Vers une Approche de Recherche utilisant le Raisonnement à partir de cas appliqué au diagnostic de la Broncho Pneumopathie Chronique Obstructive

Souad Guessoum[1], Nadjette Dendani[2]

[1]Laboratoire LRS, Département d'Informatique, Université de Badji Mokhtar d'Annaba (Algérie)
souadguessoum@yahoo.fr
[2] Laboratoire LABGED, Département d'Informatique, Université de Badji Mokhtar d'Annaba (Algérie)
n_dendani@yahoo.fr

Résumé

L'Intelligence Artificielle continue à faire ses preuves dans l'aide à la décision, notamment en médecine où l'on est constamment dans une situation de prise de décision à propos d'un diagnostic ou d'une thérapie. Dans une telle situation, le médecin fait souvent appel à sa mémoire d'expériences passées dans l'exercice, pour chercher une ressemblance entre les anciennes situations et la nouvelle. Une telle ressemblance si elle existe peut aider énormément dans la résolution du nouveau problème, en terme de poser le diagnostic le plus précis, ou proposer le traitement le plus efficace. L'une des techniques de l'Intelligence Artificielle modélisant efficacement ce type de comportement humain, est le raisonnement à partir de cas. Dans ce papier, nous présentons un travail dans lequel le raisonnement à partir de cas a été adopté pour concevoir et réaliser un système d'aide à la décision pour la détection et la prise en charge d'une maladie respiratoire très grave liée au tabac : la broncho pneumopathie chronique obstructive (BPCO).

Mots clés : Raisonnement à Partir de Cas, CBR, Diagnostic Médical de la BPCO, Système d'Aide à la Décision,

1 Introduction

L'Intelligence Artificielle (IA) et la Médecine entretiennent d'étroites relations depuis fort longtemps. En effet, la médecine a toujours constitué un excellent champ d'expérimentation pour tester et évaluer les différents paradigmes de l'IA. Ces expérimentations sont aussi importantes pour l'IA que pour la médecine qui en profite largement en obtenant des systèmes informatiques d'aide au diagnostic, d'interprétation d'images radiologiques, de formation et d'enseignement. Ces systèmes retournent un impact important sur les avancements des recherches en IA, car ils permettent aux chercheurs d'examiner la validité de leurs approches [1], de déceler leurs lacunes, d'apporter des corrections et donc de mieux évoluer. Le raisonnement clinique est également source d'inspiration pour l'étude du raisonnement de l'homme. Il contribue largement dans l'évolution des techniques portant sur la reproduction du raisonnement humain sur machine.

De multiples approches de l'IA ont été exploitées pour ce type de reproduction, notamment dans la réalisation de systèmes d'aide à la décision. La demande sur ces systèmes est importante surtout dans les domaines où la connaissance et l'expérience évoluent rapidement, ce qui est le cas dans le domaine médical. Cependant les approches traditionnelles éprouvent de la difficulté à s'adapter au flux de la nouvelle connaissance ou expérience [2], le raisonnement à partir de cas présente ainsi une alternative intéressante à ce type de situations. En effet, il permet de modéliser un comportement humain très fréquent dans la vie : le recours à l'expérience passée pour résoudre un nouveau problème. Ce mode de raisonnement est utilisé généralement lorsque le processus de résolution du problème est trop long ou plutôt trop complexe. L'utilisation d'une solution d'un problème similaire déjà résolu s'avère alors très bénéfique.

Le tabagisme affecte multiple organes causant des variétés de maladies respiratoires chroniques, principalement la BPCO [3]. Elle est une cause majeure de morbidité et de mortalité dans le monde. Elle se traduit par une dyspnée sifflante chez les fumeurs âgés. Sur le plan fonctionnel, elle se manifeste essentiellement par un trouble ventilatoire obstructif non réversible.

Dans ce papier nous présentons un travail dont l'objectif consiste à concevoir, développer et évaluer un système d'aide à la décision clinique pour la détection de la BPCO et de certains diagnostics qui lui sont liés. Le système étant fondé sur le raisonnement à partir de cas, il nous permettra d'évaluer l'impact qu'apporte cette technique dans le diagnostic de cette pathologie. Le papier est principalement organisé en des sections variées. Dans la suivante section un aperçu sur le principe du raisonnement à partir de cas (Rapc) et son processus est donné, les lecteurs avertis pourront passer directement à la section 3. Cette dernière est dédiée aux travaux récents et relatifs aux applications Rapc en médecine. La section 4 présente un aperçu sur le domaine d'application qu'est la BPCO, ses symptômes et ses stades de sévérité. Dans la section 5, nous détaillons le modèle de l'approche proposée et nous concluons ce travail dans la dernière section.

