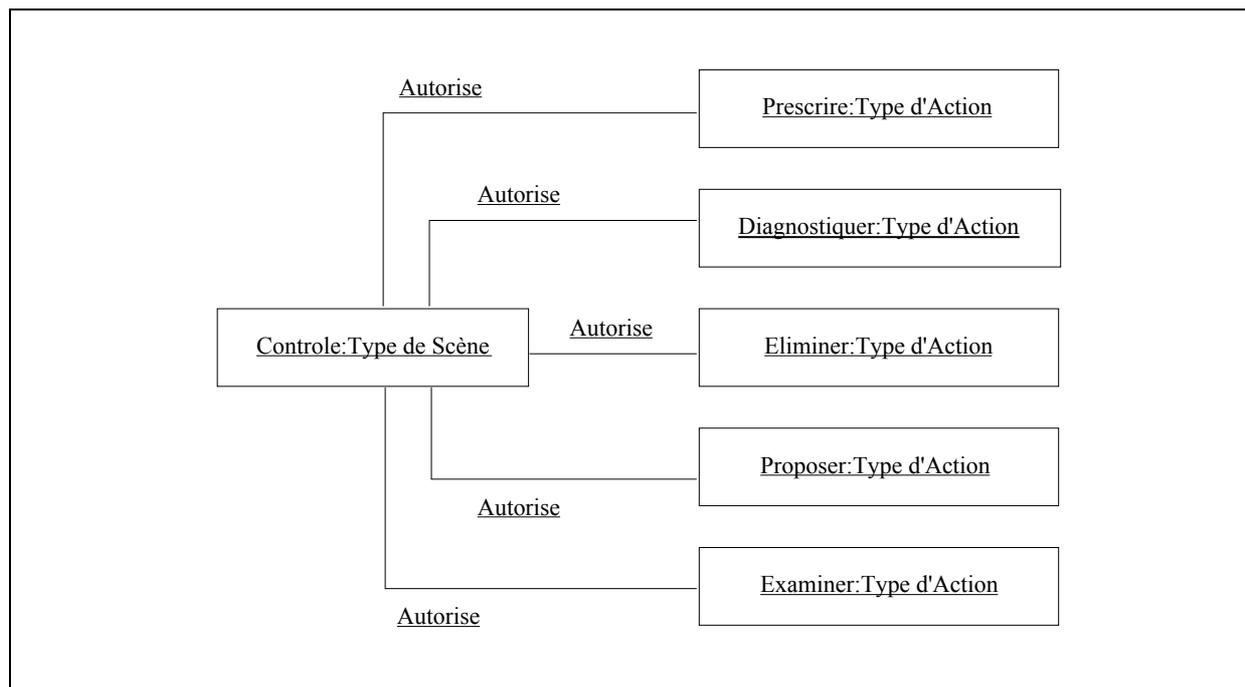


Diag 2: Diagramme d'objets UML, Relation «engendre» entre Type de Scènes et Types d'Actions

Enfin, il existe un dernier type de scène engendré par aucun type d'action. Il s'agit du type de scène «Présentation» qui correspond au type de la première scène du cas, dans laquelle le médecin présente généralement les informations générales sur le patient et le motif de sa consultation.

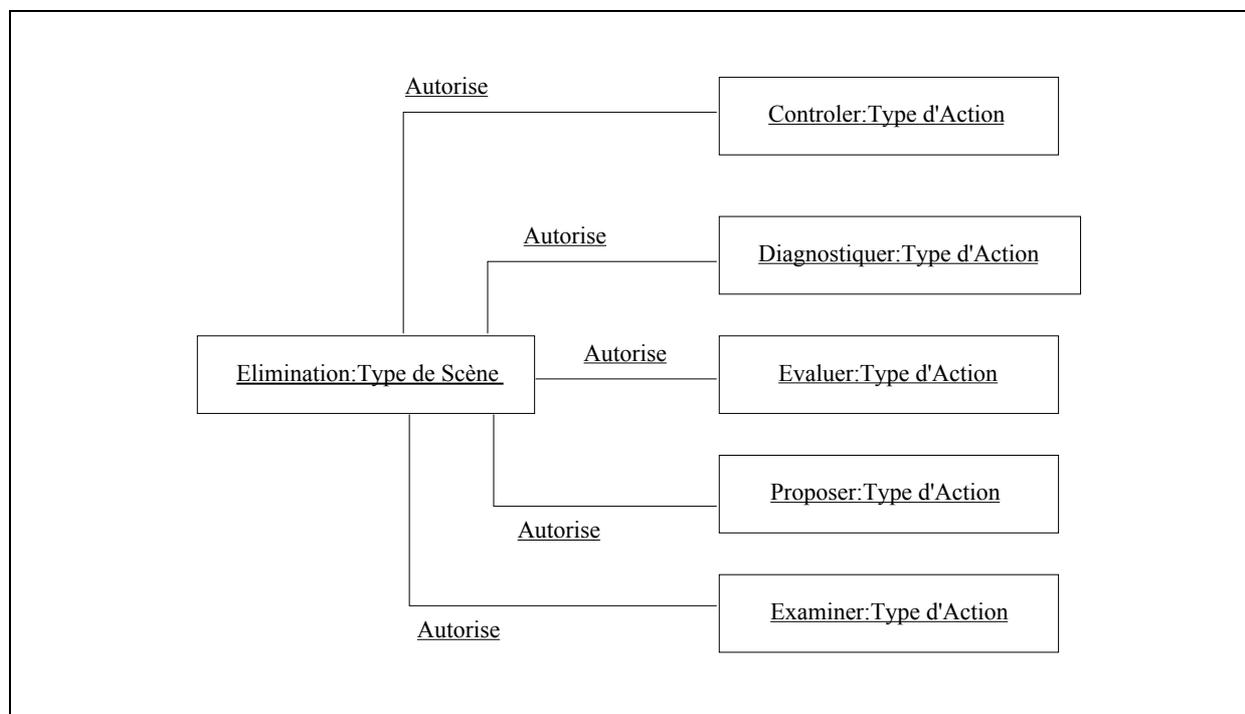
### 1.2.2 La relation «Autorise»

Il existe, pour chaque type de scène, un ensemble de types d'actions, dits «autorisés». Le diagramme 3 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Contrôle» autorise le placement d'actions du type «Diagnostiquer», «Éliminer», «Proposer», «Examiner» ou «Prescrire».



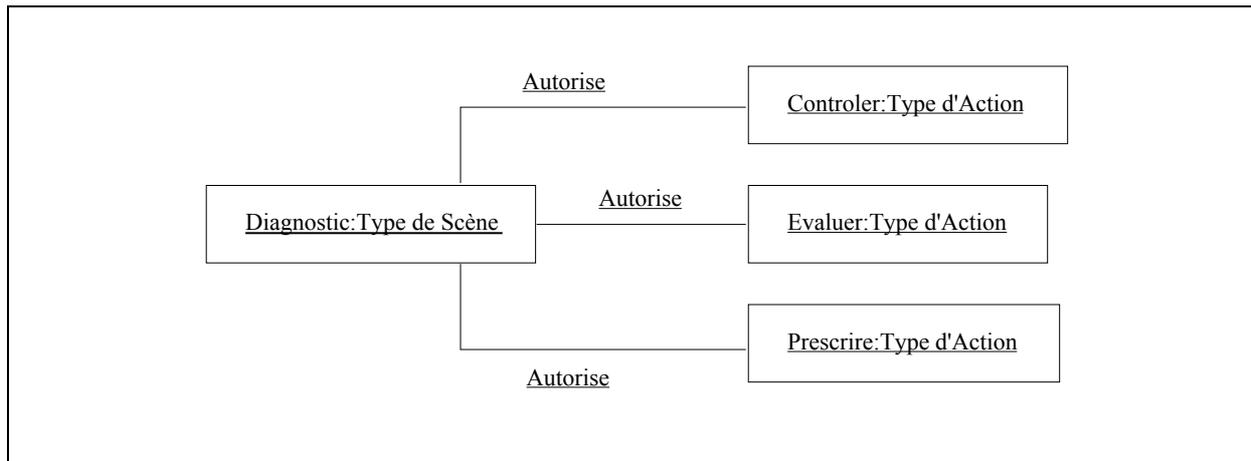
Diag 3: Diagramme d'objets UML, Relation «*autorise*» pour le Type de Scènes «*Contrôle*»

Le diagramme 4 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «*Elimination*» autorise le placement d'actions du type «*Contrôler*», «*Diagnostiquer*», «*Evaluer*», «*Proposer*» ou «*Examiner*».



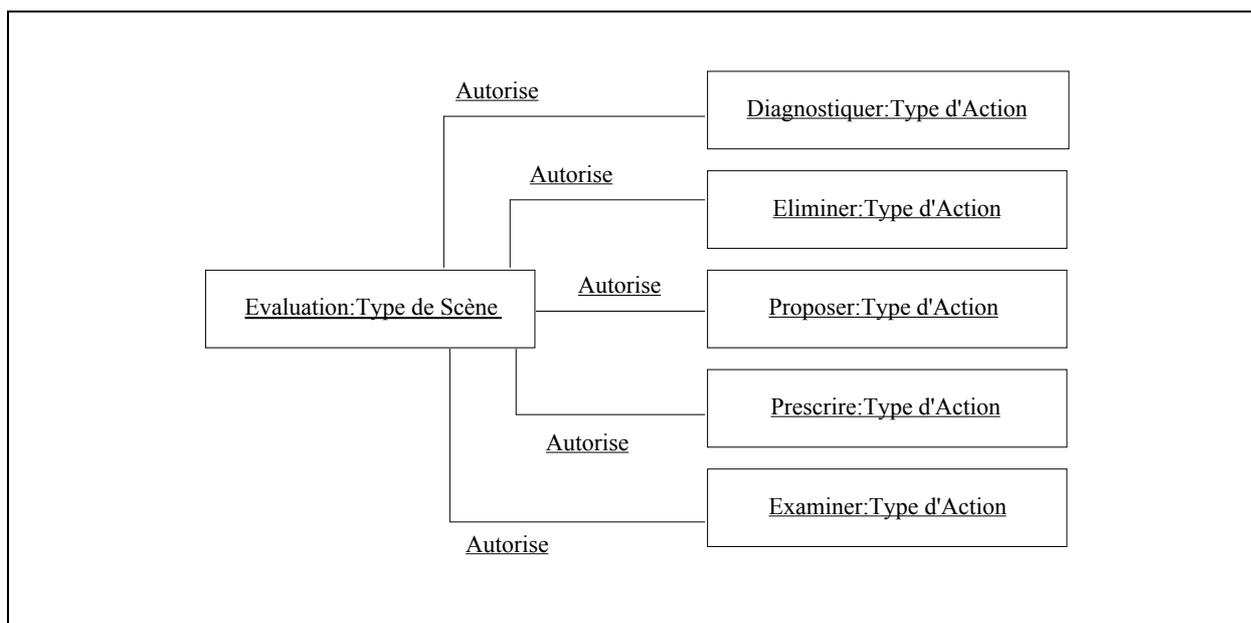
Diag 4: Diagramme d'objets UML, Relation «*autorise*» pour le Type de Scènes «*Elimination*»

Le diagramme 5 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «*Diagnostic*» autorise uniquement le placement d'actions du type «*Contrôler*», «*Evaluer*» ou «*Prescrire*».



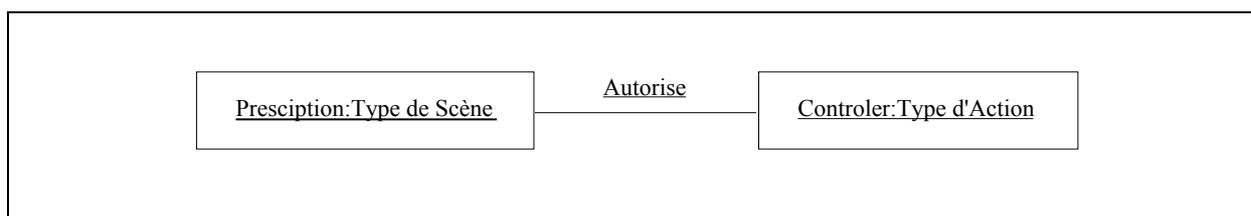
Diag 5: Diagramme d'objets UML, Relation «autorise» pour le Type de Scènes «Diagnostic»

Le diagramme 6 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Evaluation» autorise uniquement le placement d'actions du type «Diagnostiquer», «Eliminer», «Proposer», «Prescrire» ou «Examiner».



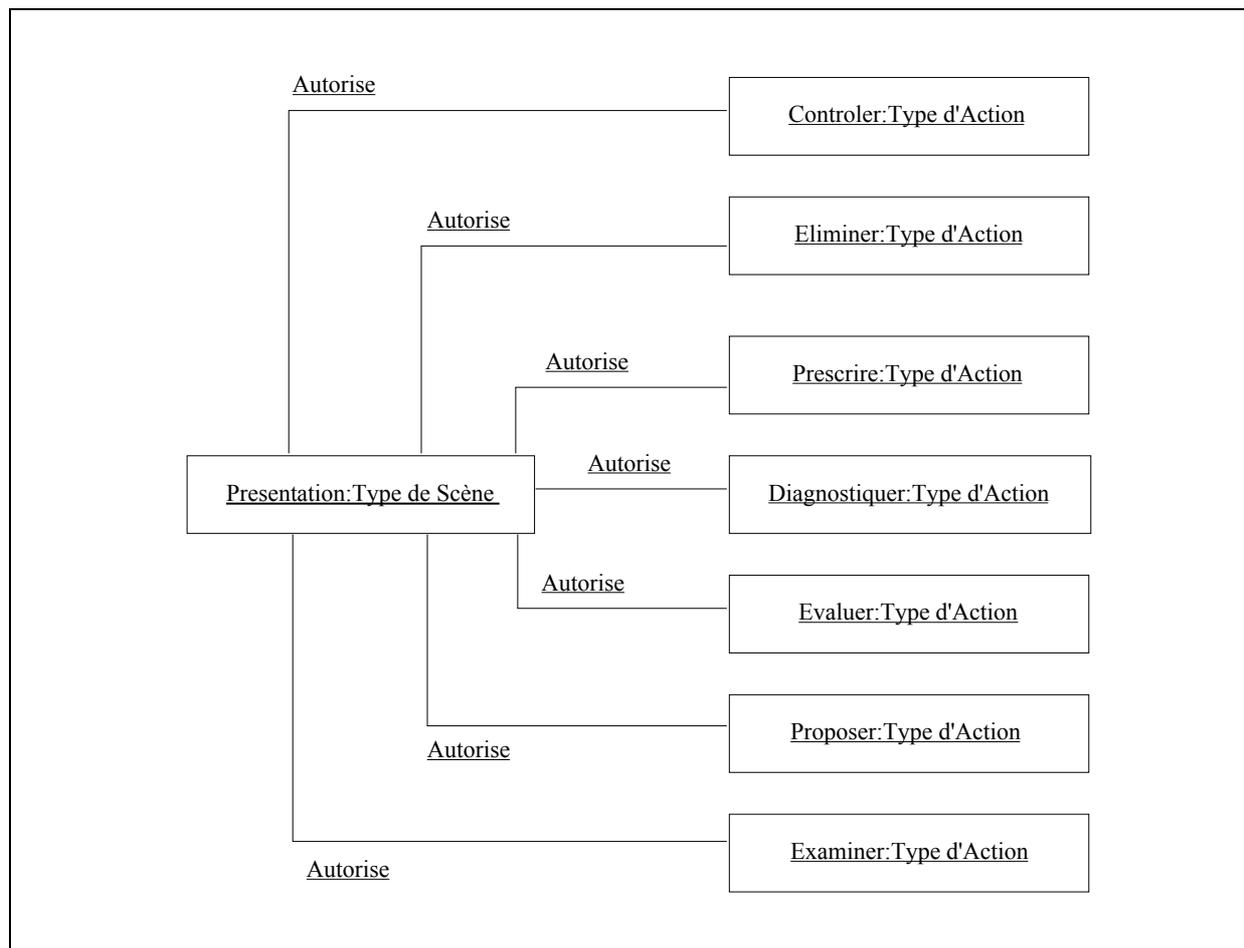
Diag 6: Diagramme d'objets UML, Relation «autorise» pour le Type de Scènes «Evaluation»

Le diagramme 7 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Prescription» autorise le placement d'actions du type «Contrôler».



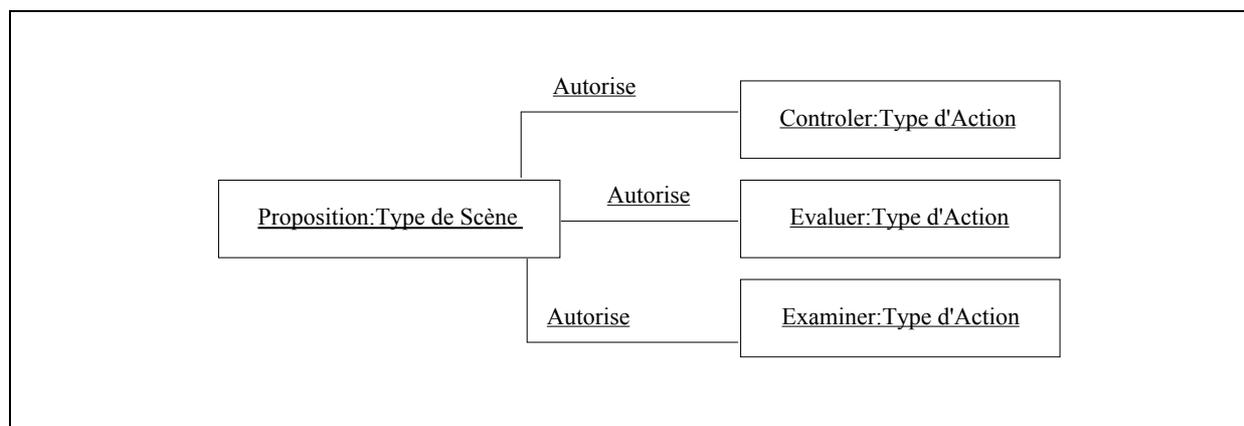
Diag 7: Diagramme d'objets UML, Relation «autorise» pour le Type de Scènes «Prescription»

Le diagramme 8 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Présentation» autorise le placement d'actions de tous les types.



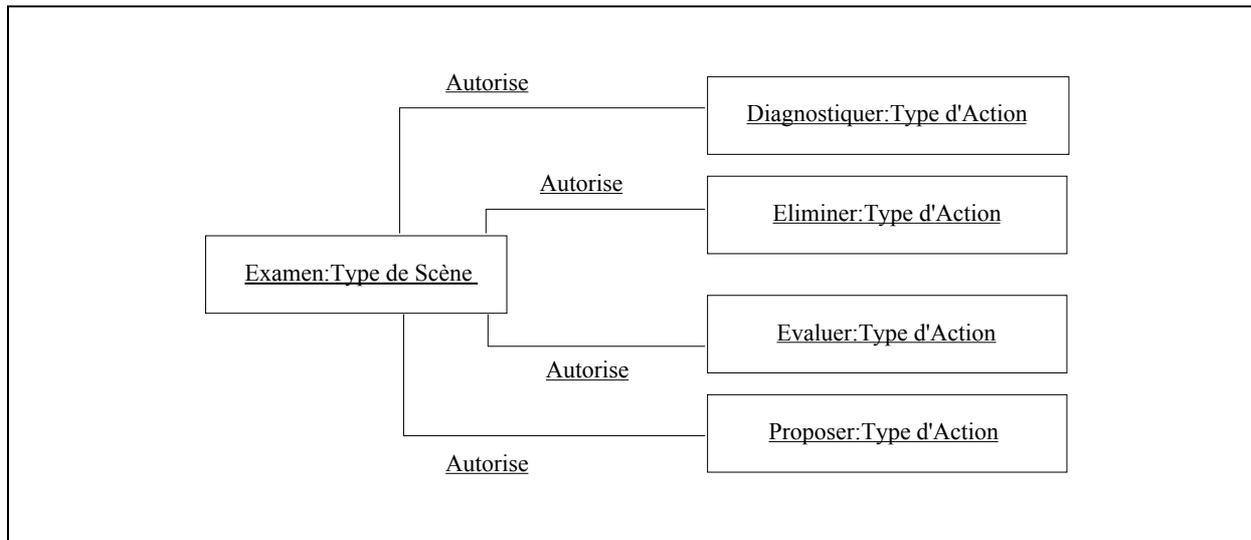
Diag 8: Diagramme d'objets UML, Relation «autorise» pour le Type de Scènes «Présentation»

Le diagramme 9 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Proposition» autorise le placement d'actions du type «Contrôler», «Evaluer» ou «Examiner».



Diag 9: Diagramme d'objets UML, Relation «autorise» pour le Type de Scènes «Proposition»

Le diagramme 10 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Examen» autorise uniquement le placement d'actions du type «Diagnostiquer», «Eliminer», «Evaluer» ou «Proposer».



Diag 10: Diagramme d'objets UML, Relation «autorise» pour le Type de Scènes «Examen»

### 1.2.3 Relation «Requiert»

Le diagramme d'objets UML présenté dans le diagramme ci-dessous (Diag 11) expose le fait que

- Pour que le type d'action «Prescrire» puisse être placé dans une scène, il faut qu'il existe dans les scènes précédentes au moins une scène de type «Diagnostic» ou «Evaluation».
- Pour que le type d'action «Eliminer» puisse être placé dans une scène, il faut qu'il existe dans les scènes précédentes au moins une scène de type «Proposition».
- Pour que le type d'action «Contrôler» puisse être placé dans une scène, il faut qu'il existe dans les scènes précédentes au moins une scène de type «Prescription» ou «Evaluation».



Diag 11: Diagramme d'objets UML, Relation «requiert» entre Types de Scènes et Types d'Action

Outre les types d'actions et les types de scènes, la couche domaine comporte principalement des types d'entités.

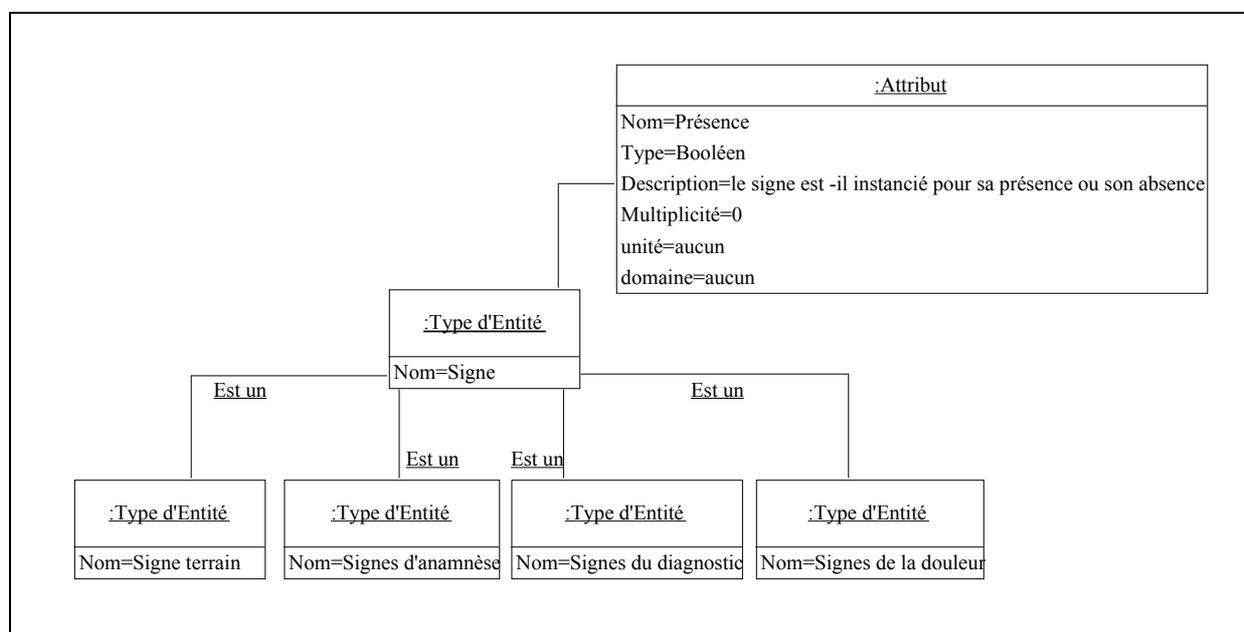
## 2 Les types d'entités

Plusieurs catégories d'entités ont été identifiées : les informations générales sur le cas, les signes, les maladies, les examens complémentaires, les traitements.