2 Le raisonnement à partir de cas

2.1 Introduction

Le Rapc est une technique récente basée principalement sur le raisonnement analogique. Il a été inspiré d'un modèle cognitif réel observé dans le comportement humain, qui consiste à s'appuyer sur les expériences du passé pour apporter solution à un nouveau problème. En effet, il a été démontré en psychologie que dans beaucoup de situations, l'homme commence à résoudre ses problèmes en se basant plus sur son expérience passée que sur sa connaissance du domaine en question [4]. Le Rapc consiste donc à réutiliser face à un nouveau problème, la solution d'un ancien problème similaire déjà traité et résolu. Il se base sur un grand nombre de problèmes résolus dans le passé au lieu de compter sur une connaissance profonde du domaine [5].

L'ensemble des expériences passées est représenté sous forme de base de cas, où le cas est un couple descripteur du problème et de sa solution. A ces deux éléments de base vient s'ajouter parfois un troisième descripteur apportant une explication, une justification ou plutôt une estimation de la qualité de la réutilisation du cas [6]. Face à une nouvelle situation, une recherche de la situation la plus similaire est effectuée dans l'ensemble des expériences passées et la solution retenue sera réutilisée et adaptée (si nécessaire) au nouveau cas.

L'avantage principal du Rapc est qu'il ne nécessite pas une acquisition de connaissances « profondes » du domaine considéré pour comprendre comment raisonner sur un problème pour lui trouver une solution comme c'est le cas par exemple pour les systèmes à base de règles de production. En effet, la connaissance consiste juste à établir une description d'un problème et de sa solution. Le deuxième avantage est que l'implémentation de cette technique est relativement simple et facile comparée aux autres techniques de l'IA. Une troisième force de ce mode de raisonnement est que l'apprentissage est facilement réalisé dans un système Rapc. Il consiste simplement en l'insertion de nouveaux cas dans la mémoire du système [7].

Plusieurs sources de connaissances sont nécessaires pour un système de raisonnement à base de cas. En plus de la base de cas qui réunira toutes les expériences passées et résolues, il lui faudra des métriques de similarité permettant de calculer le degré de ressemblance entre l'ancien cas et le nouveau cas. Des connaissances d'adaptation sont aussi souvent nécessaires.

2.2 Le processus Rapc

Le processus Rapc est un cycle de cinq phases.

- *La phase d'Elaboration du cas* : dans laquelle le nouveau problème est formalisé sous forme d'un cas,
- *La phase de Remémoration* : c'est la phase la plus importante du cycle. Durant cette phase le cas le plus proche du nouveau cas est récupéré après une recherche basée sur une mesure de similarité. Le choix de la métrique de similarité est fondamental dans un système Rapc [8]. En effet, pour un cas cible donné, et pendant la phase de recherche, la "bonne" sélection du cas le

plus similaire de la base de cas dépend étroitement de cette métrique. Il existe de multiples mesures qui peuvent être employées dans cette phase de recherche, la plus populaire étant la méthode du plus proche voisin. Généralement, le calcul de similarité entre le cas cible et le cas source se fait en deux étapes : en premier lieu, la similarité entre chaque attribut du cas cible et son correspondant du cas source est calculée. Par la suite, une agrégation est appliquée pour considérer l'ensemble des similarités individuelles trouvées. Kuang-Hung Hsu et son groupe distinguent dans [9] les systèmes Rapc pondérés de façon égale (Equally Weighted CBR) de ceux pondérés de façon différente (Differently Weighted CBR). Ces derniers sont bien adaptés pour mettre en évidence une importance - traduite par une pondération – relative à chaque attribut dans la détermination de la solution. Ces poids sont parfois difficiles à déterminer de manière minutieuse, le même groupe a employé les algorithmes génétiques pour une estimation optimale des valeurs de leurs attributs considérés dans la détection de l'hypertension.

- *L'adaptation :* c'est la phase la plus délicate, elle permet de réadapter la solution du cas trouvé à la nouvelle situation. Sa difficulté est due principalement au fait que les heuristiques et les connaissances d'adaptations sont très liées aux domaines d'application. Pour certains systèmes Rapc notamment ceux dédiés à la prise de décision médicale, cette phase est ignorée, et le processus consiste juste à trouver le diagnostic le plus probable.
- *La validation :* pendant laquelle la solution adaptée est présentée à l'utilisateur qui décidera de sa validité. Dans le cas affirmatif la dernière phase est entamée.
- *L'apprentissage* : c'est la phase qui consiste à ajouter le nouveau cas avec sa solution à la base de cas. Et c'est ainsi que le système apprend de ses expériences !

3 Le Raisonnement à partir de cas en médecine

Rainer schmidt présente dans [10] un aperçu sur les systèmes Rapc médicaux réalisés dans les vingt dernières années. Il en distingue principalement trois tendances:

Des systèmes de diagnostic, tels que TeComMed [11] qui fournit des prévisions sur les épidémies de grippe, CASEY [12] dédié aux troubles cardiaques, MEDIC [13] quant à lui, s'occupe des problèmes pulmonaires, FLORENCE [14] qui donne à la fois diagnostic, pronostic et prescription. MERSY [15] pour la santé des travailleurs de la région rurale, FM-Ultranet [16] pour les malformations fœtales.

La deuxième tendance est tracée par des systèmes thérapeutiques, tels que ICONS [10] qui fournit des conseils dans le traitement antibiotique, ISOR [17] qui est un système conversationnel aidant les médecins à l'explication et l'interprétation de situations exceptionnelles, où une approche thérapeutique théorique ne donne pas les résultats estimés sur un cas particulier. TA3-IVE [18] qui fournit des plans pour les traitements des cas de fertilisation in vitro et CASIMIR [19] qui propose des traitements pour le cancer du sein.

Et enfin, nous trouvons des systèmes spécialisés dans l'interprétation d'images médicales, tels que ProtoISIS, MacRad [20], et SCINA [21].

4 La Broncho Pneumopathie Chronique Obstructive

4.1 Introduction

La Broncho Pneumopathie Chronique Obstructive est une obstruction des bronches, lentement progressive sur plusieurs années, peu ou pas réversible en fonction du degré de la maladie. Cette obstruction est due à une inflammation chronique des bronches, essentiellement liée au tabac. La plupart des personnes atteintes sont des fumeurs ou ex-fumeurs, à partir de 40 ans. Toutes les formes de tabagisme favorisent le développement de cette maladie. L'OMS estime à 2,74 millions le nombre de décès dus à la BPCO en 2000. C'est aujourd'hui la 4ème cause de mortalité mondiale alors qu'elle n'occupait que la 6ème place en 1990 [22].

4.2 Symptômes et stades de sévérité

Une toux chronique, des expectorations anormales (mélange de salive et de mucus dans les voies aériennes), et une dyspnée (essoufflement) précèdent parfois de plusieurs années l'obstruction bronchique. Les symptômes de la BPCO s'installent au fur et à mesure des années, les fumeurs finissent par s'y

accoutumer au détriment de leur santé respiratoire. Ils considèrent souvent, à tort, la toux et les crachats comme «normaux». Pourtant ils ont un réel risque d'être atteint d'une maladie obstructive des bronches. La BPCO évolue selon quatre stades de gravité [23], elle peut être « peu sévère » où les symptômes sont d'intensité variable, « modérée » où les symptômes sont permanents, sévère où la dyspnée surgit même au repos accompagnée d'exacerbations fréquentes diminuant la qualité de la vie ou « très sévère » où on observe l'invalidité respiratoire (pronostic vital). Le traitement recommandé à la BPCO est évidemment en fonction de son stade de gravité, mais globalement il consiste en une oxygénothérapie accompagnée par un broncho-dilatateur.

5 Le modèle de l'approche proposée

5.1 L'architecture et le cycle du modèle

L'approche proposée consiste en une modélisation en deux étapes de la phase de recherche dans l'objectif principal d'améliorer la performance du système Rapc. Une classification préliminaire du nouveau cas à traiter est effectuée pour extraire le diagnostic le plus probable à partir d'une base de cas virtuelle. Cette dernière contient des cas construits par le système, dont chacun représente une classe de cas d'un diagnostic relatif à la BPCO. Une deuxième étape de la phase de recherche consiste à chercher le cas le plus similaire dans un sous ensemble de cas filtré sur le diagnostic trouvé dans la phase préliminaire. La figure n°1 illustre l'architecture et le cycle du modèle proposé.