### 2.1 Les signes

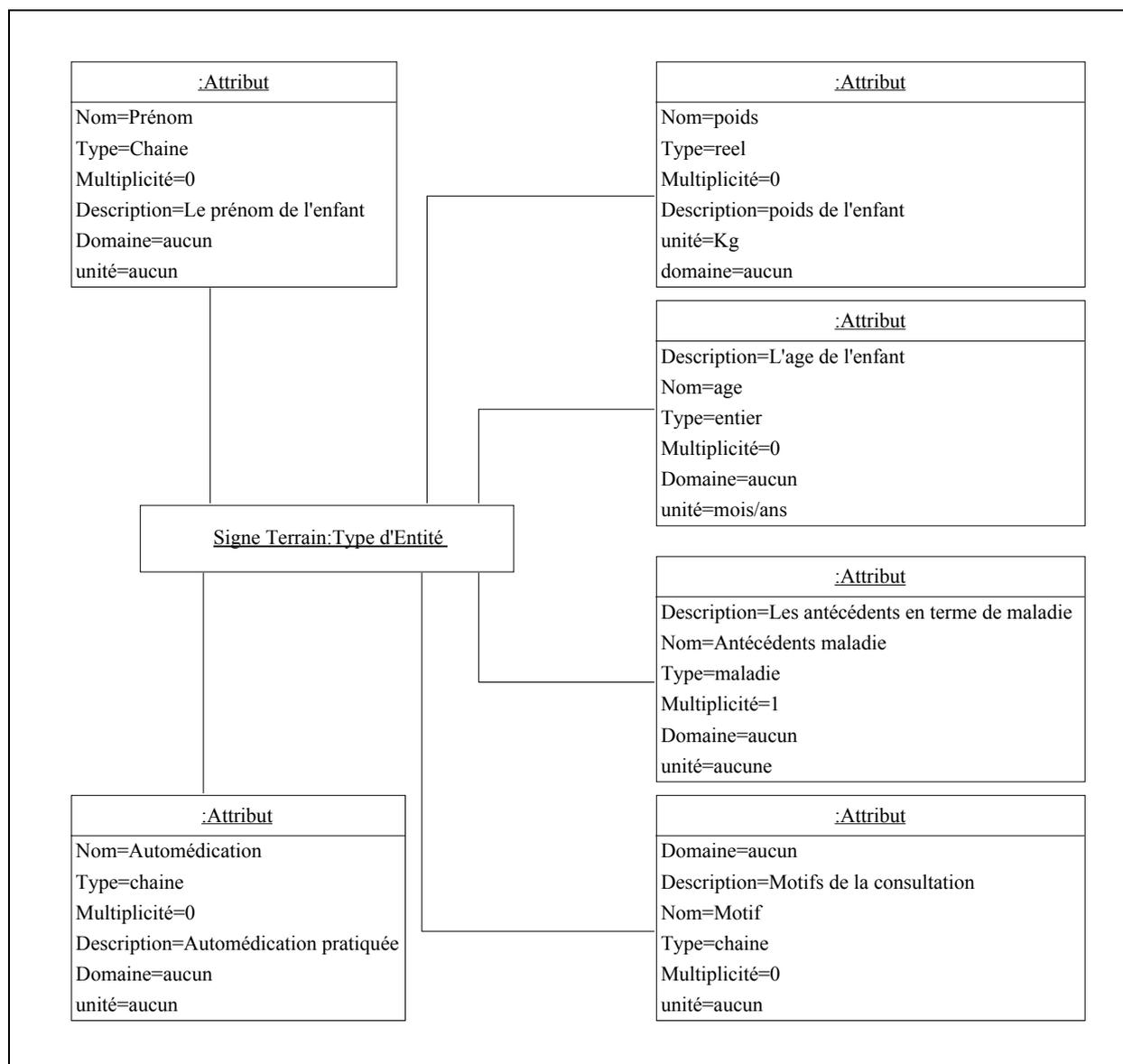
Le diagramme 12 suivant présente, à travers un diagramme d'objet UML, le premier niveau de hiérarchie de cette catégorie des signes. Le nœud racine de cette hiérarchie est le type d'entité «signe», qui ne comporte qu'un seul attribut nommé «présence». Ce dernier donne alors la possibilité à un médecin de spécifier la présence ou l'absence d'un signe particulier chez le patient.

Le type d'entité «signe» se décompose en quatre autres types d'entités, représentant des sous-catégories de la catégorie de signes. Ces quatre types d'entités sont les «signes terrain», les «signes d'anamnèse», les «signes du diagnostic», et les «signes de la douleur».



Diag 12 : Diagramme d'objets UML des Types d'Entités - catégorie des signes

Tout d'abord, comme le montre le diagramme d'objet UML de le diagramme 13 ci-dessous, le type d'entité «signe terrain» regroupe six attributs. Le premier attribut se nomme «Prénom» et permet simplement de stocker le prénom de l'enfant concerné. Le diagramme d'objet précise également que cet attribut est de type «chaîne de caractères», qu'il n'est pas multiple, que son domaine de valeur est libre, que sa description est «prénom de l'enfant» et qu'il ne comporte pas d'unité de valeur spécifique.

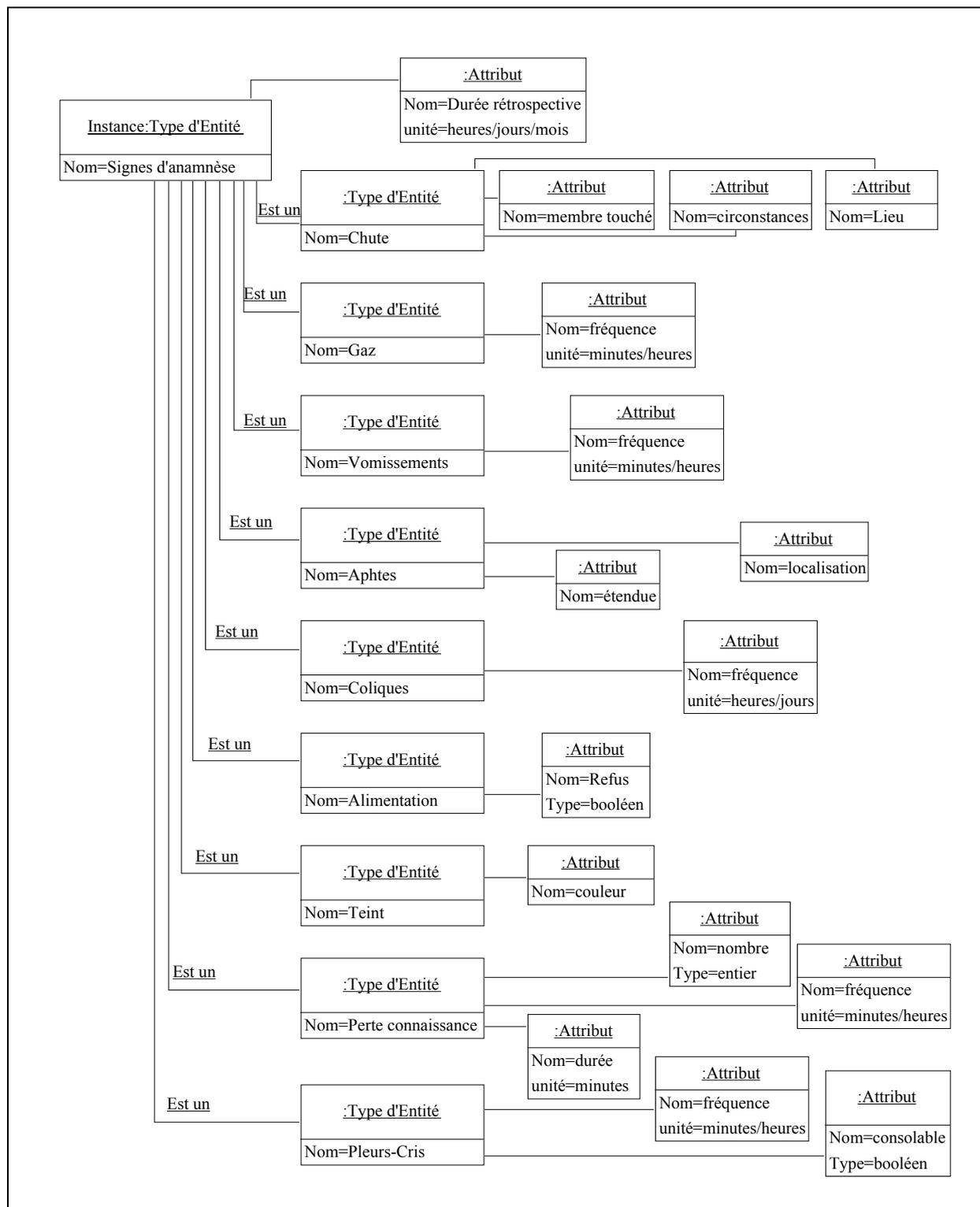


Diag 13: Diagramme d'objets UML, des Types d'Entités - catégorie des informations générales

Le deuxième attribut permet de spécifier quel est le poids en kg de l'enfant. Le troisième attribut permet, selon le même principe, d'identifier l'âge de l'enfant en mois ou années. Le quatrième attribut permet, quant à lui, de préciser les antécédents de l'enfant en terme de maladies. Le quatrième attribut permet de spécifier de manière textuelle le motif de la consultation et enfin le dernier attribut permet de spécifier si une auto-médication a été pratiquée et quelle est elle<sup>1</sup>.

Les signes d'anamnèse regroupent tous les signes présentés par le patient à son arrivée en consultation (diagramme 14 ci-dessous). Le type d'entité «*signe d'anamnèse*» possède un seul attribut visant à représenter la durée depuis laquelle ce signe est apparu (durée rétrospective).

<sup>1</sup> Notons que dans la suite, pour ne pas alourdir les diagrammes d'objet, nous ne précisons que les valeurs différentes des valeurs par défaut. Ainsi, nous précisons le type d'un attribut lorsqu'il ne s'agit pas d'une chaîne de caractère, nous précisons la multiplicité lorsqu'elle est vraie, et enfin nous précisons le domaine lorsqu'il n'est pas indéfini. D'autre part, la description de chaque attribut ne sera dans la suite plus précisée.



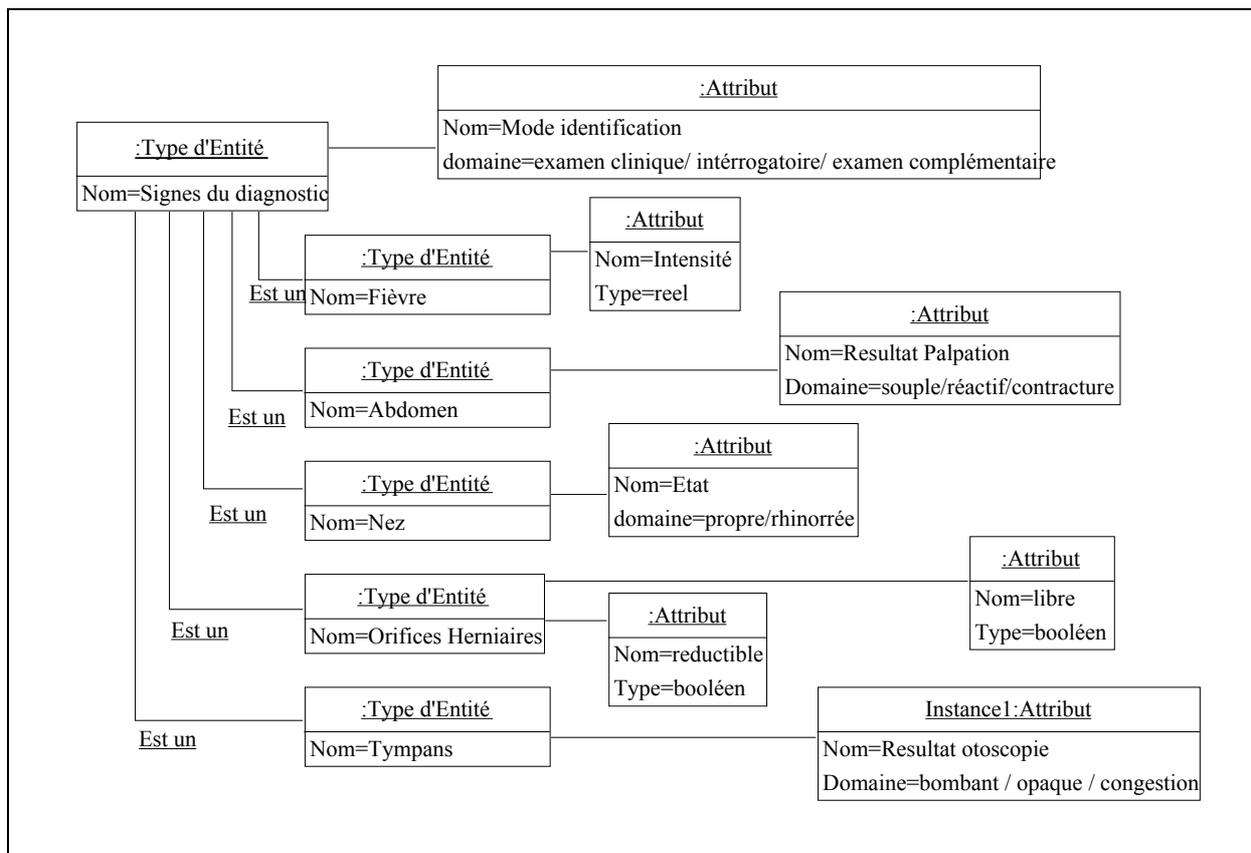
Diag 14: Diagramme d'objets UML des types d'entités - catégorie des signes - signes d'anamnèse

Dans le corpus expérimental, les 9 signes d'anamnèse suivants ont été identifiés:

- Le type d'entité *chute* précise que l'enfant a fait une chute et ses attributs permettent de spécifier le lieu et les circonstances de cette chute, ainsi que le membre touché.
- Le type d'entité *gaz* permet de spécifier que l'enfant a des gaz et quelle est leur fréquence.

- Le type d'entité *vomissements* permet de préciser que l'enfant a des vomissements et quelle est leur fréquence.
- Le type d'entité *aphte* permet de préciser que l'enfant présente des aphtes, leur localisation et leur étendue.
- Le type d'entité *coliques* permet de spécifier que l'enfant présente des coliques et leur fréquence.
- Le type d'entité *alimentation* permet de spécifier si l'enfant refuse ou non de s'alimenter.
- Le type d'entité *teint* permet de spécifier la couleur éventuelle du teint de l'enfant.
- Le type d'entité *perte de connaissances* permet de spécifier que l'enfant a perdu connaissance, pendant quelle durée et à combien de reprise.
- Le type d'entité *pleurs-cris* permet de spécifier que l'enfant pleurs ou crie, avec quelle fréquence et s'il est consolable ou non.

Le type d'entité «*signe du diagnostic*», présenté dans le diagramme 15 ci-dessous, comporte l'attribut «*mode identification*». L'objectif de cet attribut est de préciser selon quel mode le signe du diagnostic a-t-il été identifié (examen clinique, interrogatoire, examen complémentaire).



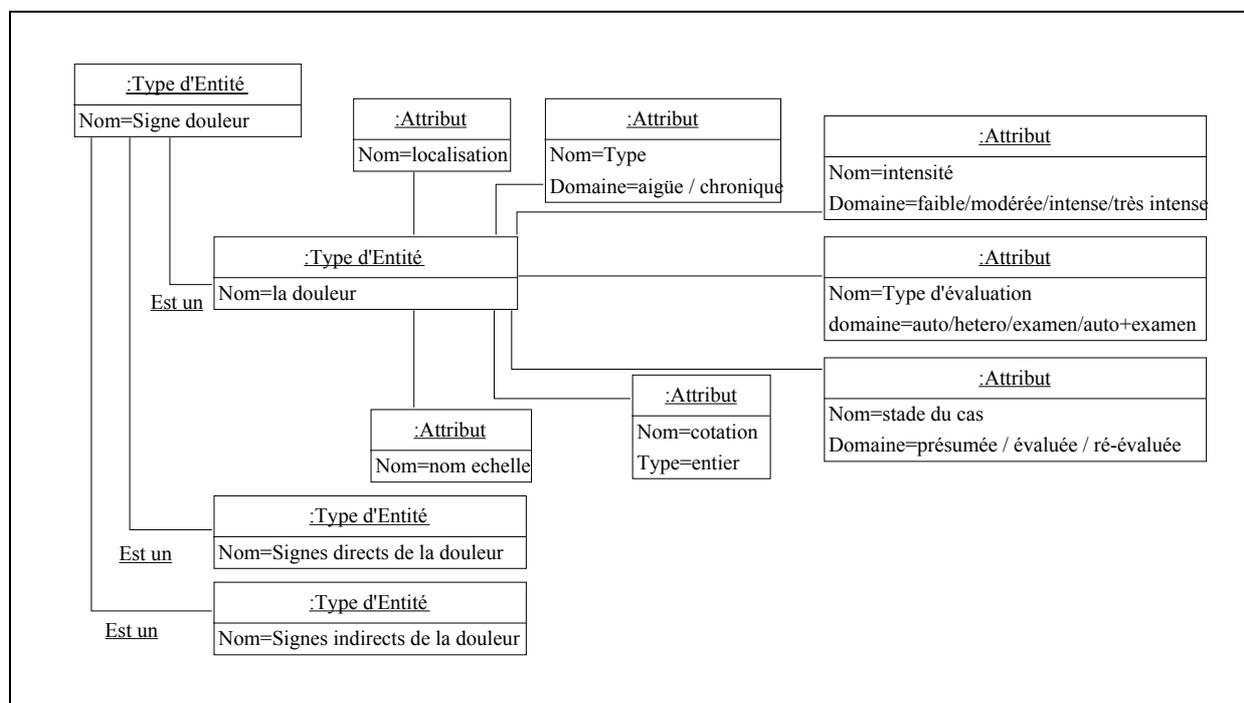
Diag 15: Diagramme d'objets UML des Types d'Entités - catégorie des signes - signes du diagnostic

Les signes du diagnostic sont représentées par les types d'entité suivants

- Le type d'entité *fièvre* permet de spécifier si l'enfant a de la fièvre ou non et à quelle intensité.
- Le type d'entité *abdomen* permet de spécifier l'état de l'abdomen, à savoir si celui-ci est souple, réactif ou encore s'il présente une contracture.
- Le type d'entité *nez* permet de préciser l'état du nez de l'enfant, s'il est propre ou présente un rhinorrhée.
- Le type d'entité *orifices herniaires* permet de préciser si les orifices herniaires sont libres, et le cas échéant si la hernie est réductible ou non.
- Le type d'entité *tympan* permet de préciser le résultat de l'otoscopie, à savoir si le tympan est bombant, opaque ou congestionné.

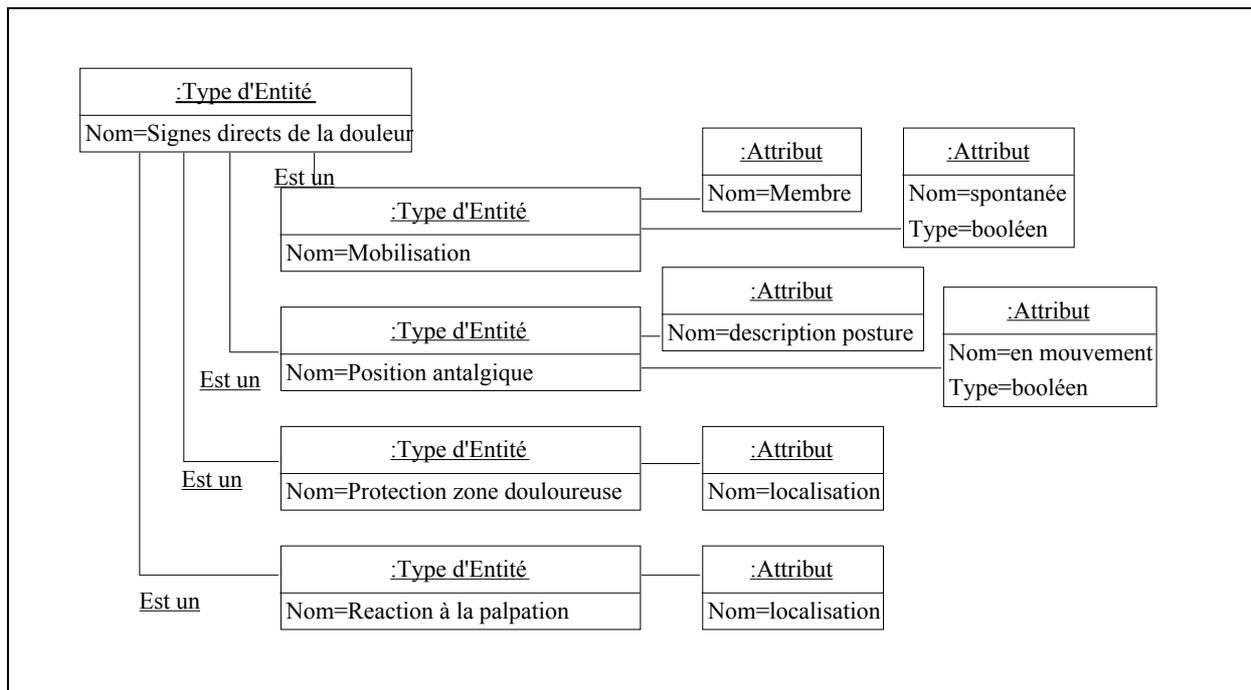
Comme cela est présenté dans le diagramme 16 ci-dessous, les signes de la douleur comprennent tout d'abord un type d'entité permettant de décrire les caractéristiques identifiées de la douleur présentée par le patient (type d'entité «douleur»). Il s'agit notamment de la localisation de cette douleur, de son type (chronique ou aiguë), de son stade d'identification dans le cas (est-elle seulement présumée, évaluée ou ré-évaluée au sein du cas clinique), de sa cotation par le patient sur une échelle d'évaluation, et éventuellement du type d'évaluation employé pour arriver à ce résultat (hétéro-évaluation, auto-évaluation, auto-évaluation+examen, examen).

Deux autres types ont également été identifiés comme composants de la sous-catégorie des signes de la douleur. Il s'agit des signes directs de la douleur et des signes indirects de la douleur.



Diag 16: Diagramme d'objets UML des types d'entités - catégorie des signes - signes de la douleur

Le diagramme d'objets ci-dessous (Diag 17), présente les signes directs de la douleur.



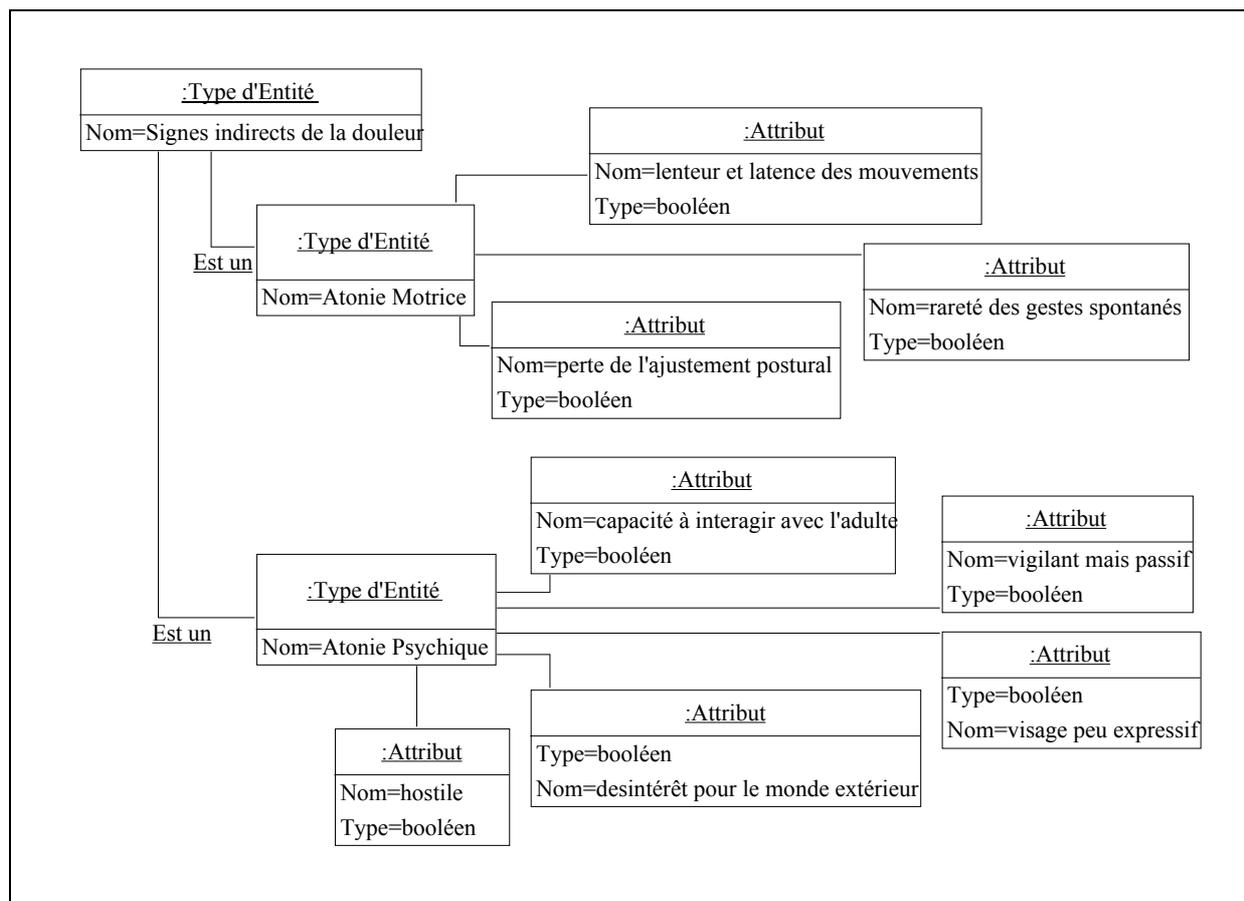
Diag 17□. Diagramme d'objets UML des types d'entités -signes directs de la douleur

Les signes directs de la douleur sont les suivants□:

- Le type d'entité *mobilisation spontanée* permet de préciser si un membre est mobilisé spontanément par l'enfant, et lequel.
- Le type d'entité *position antalgique* permet de préciser si l'enfant présente une position à caractère antalgique, c'est à dire s'il prend une certaine posture pour éviter la douleur. Il est possible de préciser si cette position est prise en mouvement ou au repos.
- Le type d'entité *protection zone douloureuse* permet de préciser si l'enfant se protège instinctivement une partie du corps.
- Le type d'entité *réaction à la palpation* permet de spécifier si l'enfant réagit vivement à la palpation du médecin dans une zone bien précise.