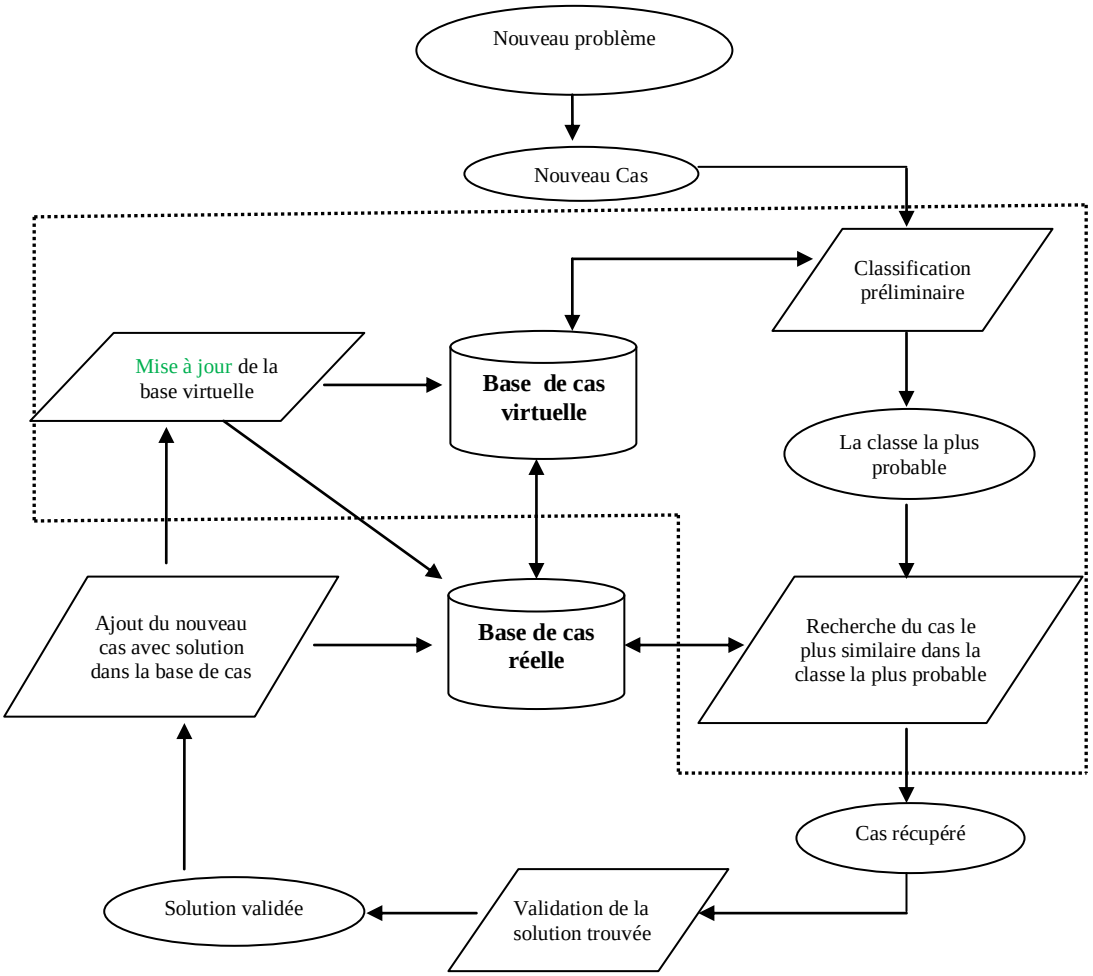

Figure n°1 : Architecture et Cycle du Modèle

5.2 La représentation des cas

Dans notre système, la base de cas est structurée en mémoire linéaire et stockée sous forme d'enregistrements représentant l'ensemble des cas ; nous avons opté pour une représentation <attribut-valeur> qui nous a semblé la plus appropriée. Elle a été établie en collaboration avec des médecins spécialistes, à la base d'une liste de vingt et un paramètres descripteurs de l'état d'un patient atteint d'une BPCO. A ces paramètres correspondent des valeurs de types hétérogènes ; numériques, symboliques ou binaires (oui pour l'apparition du symptôme et non pour son absence).

Après discussion avec les médecins, il s'est avéré que les paramètres considérés pour représenter un cas, ne participent pas tous avec la même dominance dans la détection du diagnostic de la BPCO et de son stade de sévérité. Cette dominance a été traduite dans notre système par des coefficients valorisant de manière chiffrée le poids de participation du paramètre dans la prise de décision.