Enfin le diagramme 18 ci-dessous présente les signes indirects de la douleur. Les signes indirects de la douleur sont les suivants□:

- Le type d'entité *atonie motrice* permet de préciser si l'enfant présente une lenteur ou une latence des mouvements, une perte de l'ajustement postural ou encore une rareté des gestes spontanés.
- Le type d'entité *atonie psychique* permet de préciser si l'enfant a des capacités à interagir avec l'adulte, s'il est vigilant mais passif, s'il est hostile, si son visage est peu expressif ou enfin s'il présente un désintérêt pour le monde extérieur.

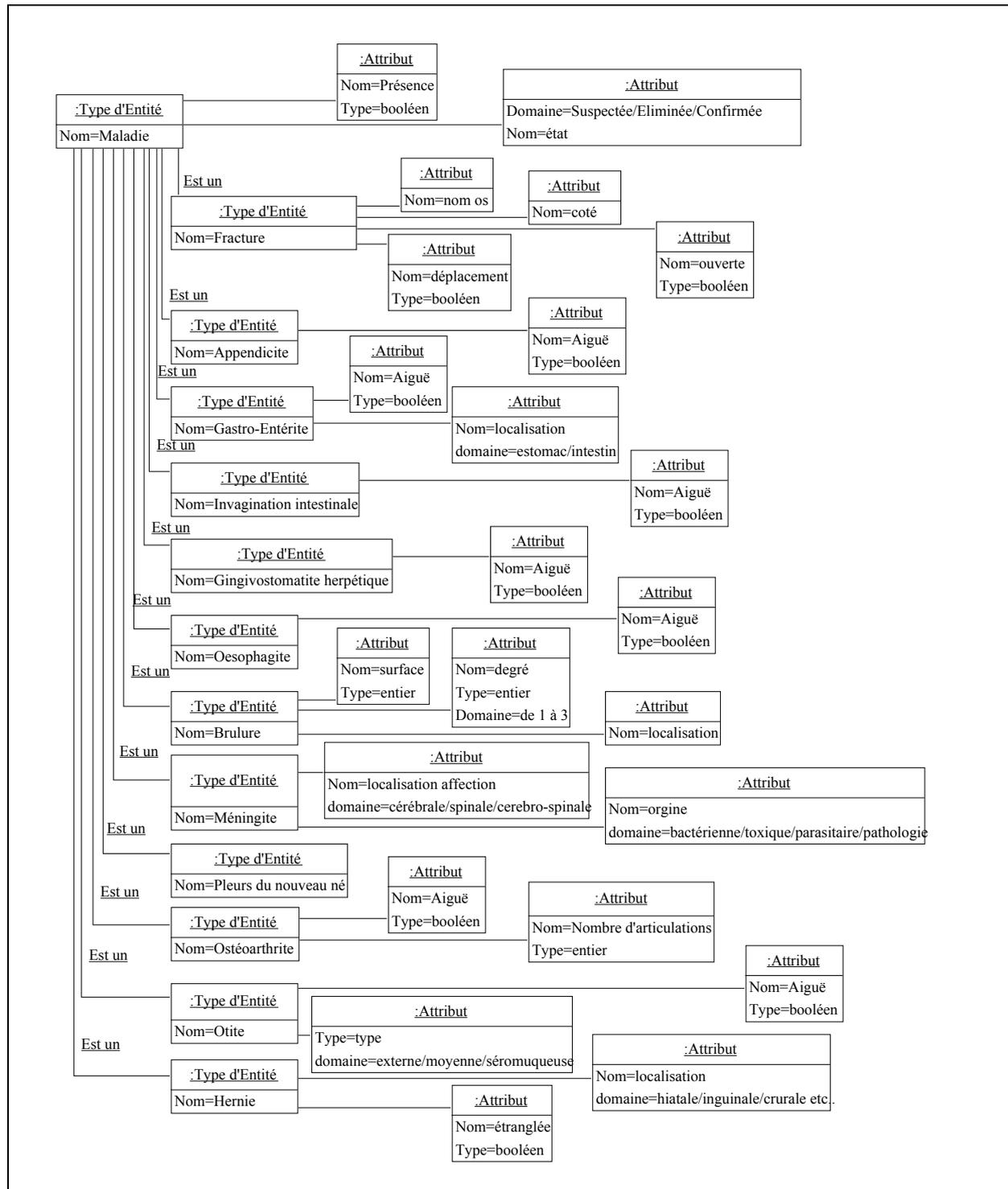


Diag 18: Diagramme d'objets UML des types d'entités signes indirects de la douleur

## 2.2 Les maladies

Comme le montre le diagramme 19 ci-dessous, les maladies suivantes ont été identifiées

- Le type d'entité *fracture* permet de préciser la fracture d'un enfant, le nom de l'os touché, de quel côté, si cette fracture est ouverte ou non ou s'il y a déplacement.
- Le type d'entité *appendicite* permet de préciser que l'enfant a une appendicite, et s'il s'agit d'une appendicite aiguë ou non.
- Le type d'entité *gastro-entérite* permet de préciser que l'enfant a une gastro-entérite et si celle-ci est aiguë ou non, si elle est localisée plutôt sur l'estomac, les intestins ou les deux.
- Le type d'entité *invagination intestinale* permet de préciser que l'enfant a une invagination intestinale et si celle-ci est aiguë ou non.
- Le type d'entité *gingivostomatite herpétique* permet de préciser si un enfant présente une gingivostomatite herpétique et si celle-ci est aiguë ou non.
- Le type d'entité *oesophagite* permet de préciser si l'enfant présente ou non une oesophagite et si celle-ci est aiguë ou non.



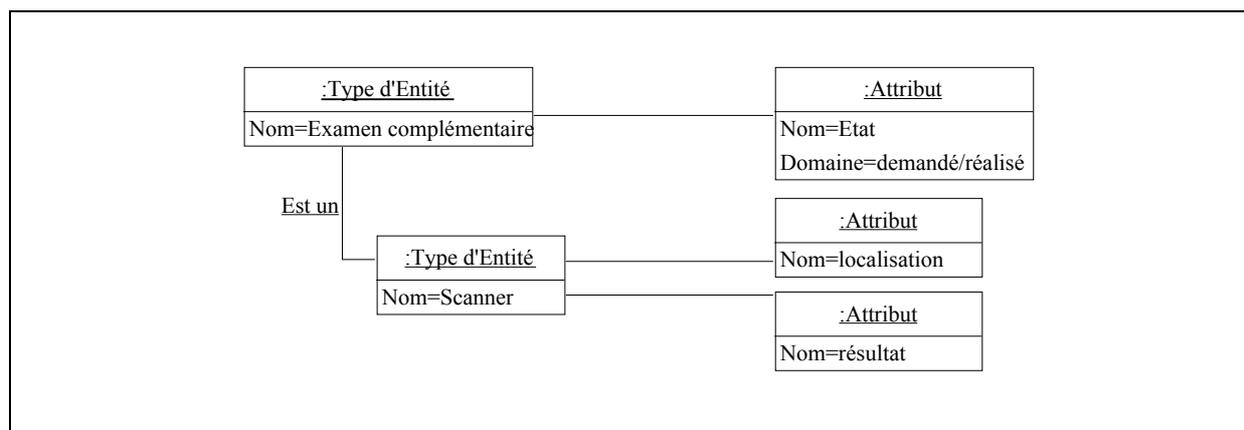
Diag 19: Diagramme d'objets UML des types d'entités - catégorie des maladies

- Le type d'entité *brûlure* permet de préciser si l'enfant a une brûlure, et le cas échéant quelle est sa localisation, son degré et sa surface.
- Le type d'entité *méningite* permet de préciser si l'enfant présente une méningite et le type de cette méningite (son origine et sa localisation).

- Le type d'entité *pleurs du nouveau né* permet de préciser qu'un enfant souffre des pleurs du nouveau né.
- Le type d'entité *ostéoarthrite* permet de préciser qu'un enfant a un ostéoarthrite, le nombre d'articulations touchées et si celle ci est aiguë ou non.
- Le type d'entité *otite* permet de préciser si l'enfant présente une otite et si celle-ci est aiguë ou non, et de quel type d'otite s'agit-il.
- Le type d'entité *hernie* permet de préciser si l'enfant présente une hernie, de quel type de hernie s'agit-il (inguinale, crurale etc...) et si elle est étranglée ou non.

### 2.3 Les examens complémentaires

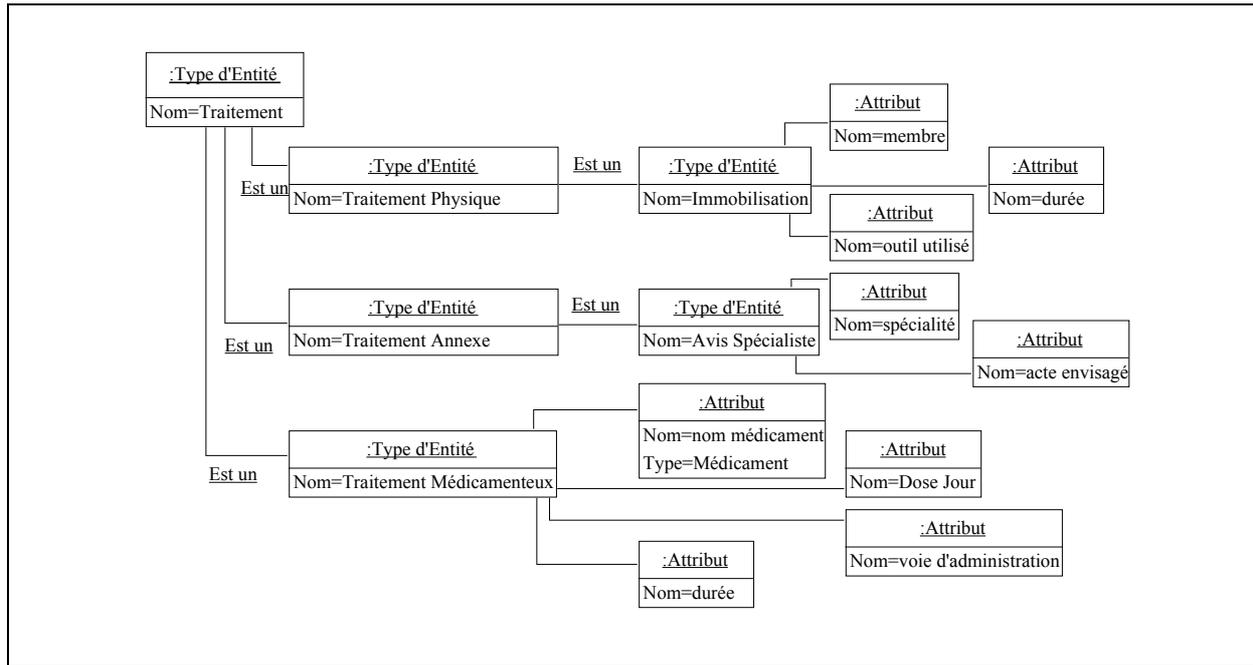
Dans le diagramme 20 ci-dessous, le type d'entité racine de la hiérarchie se nomme «examens complémentaires». Il est alors possible au médecin/auteur de préciser si cet examen est, à ce stade, simplement demandé ou plutôt si les résultats sont connus. Seul l'examen complémentaire du scanner a été identifié dans le corpus expérimental, présenté dans le diagramme sous le type d'entité Scanner. La localisation de la zone balayée par le scanner peut être précisée, ainsi que le résumé du résultat de scanner.



Diag 20: Diagramme d'objets UML des types d'entités - catégorie des examens complémentaires

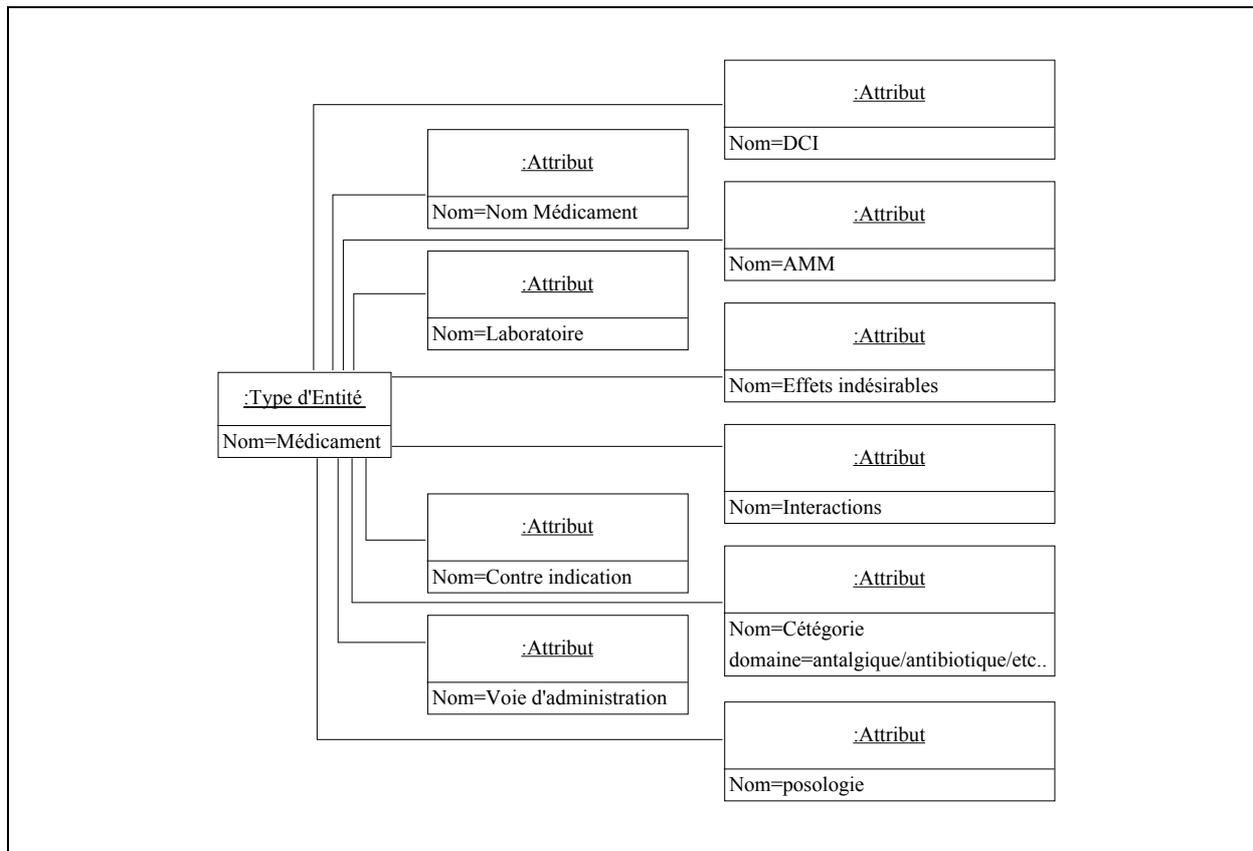
### 2.4 Les traitements et médicaments

Comme le montre le diagramme 21 ci-dessous, le type d'entité principal se nomme «traitement». Le type d'entité «traitement» se décompose en trois types d'entités, représentant trois sous-catégories de traitement: le traitement physique, le traitement annexe et bien évidemment le traitement médicamenteux. Dans le corpus, seule l'immobilisation d'un membre pour une durée définie avec des outils particuliers, a été identifiée comme traitement physique. La demande d'un avis de spécialiste pour un acte envisagé ou non, a été identifiée comme traitement annexe. Enfin, un traitement médicamenteux est proposé pour une durée, une voie d'administration et une dose journalière donnée. Il concerne par ailleurs un médicament en particulier. Ainsi, l'attribut «nom médicament» est chargé de faire le lien entre l'entité issue du type d'entité «traitement médicamenteux» et une seconde entité issue du type d'entité «médicament» qui lui est lié.



Diag 21: Diagramme d'objets UML des types d'entités - catégorie des traitements

Le diagramme 22 ci-dessous, propose une modélisation du type d'entité «Médicaments».

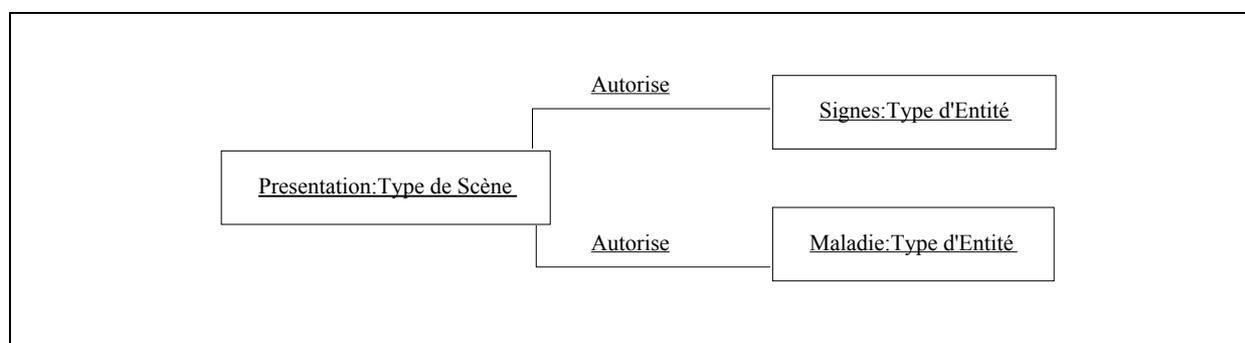


Diag 22: Diagramme d'objets UML des types d'entités - catégorie des médicaments

Un médicament est décrit par la collection d'attributs suivants: le nom du médicament, son Autorisation de Mise sur le Marché (AMM), son laboratoire d'origine, ses effets indésirables, sa Dénomination Commune Internationale (DCI), ses interactions médicamenteuses, ses contre-indications, sa catégorie, et enfin son mode d'administration. Un médicament peut avoir plusieurs modes d'administrations, un mode d'administration regroupant la posologie et la voie d'administration. En effet, la posologie est différente selon que le médicament est par exemple prescrit en intra-veineuse ou par voie orale.

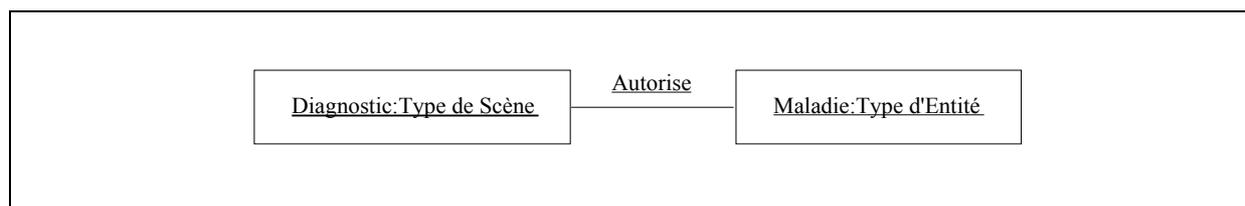
## 2.5 Relation «Autorise» entre Types de Scènes et Types d'Entités

Il existe, pour chaque type de scène, un ensemble de types d'entités, dites «Autorisées». Le diagramme 23 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Présentation» autorise le placement d'entités du type «Signes» ou «Maladie».



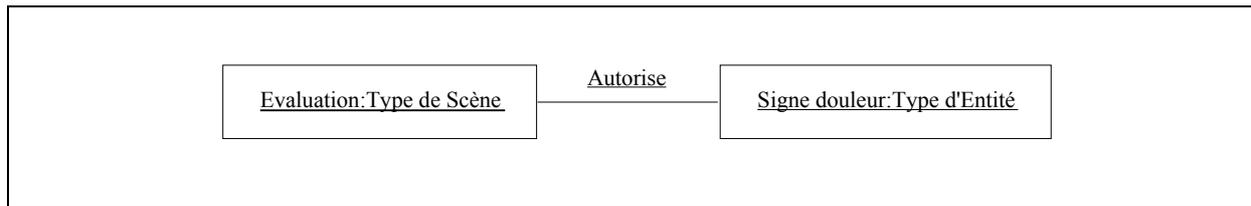
Diag 23: Diagramme d'objet UML de la relation «Autorise» entre le Type de scènes «Présentation» et les types d'entités

Le diagramme 24 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Diagnostic» autorise le placement d'entités du type «Maladie».



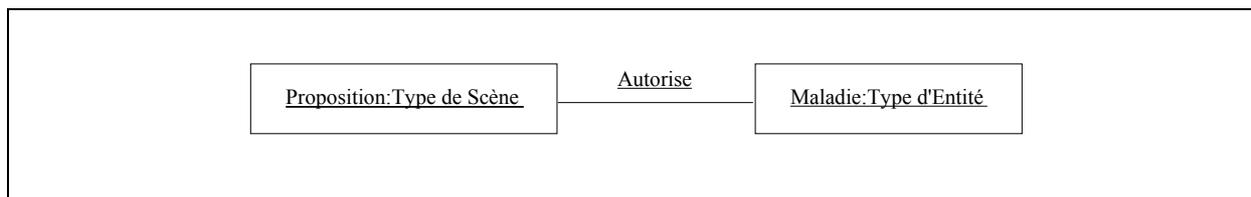
Diag 24: Diagramme d'objet UML de la relation «Autorise» entre le Type de scène «Diagnostic» et les type d'entités

Le diagramme 25 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Evaluation» autorise le placement d'entités du type «Signes douleur».



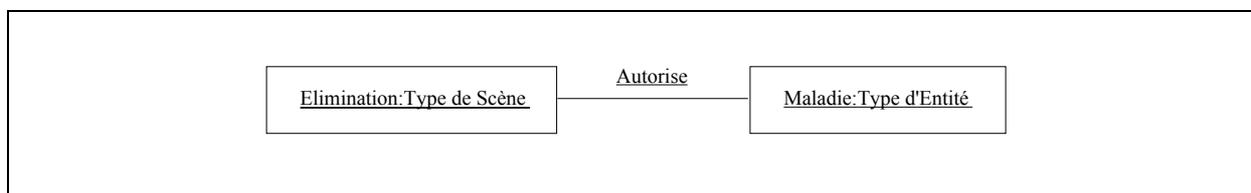
Diag 25: Diagramme d'objet UML de la relation «Autorise» entre le Type de scène «Evaluation» et les types d'entités

Le diagramme 26 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Proposition» autorise le placement d'entités du type «Maladie».



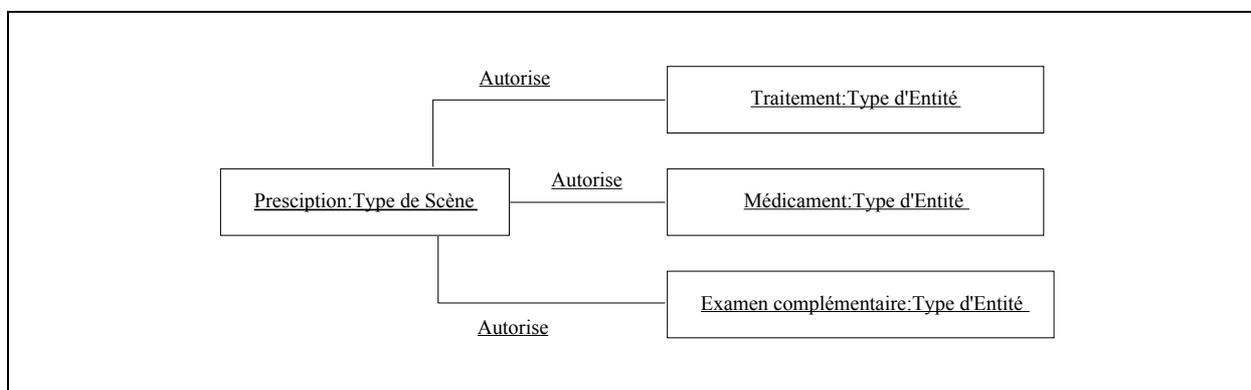
Diag 26: Diagramme d'objet UML de la relation «Autorise» entre le Type de scène «Proposition» et les types d'entités

Le diagramme 27 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Elimination» autorise le placement d'entités du type «Maladie».



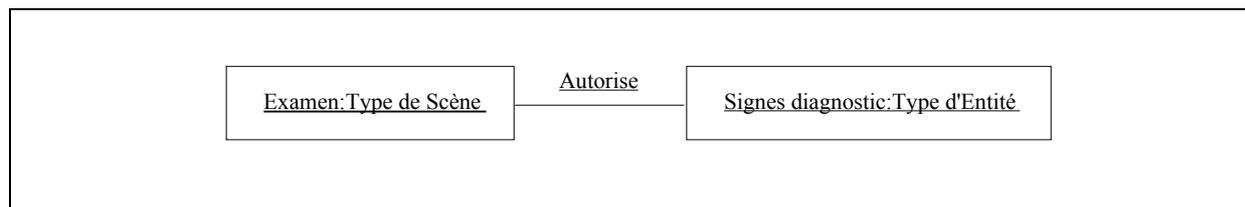
Diag 27: Diagramme d'objet UML de la relation «Autorise» entre le Type de scène «Elimination» et les types d'entités

Le diagramme 28 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Prescription» autorise le placement d'entités du type «Traitement», «Médicament» ou «Examen complémentaire».



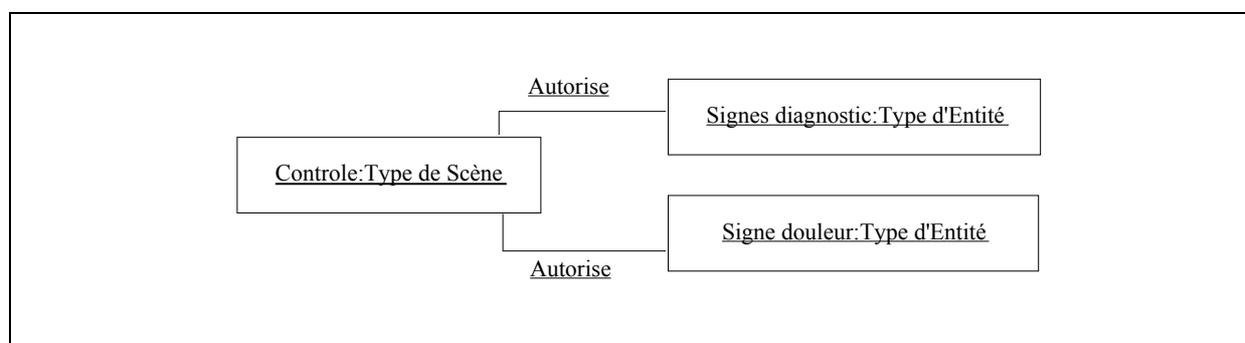
Diag 28: Diagramme d'objet UML de la relation «Autorise» entre le Type de scène «Prescription» et les types d'entités

Le diagramme 29 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Présentation» autorise uniquement le placement d'entités du type «Signes diagnostic».



Diag 29: Diagramme d'objet UML de la relation «Autorise» entre le Type de scène «Examen» et les types d'entités

Le diagramme 30 ci-dessous spécifie le fait qu'une scène du type «Contrôle» autorise uniquement le placement d'entités du type «Signes diagnostic» ou «Signe douleur».



Diag 30: Diagramme d'objet UML de la relation «Autorise» entre le Type de scène «Contrôle» et les types d'entités

## **ANNEXE 3 - LES CRITERES DU CORPUS**

---

<b>1</b>	<b>Liste des critères identifiés dans le corpus .....</b>	<b>269</b>
<b>2</b>	<b>Diagrammes d'objets du niveau des critères de la couche domaine .....</b>	<b>272</b>



## 1 Liste des critères identifiés dans le corpus

Les trois tableaux ci-dessous présentent les critères d'appariements extraits de chacun des dix cas du corpus.

CRITERES	SOUS-CRITERES	CAS 1	CAS 2	CAS 3
Pathologie		Invagination intestinale aiguë	Otite moyenne aiguë	Pleurs du nouveau né
Objectifs				
	Objectif d'évaluation	100%	50%	100%
	Objectif de traitement	0%	50%	0%
Stratégie				
	Age	- de 4	- de 4	- de 4
	Mode d'évaluation	Examen clinique	Examen clinique	Examen clinique
	Intensité	intense	Intense	intense
	Longueur du cycle évaluation traitement	Evaluation (1)	Evaluation ->Contrôle -> PreSCRIPTION (3)	Evaluation (1)
	Pallier	NR	1	NR

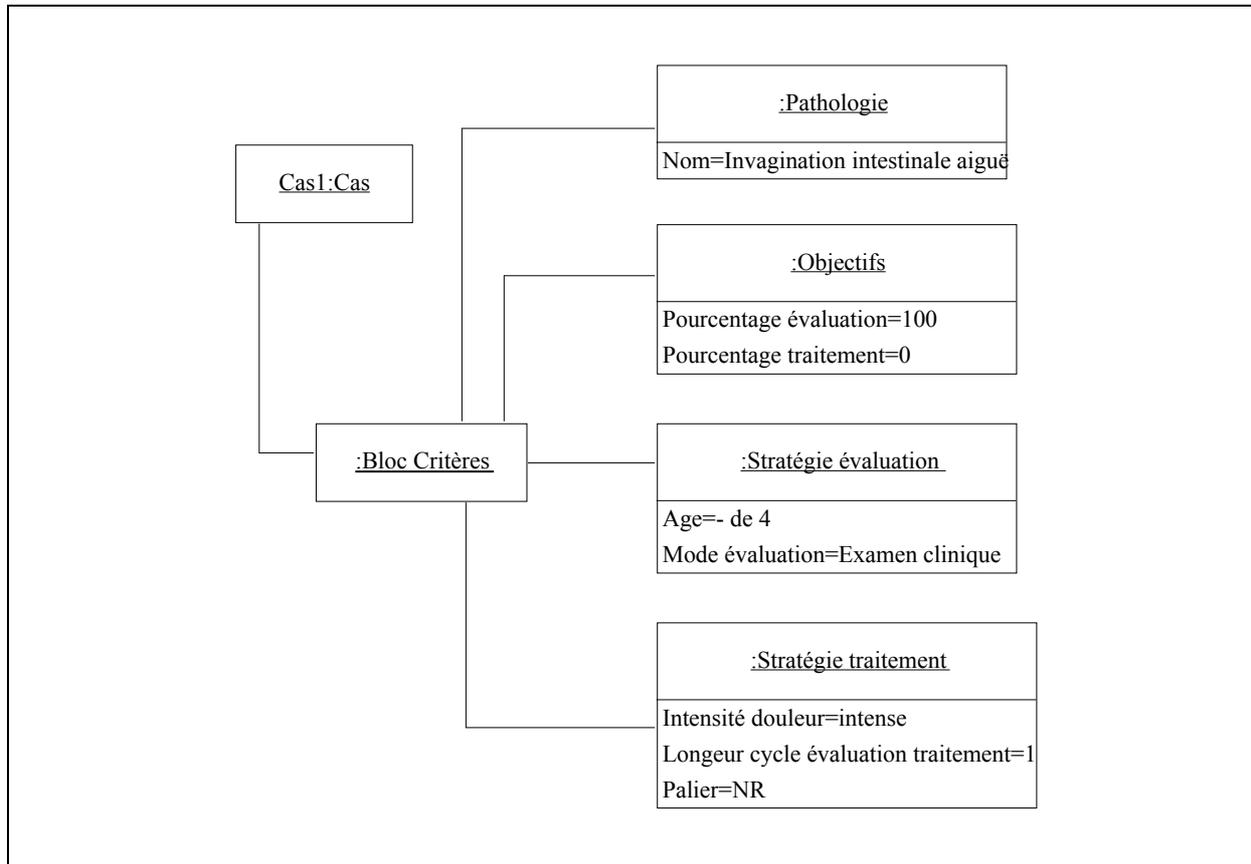
CRITERES	SOUS-CRITERES	CAS 4	CAS 5	CAS 6
Pathologie		Otite moyenne aiguë	Pb psychologique	Fracture
Objectifs				
	Objectif d'évaluation	50%	90%	10%
	Objectif de traitement	50%	10%	90%
Stratégie				
	Age	+ de 6	+ de 6	+ de 6
	Mode d'évaluation	Auto-évaluation	Auto-évaluation	Examen clinique
	Intensité	intense	très intense	intense
	Longueur du cycle évaluation traitement	Evaluation -> prescription (2)	Evaluation -> Prescription -> Contrôle (3)	Prescription (1)
	Pallier	2	2	2

CRITERES	SOUS-CRITERES	CAS 7	CAS 8	CAS 9
Pathologie		Brûlure	Gingivostomatite	Gastroentérite
Objectifs				
	Objectif d'évaluation	50%	0%	0%
	Objectif de traitement	50%	100%	100%
Stratégie				
	Age	Entre 4 et 6	Entre 4 et 6	- de 4
	Mode d'évaluation	Examen clinique	Examen clinique	Examen clinique
	Intensité	intense	Intense	intense
	Longueur du cycle évaluation traitement	Prescription -> Contrôle -> Prescription (3)	Prescription (1)	Prescription (1)
	Pallier	2	2	2

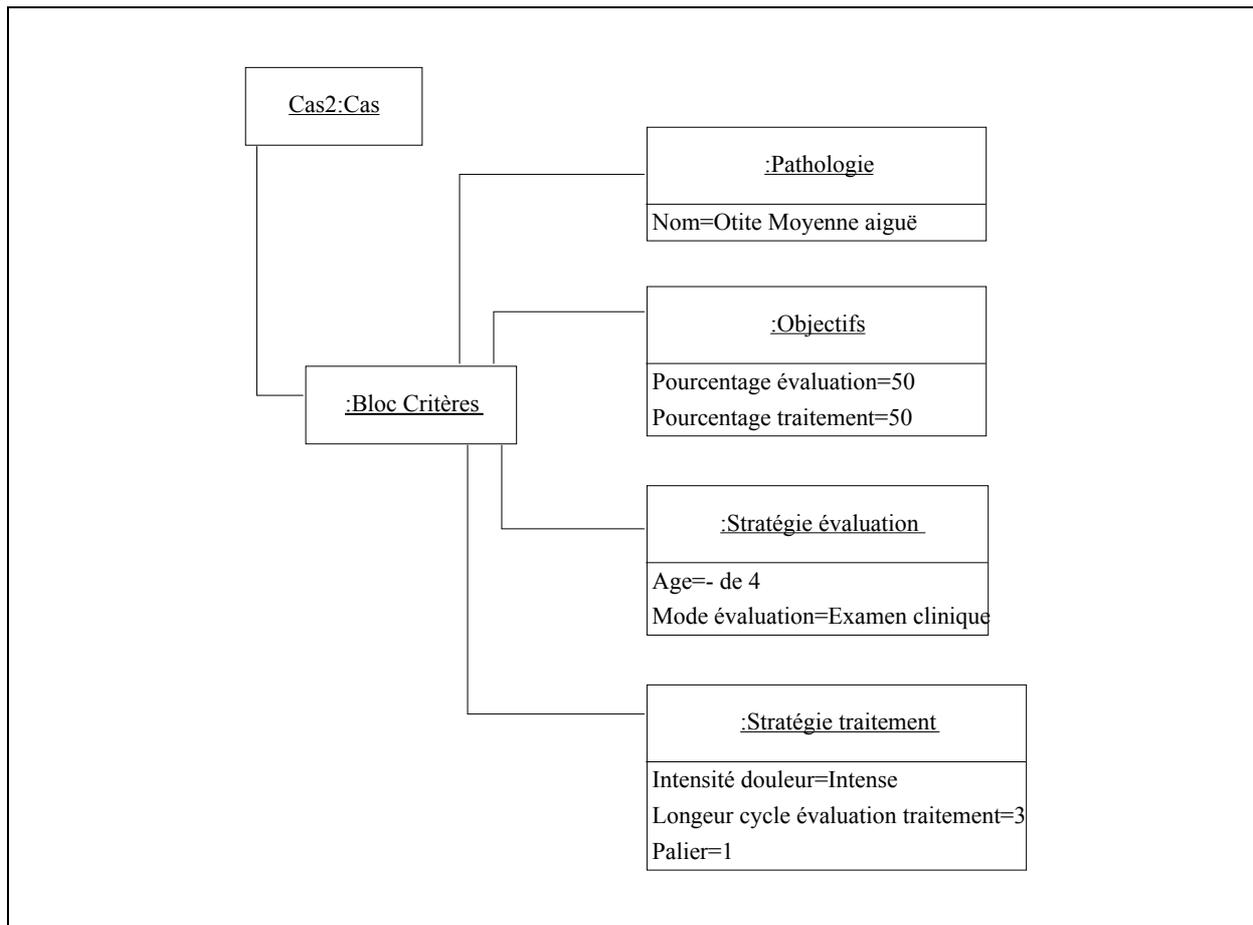
CRITERES	SOUS-CRITERES	CAS 10	CAS 11
Pathologie		« doit subir une amigdalectomie »	Fracture
Objectifs			
	Objectif d'évaluation	0%	50%
	Objectif de traitement	100%	50%
Stratégie			
	Age	+ de 6	+ de 6
	Mode d'évaluation	Examen clinique	Examen clinique
	Intensité	intense	intense
	Longueur du cycle évaluation traitement	Prescription (1)	Evaluation -> Prescription (2)
	Pallier	2	NR

## 2 Diagrammes d'objets du niveau des critères de la couche domaine

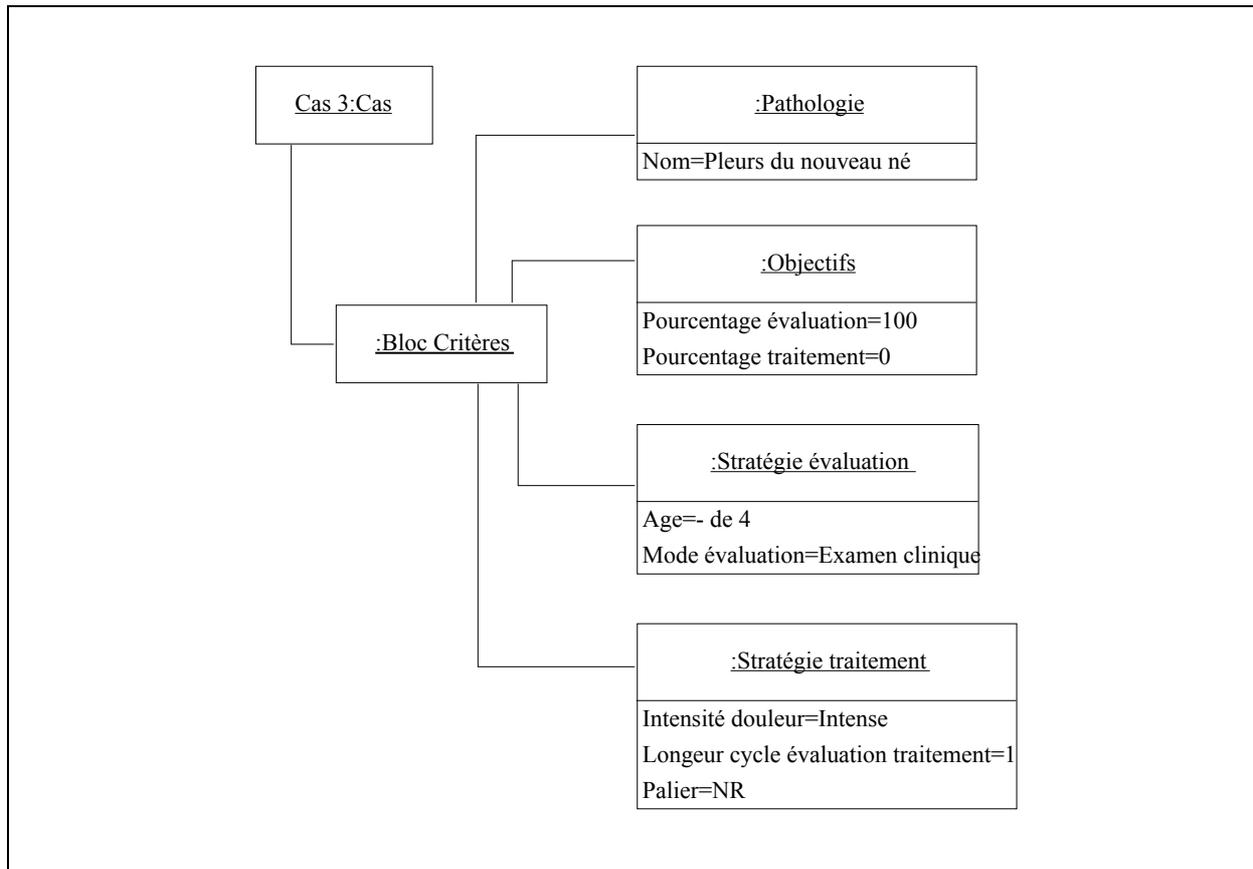
Les onze diagrammes ci-dessous représentent respectivement les diagrammes d'objet UML des critères relatifs aux appariements des onze cas du corpus.



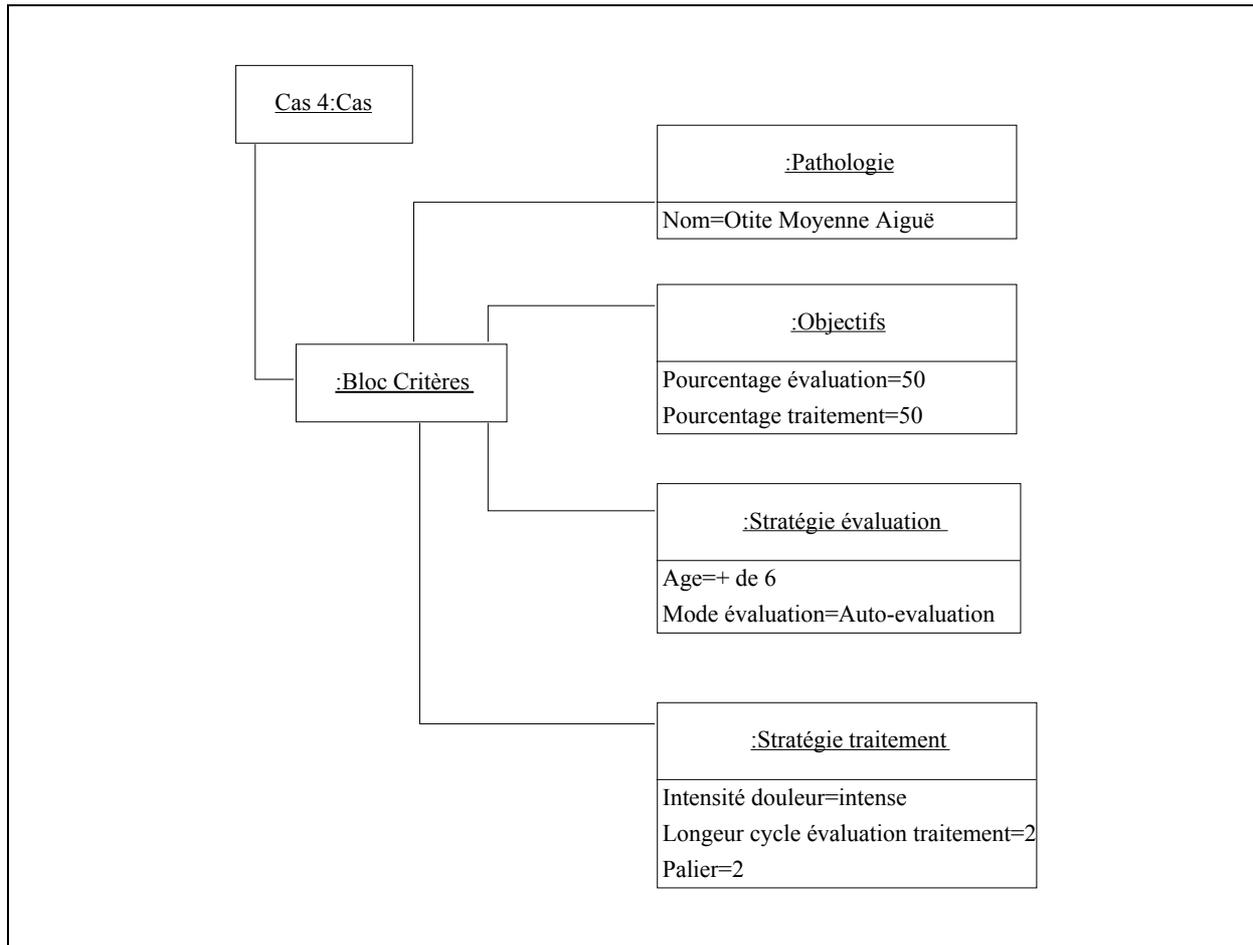
Diag 1: Diagramme d'objet UML relatif aux critères d'appariement du cas numéro 1



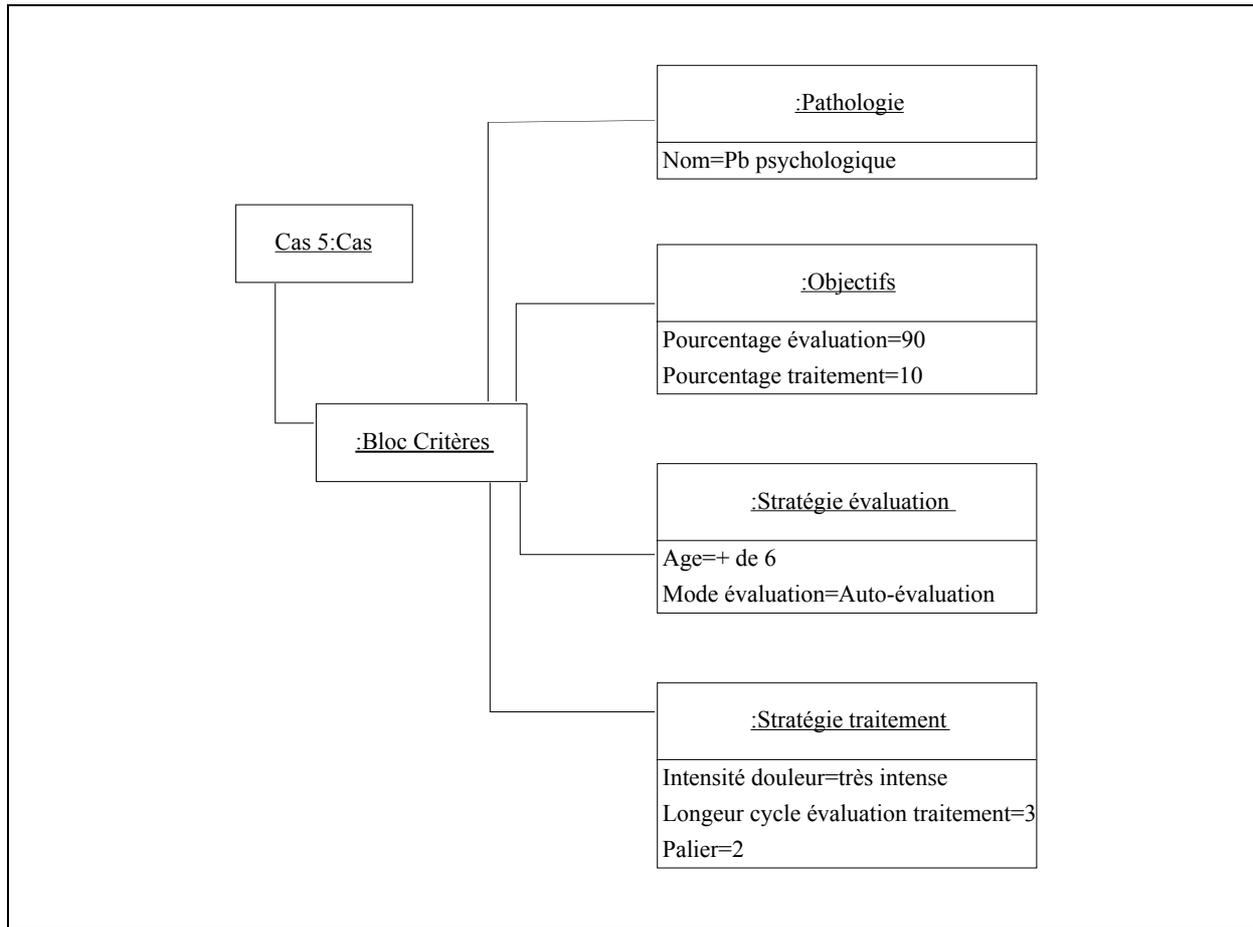
Diag 2: Diagramme d'objet UML relatif aux critères d'appariement du cas numéro 2