5.3 La phase de recherche

La phase de recherche du système a été modélisée en deux étapes. Etant donné un nouveau cas à traiter, une première étape consiste à chercher le cas le plus similaire dans une base de cas virtuelle, contenant un ensemble de cas très réduit. Pour chaque diagnostic différentiel de la BPCO, un cas « typique » sera construit à partir de la base de cas réelle et inséré dans la base de cas virtuelle. Ce cas typique est donc représentant de tous les cas réels appartenant à la classe du diagnostic correspondant. L'algorithme de construction de ces cas « typiques » est donné ci-dessous. Cette première étape nous permettra alors de faire une recherche rapide dans un ensemble réduit représentatifs des cas réels. La méthode de recherche appliquée est la méthode des k plus proches voisins (kppv) avec k=1, et la recherche est indexée sur des paramètres ayant les coefficients les plus élevés. Le cas le plus similaire résultat de cette étape représente alors la classe de diagnostic la plus probable pour le nouveau cas à traiter.

La deuxième étape consiste à chercher le cas réel le plus similaire au nouveau cas dans la base de cas réelle filtrée sur la classe de diagnostic résultat de l'étape précédente. La recherche utilise la même méthode (kppv) et est indexée cette fois-ci sur l'ensemble des paramètres.

Ce modèle de recherche permet de réduire le temps de réponse du système et donc d'améliorer sa performance.

5.3.1 Algorithme de construction de la base de cas virtuelle

Soient : CB la base de cas réelle
VB la base de cas virtuelle
VC un cas virtuel
D l'ensemble des diagnostics différentiels de la base CB
K l'ensemble des paramètres du cas
V_K l'ensemble des valeurs possibles pour un paramètre K
Val_K une valeur possible pour un paramètre K
$OCC_Val_{K,d}$ le nombre d'occurrences de la valeur Val_K dans le paramètre K pour un diagnostic différentiel d appartenant à D

Pour chaque diagnostic d appartenant à D

Pour chaque paramètre k appartenant à K
Pour chaque valeur Val_K appartenant à V_K
Compter $OCC_Val_{k,d}$
Passer à la valeur suivante
Sélectionner la valeur Val_K dont $OCC_Val_{k,d}$ est maximale ;
VC(d,k) ppv Val_k
Passer au paramètre suivant
Insérer VC dans VB
Passer au diagnostic suivant

5.3.2 Les métriques de similarité

Comme indiqué dans la sous section précédente, la méthode des kppv est appliquée avec k =1 et la fonction de similarité ci-dessous est utilisée pour le calcul de la similarité entre deux cas :

$$\boldsymbol{Similarit}\text{é}(\boldsymbol{ac},\boldsymbol{nc}) = \frac{\sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{w_i} * \boldsymbol{sim}(\boldsymbol{p_i}(\boldsymbol{an}),\boldsymbol{p_i}(\boldsymbol{nc}))}{\sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{w_i}}$$

Où :
an : l'ancien cas stocké dans la base de cas,
nc : le nouveau cas à traiter,
w_i : le poids attribué au paramètre p,
sim(p_i(an), p_i(nc)) : une autre fonction qui calcule la similarité entre les deux valeurs du paramètres p_i de l'ancien cas et du nouveau cas respectivement. Elle est estimée par la formule suivante :

Pour les paramètres de type symbolique ou binaire, nous avons :

$$\boldsymbol{sim}\big(p_i(\mathbf{an}), p_i(\mathbf{nc})\big) = \begin{cases} \mathbf{0} & \mathbf{si}\ p_i(\mathbf{an}) \neq p_i(\mathbf{nc}) \\ \mathbf{1} & \mathbf{si}\ p_i(\mathbf{an}) = p_i(\mathbf{nc}) \end{cases}$$

Pour les paramètres de type numérique, nous avons :

$$\mathbf{sim}\big(p_i(\mathbf{an}), p_i(\mathbf{nc})\big) = \mathbf{1} - \mathbf{distance}(p_i(\mathbf{an}), p_i(\mathbf{nc}))$$

Où :

$$\boldsymbol{distance}\big(p_i(\mathbf{an}), p_i(\mathbf{nc})\big) = \frac{p_i(\mathbf{an}) - p_i(\mathbf{nc})}{\text{écart max i}}$$

Où écart max représente l'écart entre les deux bornes supérieure et inférieure de l'intervalle des données du paramètre p_i.