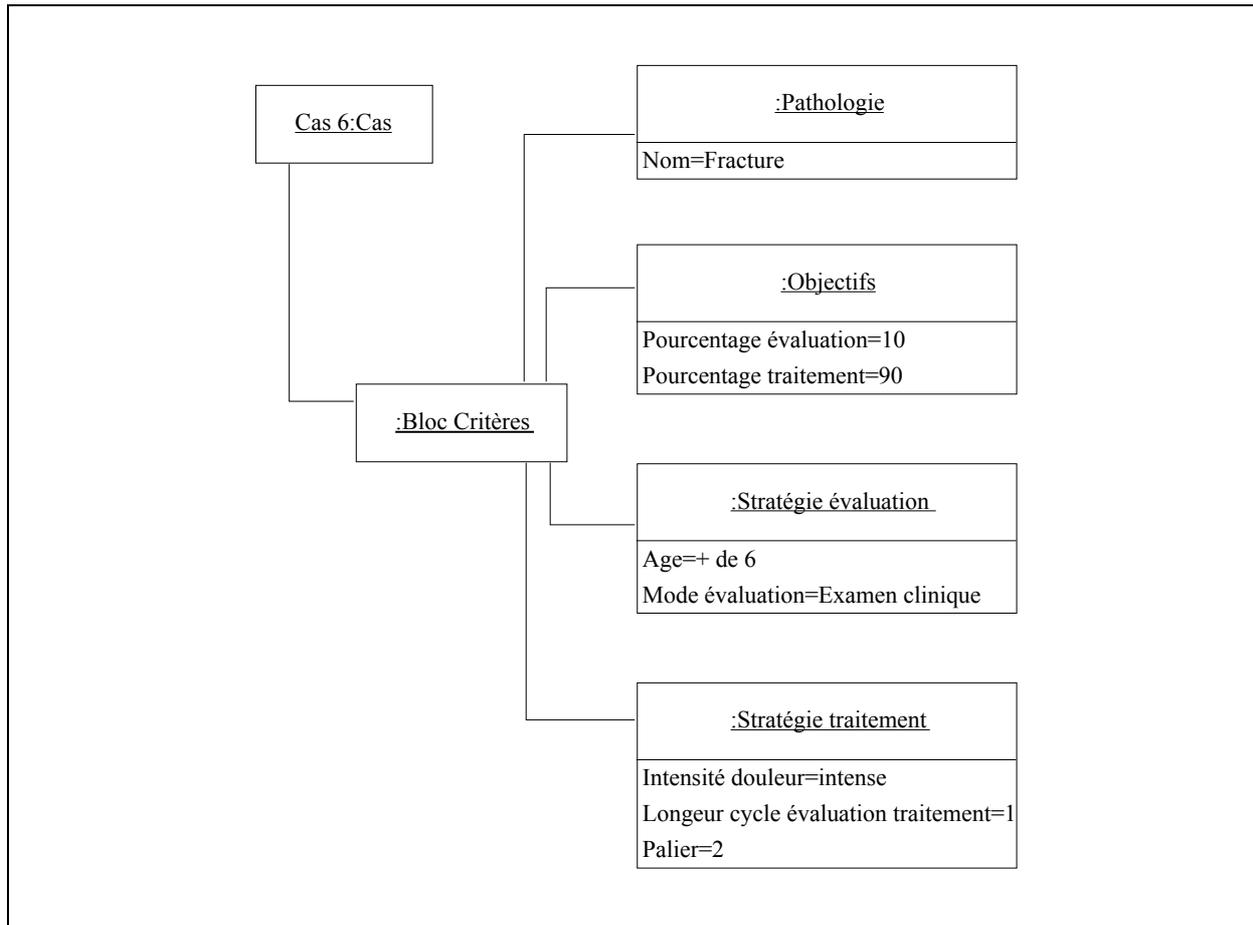
Diag 3: Diagramme d'objet UML relatif aux critères d'appariement du cas numéro 3



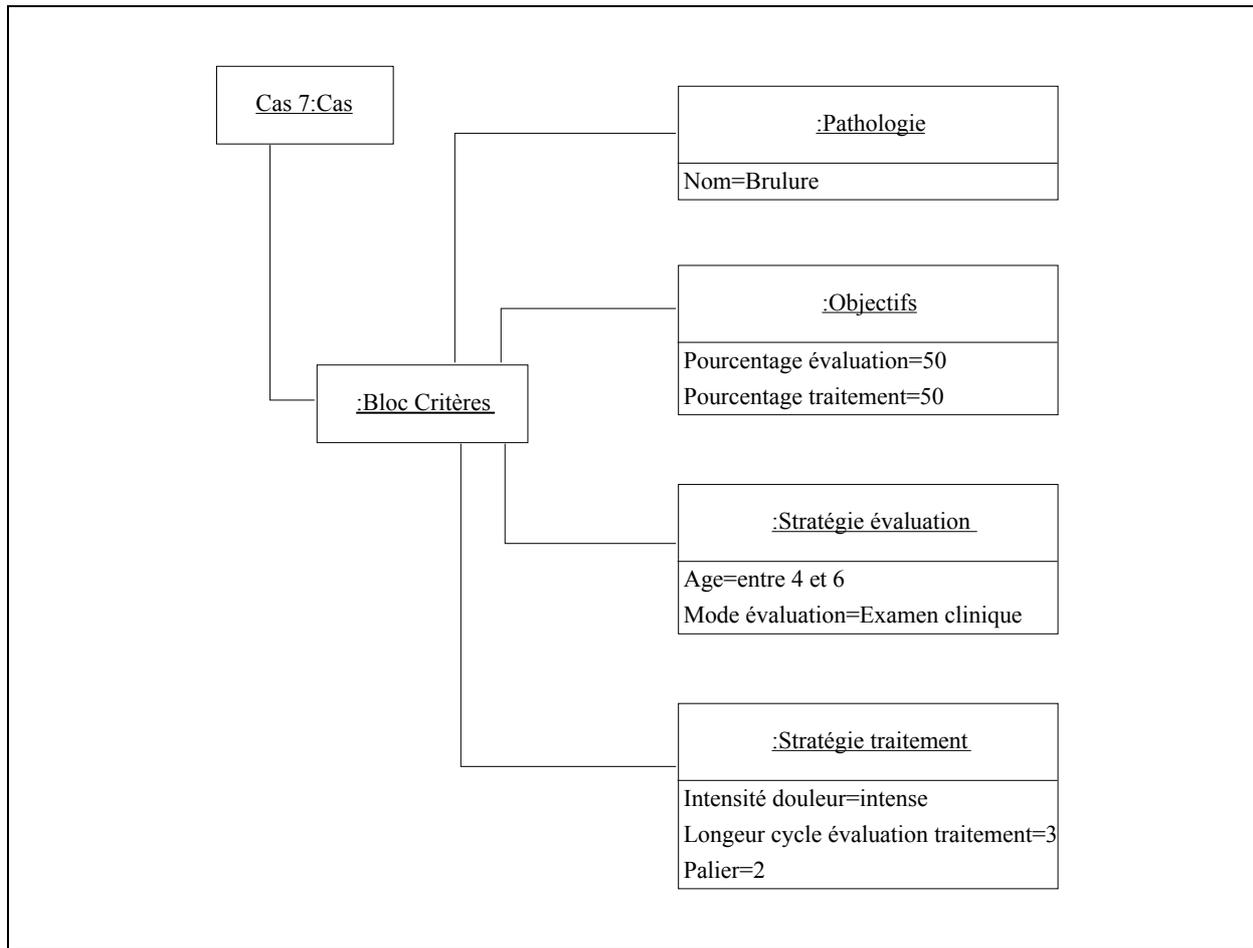
Diag 4: Diagramme d'objet UML relatif aux critères d'appariement du cas numéro 4



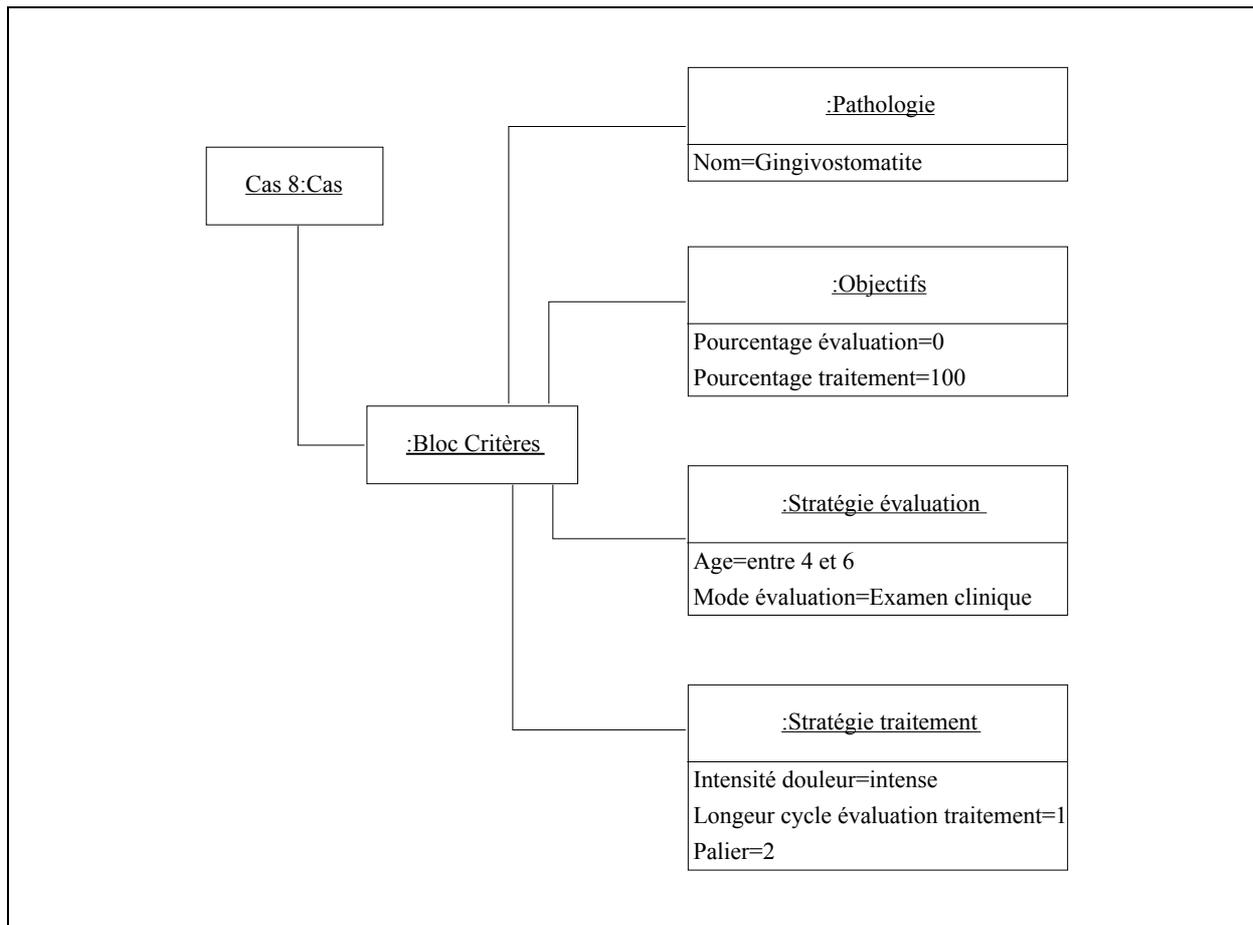
Diag 5: Diagramme d'objet UML relatif aux critères d'appariement du cas numéro 5



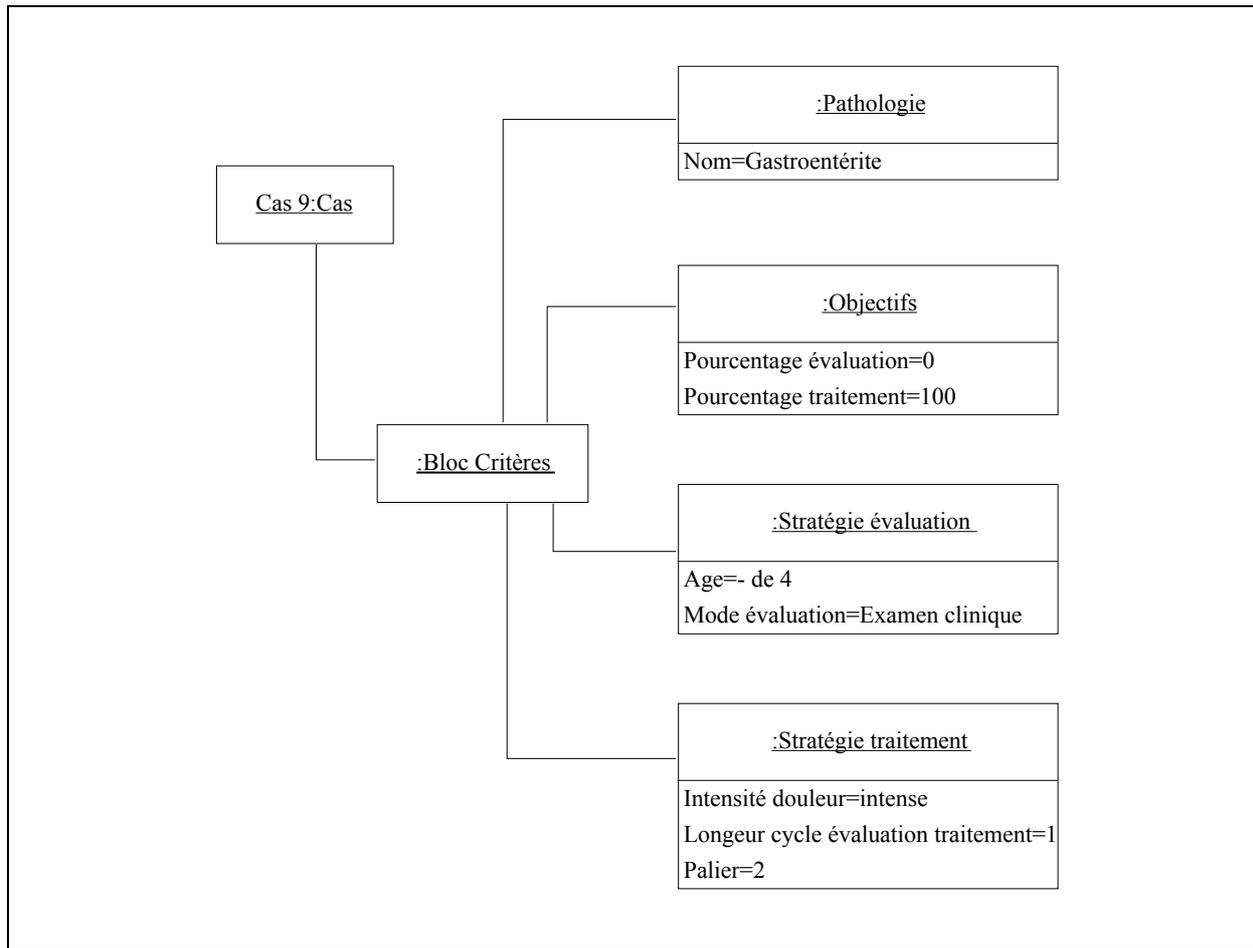
Diag 6: Diagramme d'objet UML relatif aux critères d'appariement du cas numéro 6



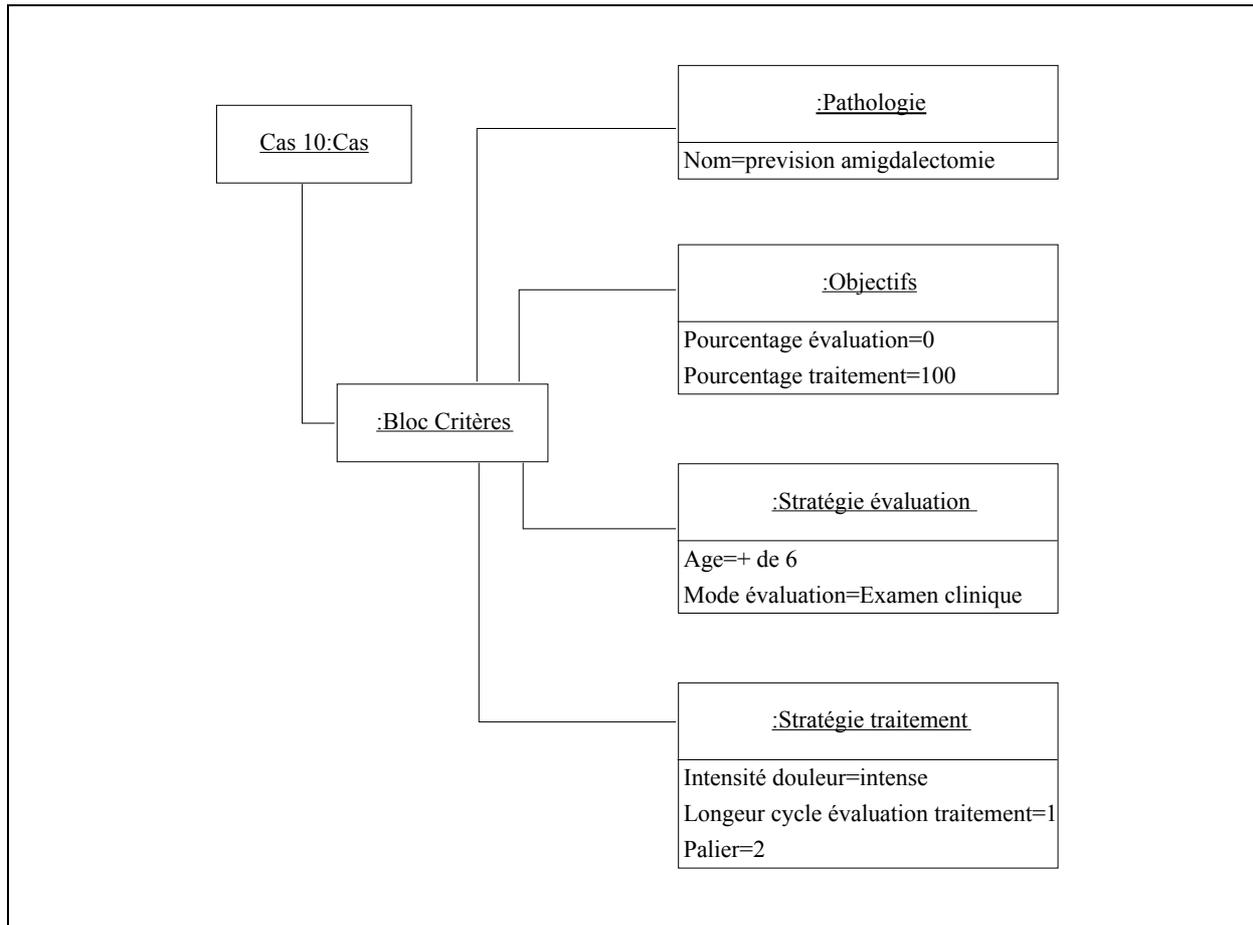
Diag 7: Diagramme d'objet UML relatif aux critères d'appariement du cas numéro 7



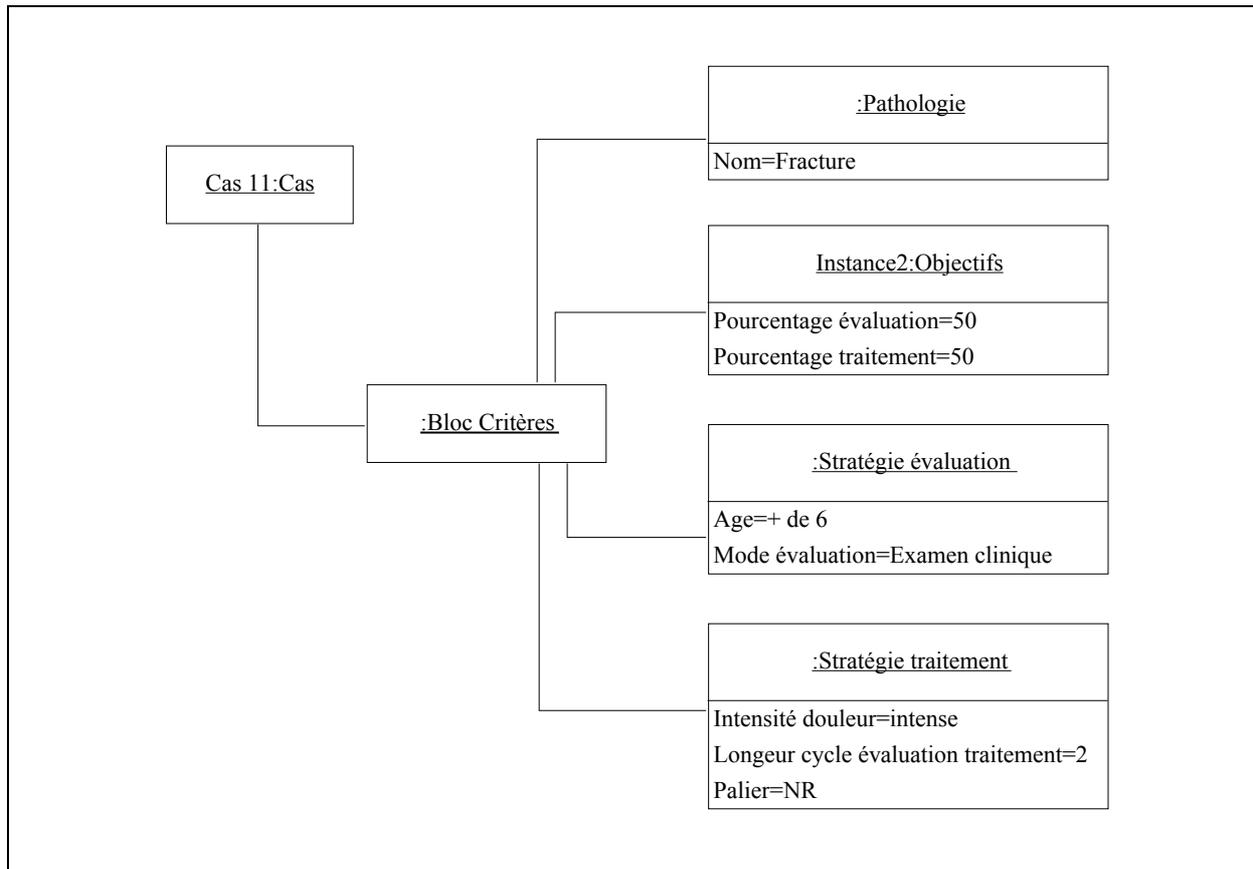
Diag 8: Diagramme d'objet UML relatif aux critères d'appariement du cas numéro 8



Diag 9: Diagramme d'objet UML relatif aux critères d'appariement du cas numéro 9



Diag 10: Diagramme d'objet UML relatif aux critères d'appariement du cas numéro 10



Diag 11: Diagramme d'objet UML relatif aux critères d'appariement du cas numéro 11

## **ANNEXE 4 : LES APPARIEMENTS DU CORPUS**

---

<b>1</b>	<b>Tableau récapitulatif des calculs d'appariement.....</b>	<b>285</b>
<b>2</b>	<b>Diagrammes d'objet des appariements .....</b>	<b>290</b>



## 1 Tableau récapitulatif des calculs d'appariement

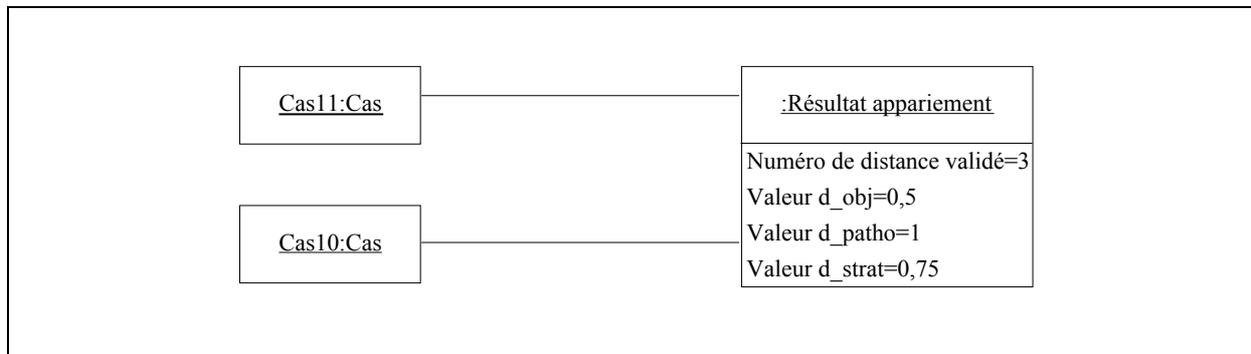




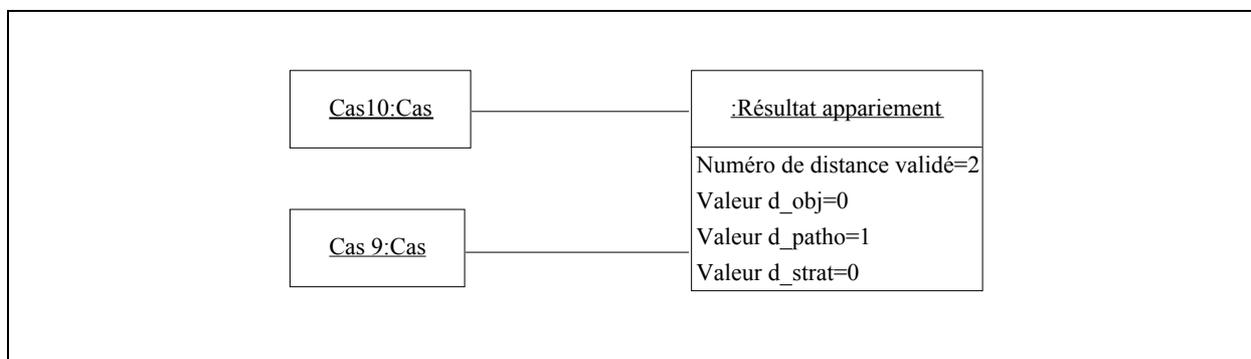




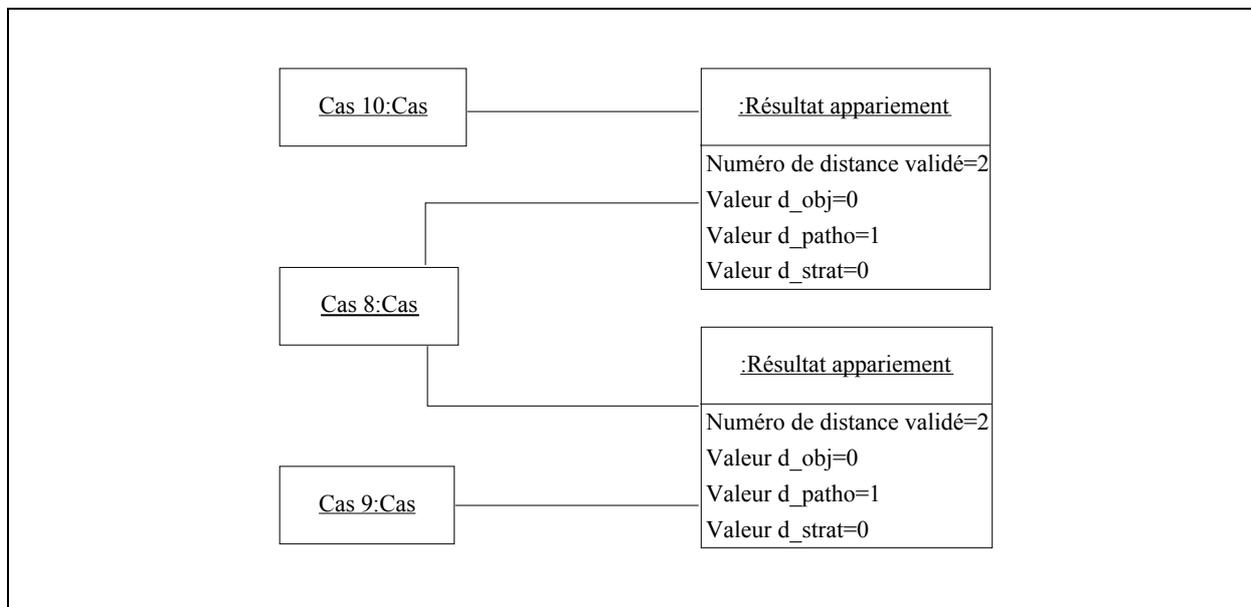
## 2 Diagrammes d'objet des appariements



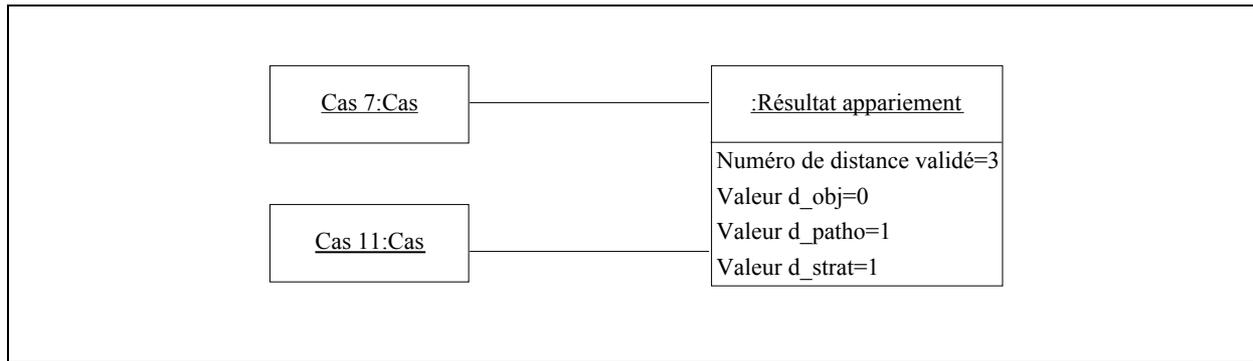
Diag 1: Intégration du cas 10: Diagramme d'objet UML de l'appariement des cas 10 et 11



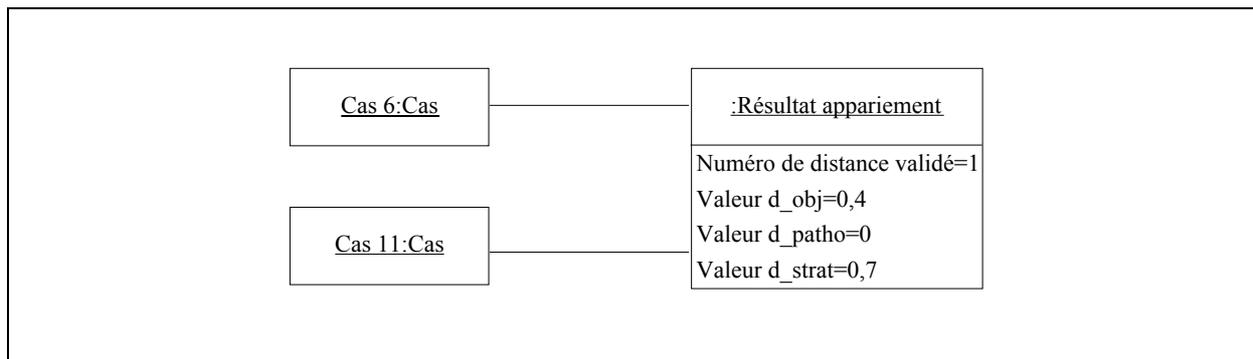
Diag 2: Intégration du cas 9: Diagramme d'objet UML de l'appariement des cas 9 et 10



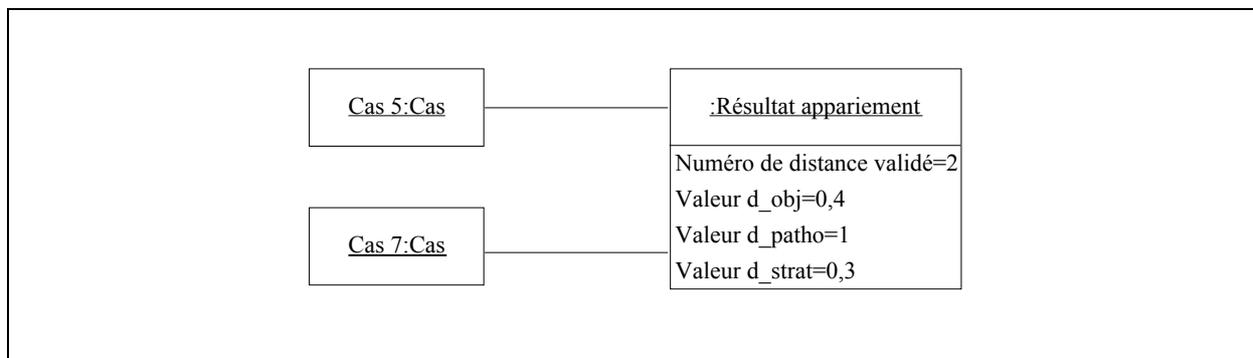
Diag 3: Intégration du cas 8: Diagramme d'objet UML de l'appariement des cas 8 et 10, et 8 et 9



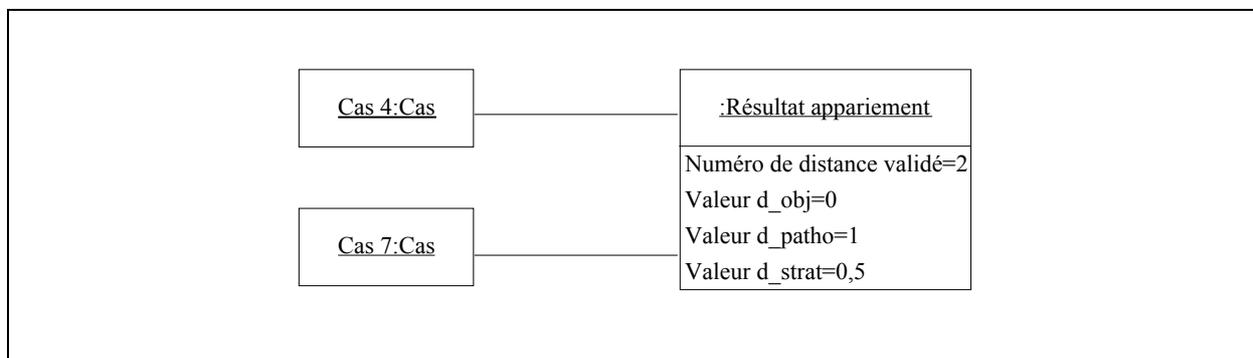
Diag 4: Intégration du 7: Diagramme d'objet UML de l'appariement des cas 7 et 11



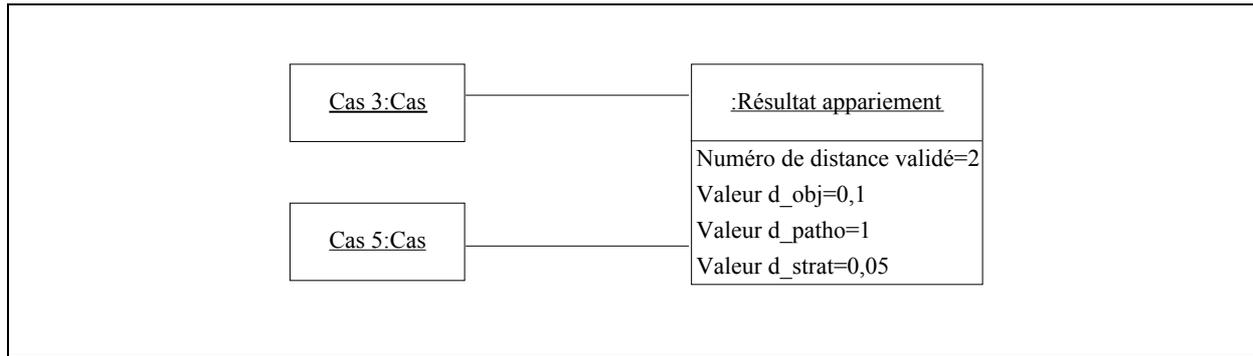
Diag 5: Intégration du cas 6: Diagramme d'objet UML de l'appariement des cas 6 et 11



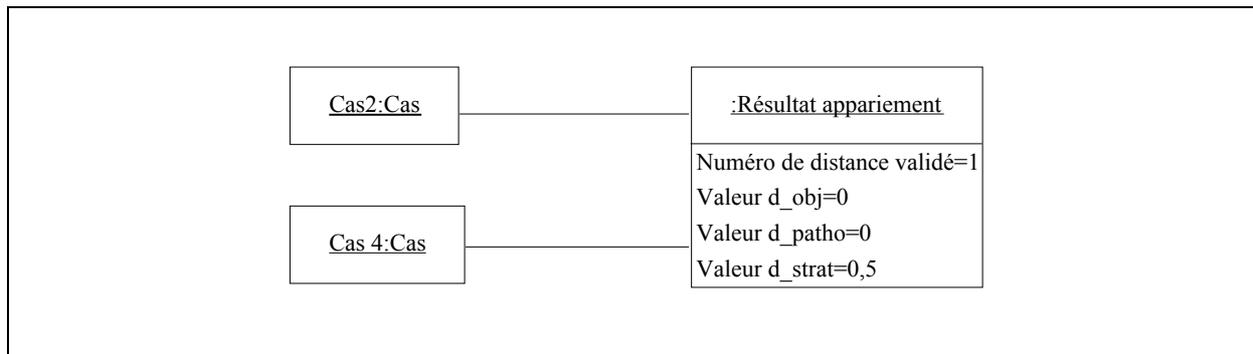
Diag 6: Intégration du cas 5: Diagramme d'objet UML de l'appariement des cas 5 et 7



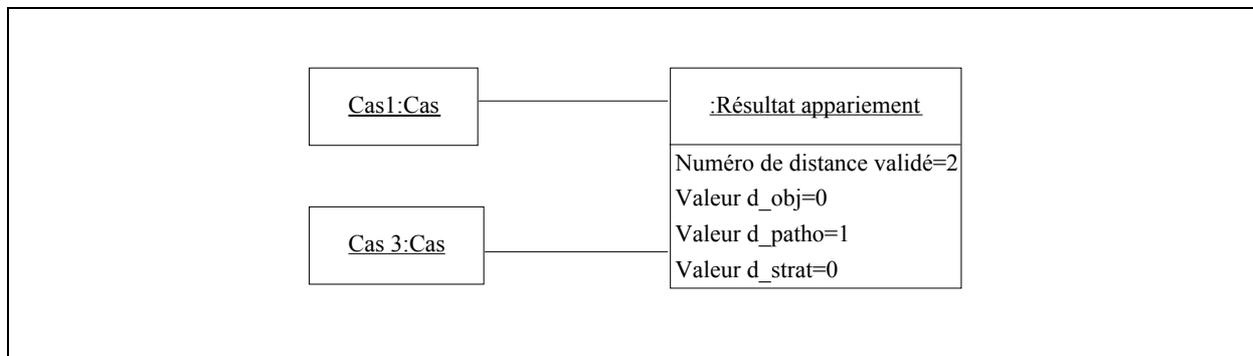
Diag 7: Intégration du cas 4: Diagramme d'objet UML de l'appariement des cas 4 et 7



Diag 8: Intégration du cas 3: Diagramme d'objet UML de l'appariement des cas 3 et 5



Diag 9: Intégration du cas 10: Diagramme d'objet UML de l'appariement des cas 2 et 4



Diag 10: Intégration du cas 1: Diagramme d'objet UML de l'appariement des cas 1 et 3

COUPLE	D_PATHO	D_OBJ	D_STRAT								D1	D2	D3
			d_strat_eval			d_strat_trait				d_strat			
			d_age	d_mode	d_strat_eval	d_intensite	d_palier	d_lifecycle	d_strat_trait				
cas10, cas11	1	0,5	0	0	0	0	NR	1	1	0,75	0,58	0,41	<u>0,25</u>
cas9, cas10	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0,66	<u>0</u>	
cas9, cas11	1	0,5	1	0	1	0	NR	1	1	1	0,5	0,5	<u>0,17</u>
cas8, cas9	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0,66	<u>0</u>	
cas8, cas10	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0,66	<u>0</u>	
cas8, cas11	1	0,5	1	0	1	0	NR	1	1	1	0,5	0,5	<u>0,17</u>
cas7, cas8	1	0,5	0	0	0	0	0	1	1	0,75	0,58	0,41	<u>0,25</u>
cas7, cas9	1	0,5	1	0	1	0	0	1	1	1	0,5	0,5	<u>0,17</u>
cas7, cas10	1	0,5	1	0	1	0	0	1	1	1	0,5	0,5	<u>0,17</u>
cas7, cas11	1	0	1	0	1	0	NR	1	1	1	0,33	0,33	<u>0</u>
cas6, cas7	1	0,4	1	0	1	0	0	1	1	1	0,46	0,46	<u>0,13</u>
cas6, cas8	1	0,1	1	0	1	0	0	0	0	0,05	0,68	<u>0,05</u>	
cas6, cas9	1	0,1	1	0	1	0	0	0	0	0,05	0,68	<u>0,05</u>	
cas6, cas10	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	<u>0,03</u>	
cas6, cas11	0	0,4	0	0	0	0	NR	1	1	0,7	<u>0,23</u>		
cas5, cas6	1	0,8	0	1	1	1	0	1	1	1	0,6	0,6	<u>0,27</u>
cas5, cas7	1	0,4	1	1	0	1	0	0	1	0,3	0,7	<u>0,23</u>	

COUPLE	D_PATHO	D_OBJ	D_STRAT								D1	D2	D3
			d_strat_eval			d_strat_trait				d_strat			
			d_age	d_mode	d_strat_eval	d_intensite	d_palier	d_lifecycle	d_strat_trait				
cas5, cas8	1	0,9	1	1	0	1	0	1	1	0,55	0,78	0,48	0,45
cas5, cas9	1	0,9	1	1	0	1	0	1	1	0,55	0,78	0,48	0,45
cas5, cas10	1	0,9	0	1	1	1	0	1	1	1	0,63	0,63	<u>0,3</u>
cas5, cas11	1	0,4	0	1	1	1	NR	1	1	1	0,46	0,46	<u>0,13</u>
cas4, cas5	1	0,4	0	0	0	1	0	0	0	0,3	0,7	<u>0,23</u>	
cas4, cas6	1	0,4	0	1	1	0	0	1	1	1	0,46	0,46	<u>0,13</u>
cas4, cas7	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0,5	0,5	<u>0,16</u>	
cas4, cas8	1	0,5	1	1	0	0	0	1	1	0,75	0,58	0,41	<u>0,25</u>
cas4, cas9	1	0,5	1	1	0	0	0	1	1	0,75	0,58	0,41	<u>0,25</u>
cas4, cas10	1	0,5	0	1	1	0	0	1	1	1	0,5	0,5	<u>0,17</u>
cas4, cas11	1	1	0	1	1	0	NR	0	0	0,5	0,83	0,5	0,5
cas3, cas4	1	0,5	1	1	0	0	NR	1	1	0,25	0,58	<u>0,25</u>	
cas3, cas5	1	0,1	1	1	0	1	NR	1	1	0,05	0,68	<u>0,05</u>	
cas3, cas6	1	0,9	1	0	1	0	NR	0	0	0,55	0,78	0,48	0,45
cas3, cas7	1	0,5	1	0	1	0	NR	1	1	1	0,5	0,5	<u>0,17</u>
cas3, cas8	1	1	1	0	1	0	NR	0	0	0,5	0,83	0,5	0,5
cas3, cas9	1	1	0	0	0	0	NR	0	0	0	1	0,33	0,67
cas3, cas10	1	1	1	0	1	0	NR	0	0	0,5	0,83	0,5	0,5

COUPLE	D_PATHO	D_OBJ	D_STRAT								D1	D2	D3
			d_strat_eval			d_strat_trait				d_strat			
			d_age	d_mode	d_strat_eval	d_intensite	d_palier	d_lifecycle	d_strat_trait				
cas3, cas11	1	0,5	1	0	1	0	NR	1	1	1	0,5	0,5	<u>0,17</u>
cas2, cas3	1	0,5	0	0	0	0	NR	1	1	0,25	0,75	<u>0,25</u>	
cas2, cas4	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0,5	<u>0,16</u>		
cas2, cas5	1	0,4	1	1	0	1	1	0	0	0	0,8	<u>0,13</u>	
cas2, cas6	1	0,4	1	0	1	0	1	1	1	1	0,46	0,46	<u>0,13</u>
cas2, cas7	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0,33	0,33	<u>0</u>
cas2, cas8	1	0,5	1	0	1	0	1	1	1	1	0,5	0,5	<u>0,17</u>
cas2, cas9	1	0,5	0	0	0	0	1	1	1	0,75	0,58	0,41	<u>0,25</u>
cas2, cas10	1	0,5	1	0	1	0	1	1	1	1	0,5	0,5	<u>0,17</u>
cas2, cas11	1	1	1	0	1	0	NR	1	1	1	0,66	0,66	0,33
cas1, cas2	1	0,5	0	0	0	0	NR	1	1	0,25	0,75	<u>0,25</u>	
cas1, cas3	1	0	0	0	0	0	NR	0	0	0	0,66	<u>0</u>	
cas1, cas4	1	0,5	1	1	0	0	NR	1	1	0,25	0,75	<u>0,25</u>	
cas1, cas5	1	0,1	1	1	0	1	NR	1	1	0,05	0,68	<u>0,05</u>	
cas1, cas6	1	0,9	1	0	1	0	NR	0	0	0,05	0,95	0,31	0,62
cas1, cas7	1	0,5	1	0	1	0	NR	1	1	1	0,5	0,5	<u>0,17</u>
cas1, cas8	1	1	1	0	1	0	NR	0	0	0,5	0,83	0,5	0,5
cas1, cas9	1	1	0	0	0	0	NR	0	0	0	1	0,66	0,67

COUPLE	D_PATHO	D_OBJ	D_STRAT								D1	D2	D3
			d_strat_eval			d_strat_trait				d_strat			
			d_age	d_mode	d_strat_eval	d_intensite	d_palier	d_lifecycle	d_strat_trait				
cas1, cas10	1	1	1	0	1	0	NR	0	0	0,5	0,83	0,5	0,5
cas1, cas11	1	0,5	1	0	1	0	NR	1	1	1	0,5	0,5	<u>0,1Z</u>

## **ANNEXE 5 - LES CLASSES JAVA DU MODELE**

---

<b>1</b>	<b>Modèle générique.....</b>	<b>295</b>
1.1	Niveau des Cas .....	295
1.1.1	La classe Cas.....	295
1.1.2	La classe Scene.....	295
1.1.3	La classe Action.....	295
1.1.4	La classe Entité .....	296
1.1.5	La classe Attribut Valué .....	296
1.2	Le niveau des types de concept .....	296
1.2.1	La classe Type d'Entité .....	296
1.2.2	La classe Type d'Action.....	297
1.2.3	La classe Type de Scene .....	297
1.2.4	La classe Attribut .....	298
<b>2</b>	<b>Modèle spécifique .....</b>	<b>298</b>
2.1	Niveau des critères .....	298
2.1.1	La classe Bloc Critères .....	298
2.1.2	La classe Stratégie Evaluation .....	299
2.1.3	La classe Stratégie Traitement .....	299
2.2	Niveau des appariements.....	299
2.2.1	La classe Résultat Appariement .....	299



# 1 Modèle générique

## 1.1 Niveau des Cas

### 1.1.1 La classe Cas

```
import java.util.Vector;

public class Cas
{
//    VARIABLES MEMBRES
    String Nom;
    String Commentaires;
    Vector LesScenes;
    Bloc_Criteres LesCriteresAppariement;

//    CONSTRUCTEURS
    Cas()
    Cas(String, String, String, Integer, Integer)

//    METHODES
    void addScene(Scene)
    void Affiche()
    void modifCommentaires(String)
    void modifNom(String)
    void modifObjetPourcentEval(Integer)
    void modifObjetPourcentTrait(Integer)
    void modifBlocCriteres(Bloc_Criteres aBloc)
    void modifTheme(String)
    String RetourCommentaires()
    String RetourNom()
    Vector RetourScene()
    Bloc_Criteres retourBlocCriteres()
}
```

### 1.1.2 La classe Scene

```
public class Scene
{
//    PARAMETRES
    String Nom;
    Action_ LAction;
    Vector LesEntites;
    TypeDeScene EstIssuDe;

//    CONSTRUCTEURS
    Scene()
    Scene(String anom, TypeDeScene atype)

//    METHODES
    void addAction(Action_ anAction)
    void addEntites(Entite anEntite)
    void Affiche()
    void effaceEntites()
    void modifNom(String aNom)
    void modifTScene(TypeDeScene aTypeSc)
    Action RetourActions()
    Vector RetourEntites()
    String RetourNom()
    TypeDeScene RetourTypeScene()
}
```

### 1.1.3 La classe Action

```
public class Action
{
//    PARAMETRES
    String Nom;
    Scene SceneSuiivante;
    TypeDAction EstIssuDe;
```

```

//      CONSTRUCTEURS
Action()
Action( Scene aScene, TypeDAction anTAction)

//      METHODES
void Affiche()
void modifIssuDe(TypeDAction aTAction)
void modifNom(String aNom)
void modifScSuiv(Scene aSc)
TypeDAction RetourIssuDe()
String RetourNom()
Scene RetourScSuiv()
}

```

#### 1.1.4 La classe Entité

```

public class Entite
{
//      PARAMETRES
String Nom;
Vector AttributValue;
TypeDEntite EstIssuDe;

//      CONSTRUCTEURS
Entite()
Entite(String anom, TypeDEntite aTEntite)

//      METHODES
void addAttributValue(Attribut_Value anAttribVal)
void Affiche()
void modifInstDe(TypeDEntite aTEnt)
void modifNom(String aNom)
Vector RetourAttributValue()
TypeDEntite RetourInstDe()
String RetourNom()
}

```

#### 1.1.5 La classe Attribut Valué

```

public class Attribut_Value
{
//      PARAMETRES
Vector Contenu;
Attribut AttributAssocie;

//      CONSTRUCTEURS
Attribut_Value()
Attribut_Value(Attribut anAttribut)

//      METHODES
void addContenuAssocie(String aContenu)
void Affiche()
void modifAttAssoc(Attribut anAttr)
Attribut RetourAttributAssocie()
Vector RetourContenus()
}

```

## 1.2 Le niveau des types de concept

### 1.2.1 La classe Type d'Entité

```

public class TypeDEntite
{
//      PARAMETRES
String Nom;
TypeDEntite estUne;
Vector LesAttributs;
Vector LesTEentitesFils;
}

```

```

//      CONSTRUCTEURS
TypeDEntite()
TypeDEntite(String asNom, TypeDEntite anEst_une)

//      METHODES
addAttribut(Attribut anAttribut)
void addTentteFils(TypeDEntite aTent)
void Affiche()
void modifEstUne(TypeDEntite aTEnt)
void modifNom(String aNom)
Vector RetourAttribut()
TypeDEntite RetourEstUne()
String RetourNomEntite()
Vector RetourTEntitesFils()

}

```

### 1.2.2 La classe Type d'Action

```

public class TypeDAction
{
//      PARAMETRES
String Nom;
Vector TypeDeScRequis;
TypeDeScene TypeDeScEngendre;

//      CONSTRUCTEURS
TypeDAction()
TypeDAction(String anom, TypeDeScene aType)

//      METHODES
void addTypeDeScRequis(TypeDeScene aTypeSc)
void Affiche()
String RetourNom()
Vector RetourTypeDeScRequis()
TypeDeScene RetourTypeDScEngendre()
void modifTypeDeSceneEngendre(TypeDeScene aType)
void modifNom(String aNom)

}