5.4 Les phases d'adaptation, de validation et d'apprentissage

Dans ce travail, la phase d'adaptation n'est pas abordée. Elle y sera insérée comme extension pour un futur travail en cours d'achèvement. Dans le cycle Rapc actuel et une fois le cas le plus similaire est récupéré, sa solution composée du diagnostic et du traitement prescrit est présentée au médecin. Ce dernier procèdera à la validation du résultat par une confirmation ou une modification. Dans la phase d'apprentissage le système procède à l'ajout du nouveau cas avec sa solution dans la base de cas réelle, ainsi qu'à une mise à jour périodique de la base de cas virtuelle. La périodicité exacte de la mise à jour n'est pas encore fixée vu que la réalisation du système n'est pas encore achevée mais elle dépendra principalement du nombre d'ajouts réalisés dans la base de cas réelle.

La figure n°2 illustre l'interface utilisateur permettant d'introduire les symptômes du patient. L'interface est partagée en trois volets différents en fonction des symptômes qu'ils contiennent, qui peuvent être d'ordre général, observations faites pendant ou en dehors de la crise. L'interface du système permettant d'introduire tous les symptômes observés chez le patient pendant et en dehors de sa crise, les valeurs saisies constitueront les paramètres du nouveau cas à traiter. La base de 40 cas réels a été collectée avec la collaboration de médecins spécialistes du service de pneumologie de l'Hôpital Dorban d'Annaba (Algérie).