```

### 1.2.3 La classe Type de Scene

```

public class TypeDeScene
{
//      PARAMETRES
String Nom;
Vector LesTEntitesAutorisees;
Vector LesTActionsAutorisees;
TypeDAction EstEngendrePar;
Vector EstRequisePar;

//      CONSTRUCTEURS
TypeDeScene()
TypeDeScene(String aNom)

//      METHODES
void addEstRequisePar(TypeDAction aType)
void addTActionAuto(TypeDAction aAction)
void AddTEntiteAuto(TypeDEntite aTEntite)
void modifEstEngendrePar(TypeDAction aType)
void modifNom(String aNom)
TypeDAction retourEstEngendrePar()
Vector retourEstRequisePar()
String RetourNom()
Vector RetourTActionsAuto()
Vector RetourTEntitesAuto()

}

```

### 1.2.4 La classe *Attribut*

```

public class Attribut
{
//    PARAMETRES
    String nom;
    String type;
    boolean multiplicite; /* vaut 1 si c'est un attribut multiple et vaut 0
sinon*/
    Vector domaine;
    Vector Unite_Valeur;
    String description;

//    CONSTRUCTEURS
    Attribut()
    Attribut(String asNom, String asType, boolean asMulti, String asDescri)

//    METHODES
    void Affiche()
    void addDomaine(String aDom)
    void addUniteValeur(String anUnite)
    void modifDescription(String aDescr)
    void modifDomaine(String aDom)
    void modifMultiplicite(boolean aMulti)
    void modifNom(String aNom)
    void modifType(String aType)
    String RetourDescri()
    Vector RetourDomaine()
    boolean RetourMulti()
    String RetourNom()
    String RetourType()
    Vector retourUniteValeur()
}

```

## 2 Modèle spécifique

### 2.1 Niveau des critères

#### 2.1.1 La classe *Bloc Critères*

```

public class Bloc_Criteres {

//    PARAMETRES
    Cas LeCas;
    String Pathologie;
    int pourcent_eval;
    int pourcent_trait;
    StrategieEval LaStrategieDEvaluation;
    StrategieTrait LaStrategieDeTraitement;

//    CONSTRUCTEURS
    Bloc_Criteres()

//    METHODES
    void modifPatho(String aPatho)
    void modifPourcentEval(int aPourcent)
    void modifPourcentTrait(int aPourcent)
    void modifStratEval(StrategieEval aStrat)
    void modifStratTrait(StrategieTrait aStrat)
    StrategieTrait retourLaStrategieTrait()
    StrategieEval retourLaStrategieEval()
    Cas retourLeCas()
    String retourPatho()
    int retourPourcentEval()
    int retourPourcentTrait()

}

```

### 2.1.2 La classe Stratégie Evaluation

```

public class StrategieEval {
    //    PARAMETRES
        String tranche_age;
        String mode_evaluation;

    //    CONSTRUCTEURS
        StrategieEval()

    //    METHODES
        void modifModeEval(String aMode)
        void modifTrancheAge(String aTranche)
        String retourModeEval()
        String retourTrancheAge()
}

```

### 2.1.3 La classe Stratégie Traitement

```

public class StrategieTrait {
    //    PARAMETRES
        int lg_cycle_eval_trait;
        String intensite_douleur;
        int palier;

    //    CONSTRUCTEURS
        StrategieTrait()

    //    METHODES
        void modifIntensite(String anIntensite)
        void modifLgCycle(int aLg)
        void modifPalier(int aPalier)
        String retourIntensite()
        int retourLgCycle()
        int retourPalier()
}

```

## 2.2 Niveau des appariements

### 2.2.1 La classe Résultat Appariement

```

public class ResultatAppariement {
    //    PARAMETRES
        Cas LeCas1;
        Cas LeCas2;
        int numero_disance_globale;
        float valeur_d_obj;
        float valeur_d_patho;
        float valeur_d_strat;

    //    CONSTRUCTEURS
        ResultatAppariement()

    //    METHODES
        void modifCas1(Cas aCas)
        void modifCas2(Cas aCas)
        void modifNumDist(int aNum)
        void modifValeurDObj(float aVal)
        void modifValeurDPatho(float aVal)
        void modifValeurDStrat(float aVal)
        Cas retourCas1()
        Cas retourCas2()
        float retourValDObj()
}

```

```
float retourValDPatho()  
float retourValeurDStrat()  
int returNumDist()  
}
```

## **ANNEXE 6 - LES CLASSES JAVA DE DIACOM-IA ET DE**

### **L'EXTRACTION DES CRITERES**

---

#### **1 Classes de l'application**

- Classe DialogAjoutAction☐ boîte de dialogue qui permet d'ajouter une action dans une scène.
- Classe DialogAjoutEntite☐ boîte de dialogue qui permet d'ajouter une entité dans une scène
- Classe DialogAjoutTypeEntite☐ boîte de dialogue qui permet d'ajouter un nouveau type d'Entité.
- Classe DialogConfirmationCriteres☐ boîte de dialogue qui permet de demander confirmation à l'auteur des critères d'appariement identifiés dans le cas
- Classe DialogConfirmModifAction☐ boîte de dialogue qui permet de demander confirmation à l'auteur relativement à la modification d'un action dans une scène.
- Classe DialogConfirmSupprEnt☐ boîte de dialogue qui permet de demander confirmation à l'auteur relativement à la suppression d'un entité dans une scène.
- Classe DialogConfirmSupprSc☐ boîte de dialogue qui permet de demander confirmation à l'auteur relativement à la suppression de la dernière scène d'un cas.
- Classe DialogModifierCAs☐ boîte de dialogue qui permet de modifier les données globales relatives à un cas (commentaires, nom etc.).
- Classe DialogModifierValAtt☐ boîte de dialogue qui permet de modifier les valeurs d'un attribut d'une entité appartenant à une scène.
- Classe DialogSpecifieurValAtt☐ boîte de dialogue qui permet de spécifier la nouvelle valeur d'un attribut d'une entité donnée dans une scène donnée, en mode modification.

- Classe DialogValAttr: boîte de dialogue qui permet de spécifier les valeurs d'un attribut.
- Classe Main: la classe principale de l'application DIACOM\_IA, dont le code est détaillé ci-dessous.

## 2 Classe Main de DIACOM\_IA

```

package diacom_ia_trans; // Package des classes transiantes de l'application

import com.versant.trans.*;
import com.versant.fund.*;
import java.io.*;
import diacom_ia_pers_2.*;
import com.sun.java.swing.*;
import com.sun.java.swing.tree.*;
import java.util.*;

public class Main implements java.awt.event.ActionListener, java.awt.event.MouseListener {
    private JButton ivjannuler = null;
    private JTree ivjArbre_Cas = null;
    private JFrame ivjMain_Frame = null;
    private JPanel ivjMain_Panel = null;
    private JButton ivjQuitter = null;
    private JButton ivjValider = null;
    private JPopupMenu ivjCas_menu = null;
    DefaultMutableTreeNode feuille;
    DefaultMutableTreeNode noeud;
    DefaultMutableTreeNode noeud2;
    DefaultMutableTreeNode rac_cas;
    DefaultTreeModel treeModelData;
    TransSession session=new TransSession("DIACOM4");
    Cas lecas = null;
    Vector LesPatho ;
    Bloc_Criteres LeBloc = null;
    TreePath selPath;
    private JPopupMenu ivjScene_menu = null;
    private JMenuItem ivjAjouAction = null;
    private JMenuItem ivjAjouEntite = null;
    private JMenuItem ivjSupprScene = null;
    private JMenuItem ivjAjouScene = null;
    private JMenuItem ivjModifCas = null;
    private com.sun.java.swing.plaf.basic.BasicTreeCellRenderer
    ivjArbre_CasBasicTreeCellRenderer = null;
    private JMenuItem ivjModifEntAct = null;
    java.awt.Cursor defaultcursor;
    java.awt.Cursor waitcursor;
    boolean cursorCourant=true;
    private JMenuItem ivjSupprAct = null;
    private JPopupMenu ivjAct_menu = null;
    private JPopupMenu ivjEnt_Menu = null;
    private JMenuItem ivjModif_Ent = null;
    private JMenuItem ivjSuppr_Ent = null;
    private JPopupMenu ivjAttrValMenu = null;

    /**
     * Constructeurs
     */

    public Main() {
        super();
        initialize();
    }

    public Main(TransSession asession) {
        super();
        session=asection;
        initialize();
    }

```

```

/**
 * Méthode permettant de traiter les événements dans l'interface ActionListener.
 * @param e java.awt.event.ActionEvent
 */
public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent e) {

    if ((e.getSource() == getAjouEntite()) ) {
        connEtoC2();
    }
    if ((e.getSource() == getSupprScene()) ) {
        connEtoC3();
    }
    if ((e.getSource() == getAjouAction()) ) {
        connEtoC4();
    }
    if ((e.getSource() == getSupprAct()) ) {
        connEtoC6();
    }
    if ((e.getSource() == getModifCas()) ) {
        connEtoC9();
    }
    if ((e.getSource() == getAjouScene()) ) {
        connEtoC10();
    }
    if ((e.getSource() == getModifEntAct()) ) {
        connEtoC7();
    }
    if ((e.getSource() == getModif_Ent()) ) {
        connEtoC5();
    }
    if ((e.getSource() == getSuppr_Ent()) ) {
        connEtoC8();
    }
    if ((e.getSource() == getValider()) ) {
        connEtoC11();
    }
    // début du code utilisateur {2}
    // fin du code utilisateur
}

/**
 * Cette méthode permet d'afficher dans un composant arborescent le contenu d'un cas
 */
public void afficherCas() {

    rac_cas.setUserObject(lecas.RetourNom());

    if (treeModelData.getChildCount(rac_cas)>0) {rac_cas.removeAllChildren();}

    treeModelData.reload();

    feuille=new DefaultMutableTreeNode(lecas.RetourCommentaires());
    treeModelData.insertNodeInto(feuille, rac_cas,treeModelData.getChildCount(rac_cas));

    feuille=new DefaultMutableTreeNode("Auteur : "+lecas.retourAuteur().retourNom()+" /
    "+lecas.retourAuteur().retourE_mail_utilisat()+"@"+lecas.retourAuteur().retourE_mail_d
    omaine());
    treeModelData.insertNodeInto(feuille, rac_cas,treeModelData.getChildCount(rac_cas));

    for (int i=0;i<lecas.RetourScene().size();i++)
    {
        Scene laScene = (Scene) lecas.RetourScene().elementAt(i);
        String tempo = laScene.RetourNom()+" : "+laScene.RetourTypeScene().RetourNom();
        noeud=new DefaultMutableTreeNode(tempo);

        treeModelData.insertNodeInto(noeud,
        rac_cas,treeModelData.getChildCount(rac_cas));
    }
}

```

```

System.out.println("Entrée de la boucle d'affichage des entités de la scene :
"+i);

for (int j=0;j<laScene.RetourEntites().size();j++)
{
    Entite LEntite = (Entite) laScene.RetourEntites().elementAt(j);

    noeud2=new DefaultMutableTreeNode(LEntite.RetourNom()+ " : "+
LEntite.RetourInstDe().RetourNomEntite());

    treeModelData.insertNodeInto(noeud2,
noeud,treeModelData.getChildCount(noeud));

    System.out.println("Entrée dans la boucle d'affichage des attributs
valués de l'entité : "+j);

    for (int k=0; k<LEntite.RetourAttributValue().size();k++)
    {
        Attribut_Value LAttrVal = (Attribut_Value)
LEntite.RetourAttributValue().elementAt(k);

        String tempol = LAttrVal.RetourAttributAssocie().RetourNom()+" :
";
        for (int l=0;l<LAttrVal.RetourContenus().size();l++)
        {
            tempol=tempol+" "+LAttrVal.RetourContenus().elementAt(l);
        }
        feuille=new DefaultMutableTreeNode(tempol);
        treeModelData.insertNodeInto(feuille,
noeud2,treeModelData.getChildCount(noeud2));
    }
}

if (laScene.RetourActions() != null)
{
    Action_ LAction = (Action_) laScene.RetourActions();
    noeud2=new DefaultMutableTreeNode(LAction.RetourNom()+" :
"+LAction.RetourIssuDe().RetourNom());
    treeModelData.insertNodeInto(noeud2, noeud,treeModelData.getChildCount(noeud));
    if ( LAction.RetourScSuiv() != null)
    {
        feuille = new DefaultMutableTreeNode("Scene suivante :
"+LAction.RetourScSuiv().RetourNom());
    }
    else
    {
        feuille = new DefaultMutableTreeNode("Scene suivante : aucune");
    }
    treeModelData.insertNodeInto(feuille, noeud2,treeModelData.getChildCount(noeud2));
}
}
}
/**
* Méthode exécutée lorsque l'application a détecté un événement utilisateur pour l'ajout d'une
* action dans une scène : lance la boîte de dialogue DialogAjoutAction
*/
public void ajouAction_ActionEvents() {
    int index_sc=0, ind_TAction=0;
    Scene lascene=null;

    Vector typesSc, typesAct;

    String temp = selPath.getLastPathComponent().toString();

    String tmp = temp.substring(0,7);

    System.out.println("le nom de la scene "+tmp+");

    for (int i=0;i<lecas.RetourScene().size();i++)
    {
        lascene = (Scene) lecas.RetourScene().elementAt(i);
        if (lascene.RetourNom().equals(tmp))

```

```

        {
            index_sc=i;
        }
    }

    lascene = (Scene) lecas.RetourScene().elementAt(index_sc);

    typesSc = liste_typedeSC();
    typesAct = liste_typeAct(typesSc);

    if((lascene.RetourActions()==null) && (lascene !=null))
    {

        DialogAjoutAction dialogueajouaction = new DialogAjoutAction(typesAct);
        dialogueajouaction.getDialogAjoutAction().setTitle("Ajout d'une Action");

        dialogueajouaction.getDialogAjoutAction().show();

        if (dialogueajouaction.getIsOk())
        {
            for (int i=0;i<typesAct.size();i++)
            {
                TypeDAction aType = (TypeDAction) typesAct.elementAt(i);
                if (aType.RetourNom() == dialogueajouaction.getact_select())
                {
                    ind_TAction=i;
                }
            }
            Scene sc = null;

            Action_nouv_action = new Action_(sc, (TypeDAction)
            typesAct.elementAt(ind_TAction));

            lascene.addActions(nouv_action);

            afficherCas();
        }
    }
    else if (lascene.RetourActions()!=null)
    {
        DialogConfirmModifAction dialogconfirmmodifaction = new
        DialogConfirmModifAction();

        dialogconfirmmodifaction.getJDialog1().show();

        if(dialogconfirmmodifaction.getIsOui())
        {
            DialogAjoutAction dialogueajouaction = new
            DialogAjoutAction(lascene.RetourActions(),typesAct);

            dialogueajouaction.getDialogAjoutAction().setTitle("Modification d'une
            Action");
            //Affichage de la boite de dialogue d'ajout d'une action

            dialogueajouaction.getDialogAjoutAction().show();
            if (dialogueajouaction.getIsOk())
            {
                for (int i=0;i<typesAct.size();i++)
                {
                    TypeDAction aType = (TypeDAction) typesAct.elementAt(i);
                    if (aType.RetourNom() ==
                    dialogueajouaction.getact_select())

                    {
                        ind_TAction=i;
                    }
                }

                TypeDAction act_tmp=(TypeDAction)
                typesAct.elementAt(ind_TAction);

                lascene.RetourActions().modifIssuDe(act_tmp);

                if(lascene.RetourActions().RetourScSuiv() ==null)

```

```

        {
            lascene.RetourActions().modifNom("Action"+lascene.Retour
            Actions().RetourIssuDe().RetourNom()+"_**");
        }
        else
        {
            lascene.RetourActions().modifNom("Action
            "+lascene.RetourActions().RetourIssuDe().RetourNom()+"_
            "+lascene.RetourActions().RetourScSuiv().RetourNom());

            lascene.RetourActions().RetourScSuiv().modifTScene(act_t
            mp.RetourTypeDScEngendre());
        }
    }
    afficherCas();
}
}
}
session.commit(); // sauvegarde dans la base de données objet

return;
}

/**
 * Méthode exécutée lorsque l'application a détecté un événement utilisateur pour l'ajout d'une
 * entité dans une scène : lance la boîte de dialogue DialogAjoutEntite
 */
public void ajouEntite_ActionEvents() {

    int index_sc=0, ind_TEntite=0;
    Scene lascene=null;
    String s;
    TypeDEntite typesEnt;
    String temp = selPath.getLastPathComponent().toString();
    String tmp = temp.substring(0,7);
    System.out.println("le nom de la scene "+tmp+");

    for (int i=0;i<lecas.RetourScene().size();i++)
    {
        lascene = (Scene) lecas.RetourScene().elementAt(i);
        if (lascene.RetourNom().equals(tmp))
        {
            index_sc=i;
        }
    }

    lascene = (Scene) lecas.RetourScene().elementAt(index_sc);

    //Affichage de la boîte de dialogue de modification d'une entité
    DialogAjoutEntite dialogueajouenti = new DialogAjoutEntite(typesEnt);
    dialogueajouenti.getdialogAjoutEntite().show();

    if (dialogueajouenti.getIsOk())
    {
        if (lascene.RetourEntites().size()<10)
        {
            s = "Entité 0"+lascene.RetourEntites().size();
        }
        else
        {
            s = "Entité "+lascene.RetourEntites().size();
        }
        Entite nouv_ent = new Entite(s, dialogueajouenti.getTypeSelect());

        System.out.println("Le nom de l'entité : " +s);

        System.out.println("Affichage des vecteurs");

        for (int i=0; i<dialogueajouenti.getAttr().size();i++)
        {

```

```

        Attribut at = (Attribut) dialogueajouenti.getAttr().elementAt(i);
        System.out.println("Attribut : "+ at.RetourNom());
        Vector v= (Vector) dialogueajouenti.getVal().elementAt(i);
        for (int k=0; k<v.size();k++)
        {
            String st = (String) v.elementAt(k);
            System.out.println("valeur : "+st);
        }
    }

    for (int i=0; i<dialogueajouenti.getAttr().size();i++)
    {

        Attribut at = (Attribut) dialogueajouenti.getAttr().elementAt(i);
        Attribut_Value av = new Attribut_Value(at);
        Vector v= (Vector) dialogueajouenti.getVal().elementAt(i);
        for (int k=0; k<v.size();k++)
        {
            String st = (String) v.elementAt(k);
            av.addContenuAssocie(st);
        }
        nouv_ent.addAttributValue(av);
    }

    lascene.addEntites(nouv_ent);
    afficherCas();
}

session.commit(); // sauvegarde dans la base de données

return;
}

/**
 * Méthode exécutée lorsque l'application a détecté un événement utilisateur pour l'ajout d'une
 * scène dans le cas. Si aucune action n'a été définie dans la dernière scène du cas, cette
 * méthode lance la boîte de dialogue InfoAjouSc pour en informer l'utilisateur
 */
public void ajouScene_ActionEvents() {

    Scene nouv_scene;
    Vector lesscenes = lecas.RetourScene();
    Scene dern_scene= (Scene) lesscenes.elementAt(lesscenes.size()-1);
    Action_ dern_action=dern_scene.RetourActions();

    if (dern_action == null)
    {
        InfoAjouSc dialoginfoajousc = new InfoAjouSc();
        dialoginfoajousc.getJDialog1().show();
    }
    else
    {
        if (lecas.RetourScene().size()<=99)
        {
            if(lecas.RetourScene().size()<=9)
            {
                nouv_scene = new Scene ("Scene0"+lesscenes.size(),
                    dern_action.RetourIssuDe().RetourTypeDScEngendre());

                lecas.addScene(nouv_scene);
            }
            else
            {
                nouv_scene = new Scene ("Scene"+lesscenes.size(),
                    dern_action.RetourIssuDe().RetourTypeDScEngendre());
                lecas.addScene(nouv_scene);
            }

            dern_action.modifScSuiv(nouv_scene) ;
        }

        afficherCas();
    }
    session.commit() ;
}

```

```

        return;
    }

    /**
    * Méthode exécutée pour détecter les évènements souris opérés sur l'arborescence du cas et
    * afficher les menus contextuels qui correspondent
    */
    public void arbre_Cas_MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent mouseEvent) {

        if (mouseEvent.getModifiers() == mouseEvent.BUTTON3_MASK)
        {
            if (! getArbre_Cas().isSelectionEmpty())
            {
                int selRow =
                    getArbre_Cas().getRowForLocation(mouseEvent.getX(),mouseEvent.getY());

                selPath = getArbre_Cas().getPathForLocation(mouseEvent.getX(),
                    mouseEvent.getY());

                if (selPath.getPathCount() == 1)
                {
                    getCas_menu().show(getArbre_Cas(), mouseEvent.getX(),mouseEvent.getY());

                }
                if ((selPath.getPathCount() ==
                    2)&&(selPath.getLastPathComponent().toString().startsWith("Scene")))
                {
                    getScene_menu().show(getArbre_Cas(),
                        mouseEvent.getX(),mouseEvent.getY());
                }

                if (selPath.getPathCount() == 3)
                {
                    if (selPath.getLastPathComponent().toString().startsWith("Entité"))
                    {
                        getEnt_Menu().show(getArbre_Cas(),
                            mouseEvent.getX(),mouseEvent.getY());
                    }
                    else
                    {
                        getAct_menu().show(getArbre_Cas(),
                            mouseEvent.getX(),mouseEvent.getY());
                    }
                }
                if (selPath.getPathCount() == 4)
                {
                    if (selPath.getPathComponent(2).toString().startsWith("Entité"))
                    {
                        getAttrValMenu().show(getArbre_Cas(),
                            mouseEvent.getX(),mouseEvent.getY());
                    }
                }
            }
        }

        return;
    }

    /**
    * connEtoCl: (Arbre_Cas.mouse.mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent) -->
    Main.arbre_Cas_MouseClicked(Ljava.awt.event.MouseEvent;)V)
    * @param arg1 java.awt.event.MouseEvent
    */
    private void connEtoCl(java.awt.event.MouseEvent arg1) {
        try {

            this.arbre_Cas_MouseClicked(arg1);

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);
        }
    }

```

```
    }  
}  
  
/**  
 * connEtoC10: (AjouScene.action. --> Main.ajouScene_ActionEvents()V)  
 */  
  
private void connEtoC10() {  
    try {  
        this.ajouScene_ActionEvents();  
    } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {  
        handleException(ivjExc);  
    }  
}  
  
/**  
 * connEtoC11: (Valider.action. --> Main.valider_ActionEvents()V)  
 */  
  
private void connEtoC11() {  
    try {  
        this.valider_ActionEvents();  
    } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {  
        handleException(ivjExc);  
    }  
}  
  
/**  
 * connEtoC2: (AjouEntite.action. --> Main.ajouEntite_ActionEvents()V)  
 */  
  
private void connEtoC2() {  
    try {  
        this.ajouEntite_ActionEvents();  
    } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {  
        handleException(ivjExc);  
    }  
}  
  
/**  
 * connEtoC3: (SupprScene.action. --> Main.supprScene_ActionEvents()V)  
 */  
  
private void connEtoC3() {  
    try {  
        this.supprScene_ActionEvents();  
    } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {  
        handleException(ivjExc);  
    }  
}  
  
/**  
 * connEtoC4: (AjouAction.action. --> Main.ajouAction_ActionEvents()V)  
 */  
  
private void connEtoC4() {  
    try {  
        this.ajouAction_ActionEvents();  
    } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {  
        handleException(ivjExc);  
    }  
}  
  
/**
```

```
* connEtoC5: (Modif_Ent.action. --> Main.modif_Ent_ActionEvents()V)
*/

private void connEtoC5() {
    try {

        this.modif_Ent_ActionEvents();

    } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

        handleException(ivjExc);

    }
}

/**
* connEtoC6: (SupprAction.action. --> Main.supprAction_ActionEvents()V)
*/

private void connEtoC6() {
    try {

        this.supprAct_ActionEvents();

    } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

        handleException(ivjExc);

    }
}

/**
* connEtoC7: (SupprValAttr.action. --> Main.supprValAttr_ActionEvents()V)
*/

private void connEtoC7() {
    try {

        this.modifAct_ActionEvents();

    } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

        handleException(ivjExc);

    }
}

/**
* connEtoC8: (Suppr_Ent.action. --> Main.suppr_Ent_ActionEvents()V)
*/

private void connEtoC8() {
    try {

        this.suppr_Ent_ActionEvents();

    } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

        handleException(ivjExc);

    }
}

/**
* connEtoC9: (ModifCas.action. --> Main.modifCas_ActionEvents()V)
*/

private void connEtoC9() {
    try {

        this.modifCas_ActionEvents();

    } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

        handleException(ivjExc);

    }
}
```

```

/**
 * Cette méthode permet de réaliser l'extraction des critères à partir du cas clinique et de
 * lancer la boîte de dialogue qui vise à opérer la confirmation de ces critères :
 * classe DialogConfirmationCriteres.
 */

public void extraction_criteres() {

    String Patho ;
    int tranche_age ;
    String mode;
    String intensite;
    int palier;
    int lg_cycle_eval_trait;

    Patho = lecas.recherchePatho() ;
    tranche_age = lecas.rechercheAge() ;
    mode=lecas.rechercheMode() ;
    intensite = lecas.rechercheIntensite() ;
    palier = lecas.recherchePalier() ;
    lg_cycle_eval_trait = lecas.calculCycle() ;

    DialogConfirmationCriteres dialogconfirmationcriteres;

    Vector LesIntensite=new Vector();
    LesIntensite.addElement("faible");
    LesIntensite.addElement("modérée");
    LesIntensite.addElement("intense");
    LesIntensite.addElement("très intense");

    Vector LesTypesEval=new Vector ();
    LesTypesEval.addElement("Auto-évaluation");
    LesTypesEval.addElement("hetero-évaluation");
    LesTypesEval.addElement("Auto-évaluation + examen clinique");
    LesTypesEval.addElement("Examen Clinique");

    dialogconfirmationcriteres= new DialogConfirmationCriteres(Patho, intensite, mode,
    LesPatho, LesIntensite, LesTypesEval) ;

    dialogconfirmationcriteres.getJDialog1().show();

    if (dialogconfirmationcriteres.getIsOk())
    {
        LeBloc = new Bloc_Criteres (lecas,
        dialogconfirmationcriteres.getpatho(),dialogconfirmationcriteres.getpourcent_ev
        al(),dialogconfirmationcriteres.getpourcent_trait(),
        dialogconfirmationcriteres.gettypeval(), "NR",
        dialogconfirmationcriteres.getintensite(), palier, lg_cycle_eval_trait);

        lecas.modifBlocCriteres(LeBloc);

    }
    session.commit() ;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété Action_menu.
 * @return com.sun.java.swing.JPopupMenu
 */

private JPopupMenu getAct_menu() {
    if (ivjAct_menu == null) {
        try {
            ivjAct_menu = new com.sun.java.swing.JPopupMenu();
            ivjAct_menu.setName("Act_menu");
            ivjAct_menu.add(getModifEntAct());
            ivjAct_menu.add(getSupprAct());

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

```

```
                handleException(ivjExc);
            }
        };
        return ivjAct_menu;
    }

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété AjouAction.
 * @return com.sun.java.swing.JMenuItem
 */
private JMenuItem getAjouAction() {
    if (ivjAjouAction == null) {
        try {
            ivjAjouAction = new com.sun.java.swing.JMenuItem();
            ivjAjouAction.setName("AjouAction");
            ivjAjouAction.setText("Ajouter une Action");

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {
            handleException(ivjExc);
        }
    };
    return ivjAjouAction;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété AjouEntite.
 * @return com.sun.java.swing.JMenuItem
 */
private JMenuItem getAjouEntite() {
    if (ivjAjouEntite == null) {
        try {
            ivjAjouEntite = new com.sun.java.swing.JMenuItem();
            ivjAjouEntite.setName("AjouEntite");
            ivjAjouEntite.setText("Ajouter une Entité");

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {
            handleException(ivjExc);
        }
    };
    return ivjAjouEntite;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété AjouScene.
 * @return com.sun.java.swing.JMenuItem
 */
private JMenuItem getAjouScene() {
    if (ivjAjouScene == null) {
        try {
            ivjAjouScene = new com.sun.java.swing.JMenuItem();
            ivjAjouScene.setName("AjouScene");
            ivjAjouScene.setText("Ajouter une Scène");

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);
        }
    };
    return ivjAjouScene;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété annuler.
 * @return com.sun.java.swing.JButton
 */
private JButton getannuler() {
    if (ivjannuler == null) {
        try {
            ivjannuler = new com.sun.java.swing.JButton();
            ivjannuler.setName("annuler");
            ivjannuler.setText("Annuler");
        }
    }
}
```

```

        ivjannuler.setBounds(674, 464, 85, 25);

    } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

        handleException(ivjExc);

    }

};
return ivjannuler;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété Arbre_Cas.
 * @return com.sun.java.swing.JTree
 */

private JTree getArbre_Cas() {
    if (ivjArbre_Cas == null) {
        try {
            rac_cas=new DefaultMutableTreeNode("Aucun cas
");
            treeModelData=new DefaultTreeModel(rac_cas);
            ivjArbre_Cas=new com.sun.java.swing.JTree(treeModelData);
            ivjArbre_Cas.setName("Arbre_Cas");
            ivjArbre_Cas.setToolTipText("eee");
            ivjArbre_Cas.setBorder(new
com.sun.java.swing.plaf.metal.Flush3DBorder());
            ivjArbre_Cas.setAlignmentY(2.0F);
            ivjArbre_Cas.setCellRenderer(getArbre_CasBasicTreeCellRenderer());
            ivjArbre_Cas.setAlignmentX(2.0F);
            ivjArbre_Cas.setBounds(8, 9, 751, 443);

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);

        }

    };
    return ivjArbre_Cas;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété Arbre_CasBasicTreeCellRenderer.
 * @return com.sun.java.swing.plaf.basic.BasicTreeCellRenderer
 */

private com.sun.java.swing.plaf.basic.BasicTreeCellRenderer
getArbre_CasBasicTreeCellRenderer() {
    com.sun.java.swing.plaf.basic.BasicTreeCellRenderer ivjArbre_CasBasicTreeCellRenderer =
null;
    try {

        ivjArbre_CasBasicTreeCellRenderer = new
com.sun.java.swing.plaf.basic.BasicTreeCellRenderer();
        ivjArbre_CasBasicTreeCellRenderer.setName("Arbre_CasBasicTreeCellRenderer");
        ivjArbre_CasBasicTreeCellRenderer.setAlignmentX(1.0F);
        ivjArbre_CasBasicTreeCellRenderer.setAlignmentY(1.0F);
        ivjArbre_CasBasicTreeCellRenderer.setHorizontalAlignment(com.sun.java.swing.Swi
ngConstants.LEFT);
    } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {
        handleException(ivjExc);
    };
    return ivjArbre_CasBasicTreeCellRenderer;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété AttrValMenu.
 * @return com.sun.java.swing.JPopupMenu
 */

private JPopupMenu getAttrValMenu() {
    if (ivjAttrValMenu == null) {
        try {
            ivjAttrValMenu = new com.sun.java.swing.JPopupMenu();
            ivjAttrValMenu.setName("AttrValMenu");
            ivjAttrValMenu.add(getModif_Ent());

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);

```

```

        }
    };
    return ivjAttrValMenu;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété Cas_menu.
 * @return com.sun.java.swing.JPopupMenu
 */
private JPopupMenu getCas_menu() {
    if (ivjCas_menu == null) {
        try {
            ivjCas_menu = new com.sun.java.swing.JPopupMenu();
            ivjCas_menu.setName("Cas_menu");
            ivjCas_menu.add(getModifCas());
            ivjCas_menu.add(getAjouScene());
            ivjCas_menu.add(getSupprScene());

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);

        }
    };
    return ivjCas_menu;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété Ent_Menu.
 * @return com.sun.java.swing.JPopupMenu
 */
private JPopupMenu getEnt_Menu() {
    if (ivjEnt_Menu == null) {
        try {
            ivjEnt_Menu = new com.sun.java.swing.JPopupMenu();
            ivjEnt_Menu.setName("Ent_Menu");
            ivjEnt_Menu.add(getSuppr_Ent());

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);

        }
    };
    return ivjEnt_Menu;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété Main_Frame.
 * @return com.sun.java.swing.JFrame
 */
public JFrame getMain_Frame() {
    if (ivjMain_Frame == null) {
        try {
            ivjMain_Frame = new com.sun.java.swing.JFrame();
            ivjMain_Frame.setName("Main_Frame");

            ivjMain_Frame.setDefaultCloseOperation(com.sun.java.swing.WindowConstants.DISPOSE_ON_CLOSE);

            ivjMain_Frame.setBounds(45, 21, 773, 570);
            ivjMain_Frame.setVisible(true);
            ivjMain_Frame.setTitle("DIACOM_IA");
            getMain_Frame().setContentPane(getMain_Panel());

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);

        }
    };
    return ivjMain_Frame;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété Main_Panel.

```

```

* @return com.sun.java.swing.JPanel
*/

private JPanel getMain_Panel() {
    if (ivjMain_Panel == null) {
        try {
            ivjMain_Panel = new com.sun.java.swing.JPanel();
            ivjMain_Panel.setName("Main_Panel");
            ivjMain_Panel.setToolTipText("");
            ivjMain_Panel.setBorder(new
                com.sun.java.swing.plaf.basic.BasicMarginBorder());
            ivjMain_Panel.setLayout(null);
            ivjMain_Panel.setBackground(new java.awt.Color(166,204,204));
            getMain_Panel().add(getArbre_Cas(), getArbre_Cas().getName());
            getMain_Panel().add(getValider(), getValider().getName());
            getMain_Panel().add(getQuitter(), getQuitter().getName());
            getMain_Panel().add(getannuler(), getannuler().getName());

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);

        }
    };
    return ivjMain_Panel;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété Modif_Ent.
 * @return com.sun.java.swing.JMenuItem
 */

private JMenuItem getModif_Ent() {
    if (ivjModif_Ent == null) {
        try {
            ivjModif_Ent = new com.sun.java.swing.JMenuItem();
            ivjModif_Ent.setName("Modif_Ent");
            ivjModif_Ent.setText("Modifieur Valeurs");

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);

        }
    };
    return ivjModif_Ent;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété ModifCas.
 * @return com.sun.java.swing.JMenuItem
 */

private JMenuItem getModifCas() {
    if (ivjModifCas == null) {
        try {
            ivjModifCas = new com.sun.java.swing.JMenuItem();
            ivjModifCas.setName("ModifCas");
            ivjModifCas.setText("Modifieur");

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);

        }
    };
    return ivjModifCas;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété ModifEntAct.
 * @return com.sun.java.swing.JMenuItem
 */

private JMenuItem getModifEntAct() {
    if (ivjModifEntAct == null) {
        try {
            ivjModifEntAct = new com.sun.java.swing.JMenuItem();
            ivjModifEntAct.setName("ModifEntAct");
            ivjModifEntAct.setText("Modifieur");

```

```
        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);

        }
    };
    return ivjModifEntAct;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété Quitter.
 * @return com.sun.java.swing.JButton
 */
private JButton getQuitter() {
    if (ivjQuitter == null) {
        try {
            ivjQuitter = new com.sun.java.swing.JButton();
            ivjQuitter.setName("Quitter");
            ivjQuitter.setText("Quitter");
            ivjQuitter.setBounds(550, 465, 85, 25);

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);

        }
    };
    return ivjQuitter;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété Scene_menu.
 * @return com.sun.java.swing.JPopupMenu
 */
private JPopupMenu getScene_menu() {
    if (ivjScene_menu == null) {
        try {
            ivjScene_menu = new com.sun.java.swing.JPopupMenu();
            ivjScene_menu.setName("Scene_menu");
            ivjScene_menu.add(getAjouEntite());
            ivjScene_menu.add(getAjouAction());

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);

        }
    };
    return ivjScene_menu;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété Suppr_Ent.
 * @return com.sun.java.swing.JMenuItem
 */
private JMenuItem getSuppr_Ent() {
    if (ivjSuppr_Ent == null) {
        try {
            ivjSuppr_Ent = new com.sun.java.swing.JMenuItem();
            ivjSuppr_Ent.setName("Suppr_Ent");
            ivjSuppr_Ent.setText("Supprimer");

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);

        }
    };
    return ivjSuppr_Ent;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété SupprAction.
 * @return com.sun.java.swing.JMenuItem
 */
```

```

private JMenuItem getSupprAct() {
    if (ivjSupprAct == null) {
        try {
            ivjSupprAct = new com.sun.java.swing.JMenuItem();
            ivjSupprAct.setName("SupprAct");
            ivjSupprAct.setText("Supprimer");

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);
        }
    };
    return ivjSupprAct;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété SupprScene.
 * @return com.sun.java.swing.JMenuItem
 */

private JMenuItem getSupprScene() {
    if (ivjSupprScene == null) {
        try {
            ivjSupprScene = new com.sun.java.swing.JMenuItem();
            ivjSupprScene.setName("SupprScene");
            ivjSupprScene.setText("Supprimer la dernière scène");

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);
        }
    };
    return ivjSupprScene;
}

/**
 * Renvoi de la valeur de propriété Valider.
 * @return com.sun.java.swing.JButton
 */

private JButton getValider() {
    if (ivjValider == null) {
        try {
            ivjValider = new com.sun.java.swing.JButton();
            ivjValider.setName("Valider");
            ivjValider.setText("Valider");
            ivjValider.setBounds(414, 465, 85, 25);

        } catch (java.lang.Throwable ivjExc) {

            handleException(ivjExc);
        }
    };
    return ivjValider;
}

/**
 * Initialisation des connexions entre les évènements utilisateur et le code de l'application
 */

private void initConnections() {

    getArbre_Cas().addMouseListener(this);
    getAjouEntite().addActionListener(this);
    getSupprScene().addActionListener(this);
    getAjouAction().addActionListener(this);
    getSupprAct().addActionListener(this);
    getModifCas().addActionListener(this);
    getAjouScene().addActionListener(this);
    getModifEntAct().addActionListener(this);
    getModif_Ent().addActionListener(this);
}

```

```

        getSuppr_Ent().addActionListener(this);
        getValider().addActionListener(this);
    }

    /**
     * Initialisation de la classe.
     */

    private void initialize() {

        initConnections();

    }

    /**
     * METHODE MAIN.
     */

    public static void main (java.lang.String[] args)
    {

        //*****
        //Instanciation d'un objet de type Main !

        Main fenetre = new Main();

        //*****
        // Affichage de la fenêtre principale de l'application

        fenetre.getMain_Frame().show();

        fenetre.modifCas_ActionEvents();

        fenetre.session.commit();
        fenetre.session.endSession();

    }

    /**
     * Méthode exécutée pour détecter les événements souris ayant pour objectif de modifier une
     * entité dans une scène (valeur d'une ttribut).
     * affiche la boîte de dialogue : DialogModifierValAtt
     */
    public void modif_Ent_ActionEvents() {

        int index_sc, index_ent, index_attrval;
        String temp, tmp;
        Attribut_Value lattributvalue=null;
        Scene lascene=null;
        Entite lentite=null;

        temp = selPath.getPathComponent(selPath.getPathCount()-3).toString();
        tmp = temp.substring(0,8);

        for (int i=0; i<lecas.RetourScene().size();i++)
        {
            lascene = (Scene) lecas.RetourScene().elementAt(i);
            if (lascene.RetourNom().equals(tmp))
            {
                index_sc=i;
                i=lecas.RetourScene().size();
            }
        }

        temp = selPath.getPathComponent(selPath.getPathCount()-2).toString();
        tmp = temp.substring(0,8);
    }

```

```

for (int j=0; j<lascene.RetourEntites().size();j++)
{
    lentite = (Entite) lascene.RetourEntites().elementAt(j);
    if(lentite.RetourNom().equals(tmp))
    {
        index_ent = j;
        j=lascene.RetourEntites().size();
    }
}

temp=selPath.getLastPathComponent().toString();

for(int k=0; k<lentite.RetourAttributValue().size(); k++)
{
    lattributvalue = (Attribut_Value) lentite.RetourAttributValue().elementAt(k);
    if(temp.startsWith(lattributvalue.RetourAttributAssocie().RetourNom()))
    {
        index_attrval = k;
        k=lentite.RetourAttributValue().size();
    }
}

DialogModifierValAtt dialoguemodifvalattr = new
DialogModifierValAtt(lentite.RetourNom(), lattributvalue);

//Affichage de la boite de dialogue de ajou/modification d'une entite

dialoguemodifvalattr.getDialogModifierValAttr().show();

if(dialoguemodifvalattr.getIsOk())
{
    lattributvalue=dialoguemodifvalattr.getLAttrVal();
    afficherCas();
}

return;
}

/**
 * Méthode exécutée pour détecter les évènements souris ayant pour objectif de modifier une
 * action dans une scène. Affiche la boîte de dialogue : DialogAjoutAction en mode modification
 */

public void modifAct_ActionEvents() {
int index_sc=0, indT_Action=0;
Scene lascene=null;
Vector typesSc, typesAct;

String temp = selPath.getPathComponent(selPath.getPathCount()-2).toString();
System.out.println("le père du noeud : "+temp);

String tmp = temp.substring(0,7);

System.out.println("le nom de la scene "+tmp+");");

for (int i=0;i<lecas.RetourScene().size();i++)
{
    lascene = (Scene) lecas.RetourScene().elementAt(i);
    if (lascene.RetourNom().equals(tmp))
    {
        index_sc=i;
    }
}

lascene = (Scene) lecas.RetourScene().elementAt(index_sc);

typesSc = liste_typedesC();
typesAct = liste_typeAct(typesSc);

```

```

DialogAjoutAction dialogueajouaction = new
DialogAjoutAction(lascene.RetourActions(),typesAct);
dialogueajouaction.getDialogAjoutAction().setTitle("Modification d'une Action");

dialogueajouaction.getDialogAjoutAction().show();

if (dialogueajouaction.getIsOk())
{
    for (int i=0;i<typesAct.size();i++)
    {
        TypeDAction aType = (TypeDAction) typesAct.elementAt(i);
        if (aType.RetourNom() == dialogueajouaction.getact_select())
        {
            indT_Action=i;
        }
    }

    TypeDAction act_tmp=(TypeDAction) typesAct.elementAt(indT_Action);

    lascene.RetourActions().modifIssuDe(act_tmp);

    if(lascene.RetourActions().RetourScSuiv() ==null)
    {

        lascene.RetourActions().modifNom("Action"+lascene.RetourActions().Retou
rIssuDe().RetourNom()+"_*");

    }
    else
    {
        lascene.RetourActions().modifNom("Action
"+lascene.RetourActions().RetourIssuDe().RetourNom()+"_"+lascene.Retour
Actions().RetourScSuiv().RetourNom());

        lascene.RetourActions().RetourScSuiv().modifTScene(act_tmp.RetourTypeDS
cEngendre());
    }

}
afficherCas();

return;
}

/**
 * Méthode exécutée pour détecter les évènements souris ayant pour objectif de modifier les
 * informations relatives au cas. Affiche la boîte de dialogue : DialogModifierCas
 */

public void modifCas_ActionEvents() {

    DialogModifierCas dialogcasmodif;
    System.out.println("Passage dans la méthode modifCas_ActionEvants()");

    if (lecas != null)
    {

        dialogcasmodif = new
        DialogModifierCas(lecas.RetourNom(),lecas.RetourCommentaires(),lecas.retourAuteu
r().retourNom(),lecas.retourAuteur().retourE_mail_utilisat(),lecas.retourAuteu
r().retourE_mail_domaine() );

        dialogcasmodif.getDialogCasModif().show();

        if (dialogcasmodif.getIsok())
        {

            System.out.println("Dans le IF");
            lecas.modifNom(dialogcasmodif.getNom_cas() );
            lecas.modifCommentaires(dialogcasmodif.getcoment());
            lecas.retourAuteur().modifNom(dialogcasmodif.getNom_auteur());
        }
    }
}

```

```

        lecas.retourAuteur().modifE_mail_utilisat(
        dialogcasmodif.getete_mail_auteur());
        lecas.retourAuteur().modifE_mail_domaine(dialogcasmodif.getete_mail_domai
        ne());
        afficherCas();
    }

}

else
{
    System.out.println("Passage dans le else si le cas n'est pas déjà créé");

    Vector levecttheme=liste_theme("DIACOM4");
    DialogModifieCas dialoguemodifcas = new DialogModifieCas();

    //Affichage de la boite de dialogue de modification d'un cas
    dialoguemodifcas.getDialogCasModif().show();

    if (dialoguemodifcas.getIsok())
    {
        Auteur lauteur = new Auteur (dialoguemodifcas.getNom_auteur(),
        dialoguemodifcas.getete_mail_auteur(),
        dialoguemodifcas.getete_mail_domaine());

        lecas = new
        Cas(dialoguemodifcas.getNom_cas(),dialoguemodifcas.getcoment(), lauteur
        );
        TypeDeScene t_sc = new TypeDeScene("Presentation");

        Scene lascene = new Scene("Scene00", t_sc );

        Lecas.addScene(lascene);

        afficherCas();
    }

}

session.commit();

return;
}

/**
 * Méthode permettant de traiter les événements dans l'interface MouseListener.
 * @param e java.awt.event.MouseEvent
 */
public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent e) {
    if ((e.getSource() == getArbre_Cas()) ) {
        connEtoC1(e);
    }
}

/**
 * Méthode permettant de traiter les événements dans l'interface MouseListener.
 * @param e java.awt.event.MouseEvent
 */
public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent e) {
}

/**
 * Méthode permettant de traiter les événements dans l'interface MouseListener.
 * @param e java.awt.event.MouseEvent
 */

```

```
public void mousePressed(java.awt.event.MouseEvent e) {
}

/**
 * Méthode permettant de traiter les événements dans l'interface MouseListener.
 * @param e java.awt.event.MouseEvent
 */

public void mouseReleased(java.awt.event.MouseEvent e) {
}

/**
 * Méthodes de recherches d'éléments dans les cas à définir
 */

public String recherchePatho() {
}

public int rechercheAge(){
}

public String rechercheMode() {
}

public String rechercheIntensite() {
}

public int recherchePalier() {
}

public int calculCycle() {
}

/**
 * Méthode de supprimer une entité appartenant à une scène
 */

public void suppr_Ent_ActionEvents() {

    int index_sc, index_ent=0, index_attrval;
    String temp, tmp;
    Attribut_Value lattributvalue=null;
    Scene lascene=null;
    Entite lentite=null;

    temp = selPath.getPathComponent(selPath.getPathCount()-2).toString();
    tmp = temp.substring(0,8);

    System.out.println("la scene : "+tmp+"");

    for (int i=0; i<lecas.RetourScene().size();i++)
    {
        lascene = (Scene) lecas.RetourScene().elementAt(i);
        if (lascene.RetourNom().equals(tmp))
        {
            index_sc=i;
            i=lecas.RetourScene().size();
        }
    }

    temp = selPath.getLastPathComponent().toString();
```

```

tmp = temp.substring(0,9);

System.out.println("l'entite : "+tmp+"");

for (int j=0; j<lascene.RetourEntites().size();j++)
{

    lentite = (Entite) lascene.RetourEntites().elementAt(j);
    if(lentite.RetourNom().equals(tmp))
    {
        index_ent = j;
        j=lascene.RetourEntites().size();
    }
}

System.out.println("l'index : "+index_ent);
DialogConfirmSupprEnt dialogueconfirmsupprentite = new DialogConfirmSupprEnt();

dialogueconfirmsupprentite.getJDialog1().show();

if (dialogueconfirmsupprentite.getIsOui())
{

    System.out.println("taille du vecteur avant suppression :
"+lascene.RetourEntites().size());
    lascene.RetourEntites().removeElementAt(index_ent);
    System.out.println("taille du vecteur après suppression :
"+lascene.RetourEntites().size());
    System.out.println("l'index de suppression était : "+index_ent);
    for (int k=index_ent;k<lascene.RetourEntites().size();k++)
    {
        System.out.println("entrée dans la boucle de renommage");
        Entite e = (Entite) lascene.RetourEntites().elementAt(k);
        System.out.println("l'ancien nom de l'entité : "+e.RetourNom());
        if (k<10)
        {
            e.modifNom("Entité 0"+k);
        }
        else
        {
            e.modifNom("Entité "+k);
        }
        System.out.println("le nouveau nom de l'entité : "+e.RetourNom());
    }

    afficherCas();
}
return;
}

/**
 * Méthode permettant de supprimer une action dans une scène. Cette méthode n'est applicable
 * que lorsqu'il n'existe pas de scène suivante à la scène en question.
 */
public void supprAct_ActionEvents() {

    DialogAjoutAction dialogueajouaction = new DialogAjoutAction();
    dialogueajouaction.getDialogAjoutAction().setTitle("Ajout d'une Action");
    //Affichage de la boîte de dialogue de modification d'un cas
    dialogueajouaction.getDialogAjoutAction().show();

    return;
}

/**
 * Méthode permettant de supprimer la dernière scène d'un cas
 */
public void supprScene_ActionEvents() {

    DialogConfirmSupprSc dialogueconfirmsupprsc = new DialogConfirmSupprSc();
    dialogueconfirmsupprsc.getJDialog1().show();
}

```

```
if (dialogconfirmsupprsc.isOui())
{
    System.out.println("Suppression confirmée");

    if(lecas.RetourScene().size() >1)
    {

        lecas.RetourScene().removeElementAt(lecas.RetourScene().size()-1);

        Scene sc = (Scene) lecas.RetourScene().lastElement();
        sc.RetourActions().modifScSuiv(null);
        afficherCas();
    }
    else
    {
        System.out.println("Impossible de supprimer la première scène du cas");

        //Voir pour remplacer cela par une boite de dialogue
    }

}

return;
}

/**
 * Méthode qui s'exécute au moment où l'utilisateur valide son cas.
 */
public void valider_ActionEvents() {

    //L'extraction de critères est lancée
    extraction_criteres();

    // La fenêtre principale est fermée
    getMain_Frame().dispose();

    //La session ouverte avec la base est fermée et la sauvgarde est automatique
    session.endSession();

    return;
}
}
```