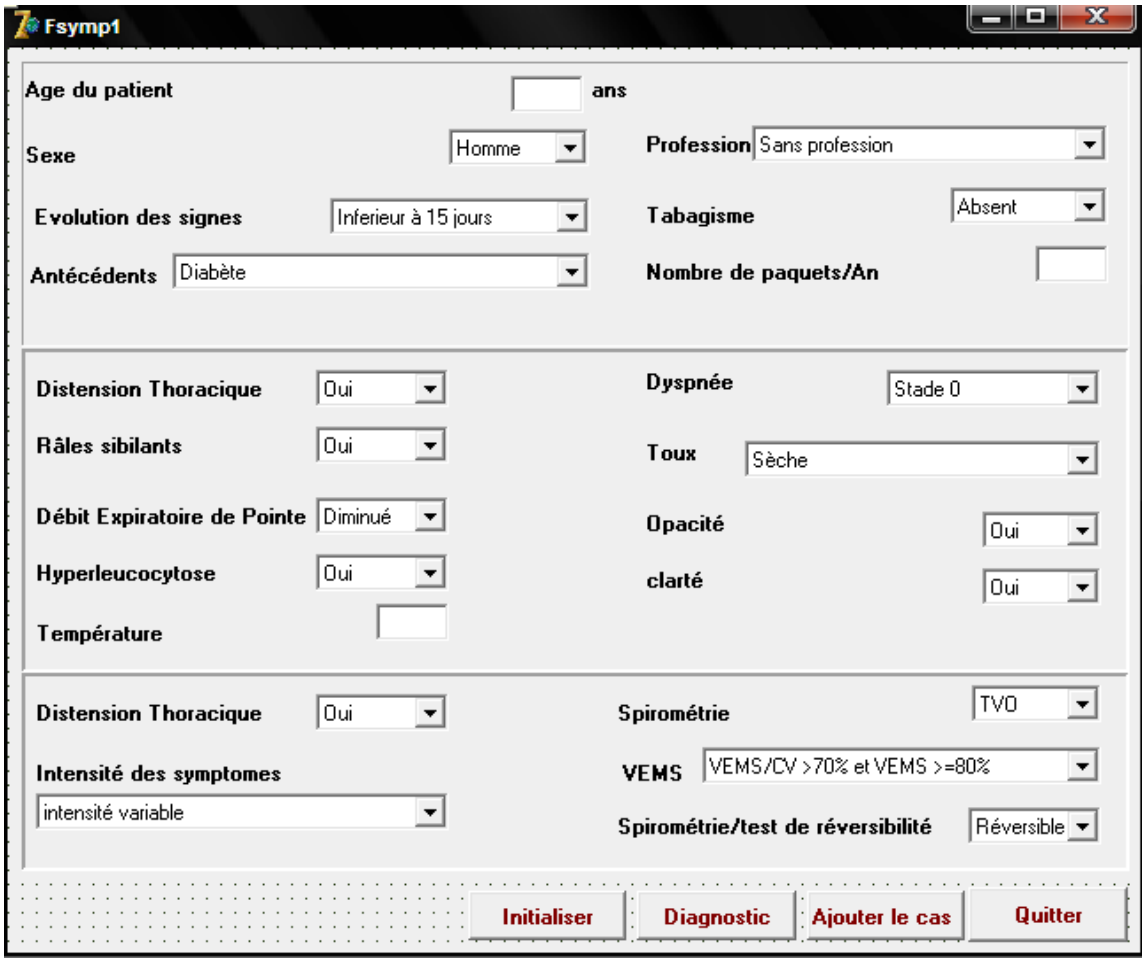

Figure n°2 : Interface Utilisateur du système

6 Conclusion

Dans ce papier, une modélisation pour la phase de recherche du cycle du Rapc a été proposée dans l'objectif d'améliorer la performance du cycle. Cette modélisation a été appliquée au diagnostic de la BPCO, une maladie très grave liée au tabac. Quelques diagnostics différentiels liés à cette pathologie sont également pris en compte par ce travail. L'approche proposée consiste à effectuer en premier lieu, une classification préliminaire dans une base de cas virtuelle pour récupérer le diagnostic le plus probable pour le nouveau cas. Cette base de cas virtuelle est construite par le système en fonction du contenu de la base de cas réelle de façon à avoir pour chaque diagnostic différentiel de la BPCO un cas « typique » représentatif. Puis, une autre recherche est effectuée dans un sous ensemble de la base de cas réelle. Ce sous ensemble est obtenu par filtrage de la base de cas réelle sur le diagnostic récupéré de la classification précédente.

Pour les deux étapes de la phase de recherche, la méthode des k plus proches voisins a été utilisée (avec k =1). Dans la première étape l'indexation est faite sur les attributs dont les coefficients sont les plus forts, alors que dans la deuxième tous les attributs sont pris en compte. La phase d'apprentissage consiste en plus de l'ajout du nouveau cas à la base de cas réelle, à déclencher périodiquement une phase de mise à jour de la base de cas virtuelle. A notre stade actuel, la périodicité de cette mise à jour n'a pas été encore fixée.

Nous avons présentée l'architecture de l'approche proposée ainsi qu'un algorithme de construction et de mise à jour de la base de cas virtuelle. L'interface du système a été également présentée. La réalisation en cours d'achèvement nous permettra d'évaluer les résultats obtenus et de discuter l'impact de cette approche dans le diagnostic de la BPCO.

7 Références

[1] Isabelle Bichindaritz. Case-Based Reasoning in the Health Sciences: Why It Matters for the Health Sciences and for CBR. K.-D. Althoff et al. (Eds.): ECCBR 2008, LNAI 5239, pp. 1–17, 2008. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008.

[2] Mobyen Uddin Ahmed, Shahina Begum, Erik Olsson. Case-Based Reasoning for Medical and Industrial Decision Support Systems. Successful Case-Based Reasoning Appl., SCI 305, pp. 7–52. springerlink.com © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

[3] Leonardo M. Fabbri, Fabrizio Luppi, Bianca Beghe, and Klaus F. Rabe. The Multiple Components of COPD. COPD: A Guide to Diagnosis and Clinical Management, Respiratory Medicine, DOI 10.1007/978-1-59745-357-8_1, © Springer Science+Business Media, LLC 2011

[4] Cecilia Maurente, Ernesto Ocampo Edye, Silvia Herrera Delgado and Daniel Rodriguez Garcia : Evaluation of Case Based Reasoning for Clinical. Decision Support Systems applied to Acute Meningitis Diagnose

[5] Isabelle Bichindaritz, Cindy Marling. Case-based reasoning in the health sciences: What's next? Artificial Intelligence in Medicine, 2006(36): 127-135

[6] Brigitte Bartsch-Sporl, Mario Lenz, and André Hubner : Case-Based Resoning – Survey and future directions

[7] Watson, I., Marir, F.: Case-Based Reasoning: A Review, AI-CBR, Dept. of Computer Science, University of Auckland, New Zealand, http://www.aicbr.org/classroom/cbr-review.html (last referred August 2009)

[8] H. Papadopoulos, A.S. Andreou, and M. Bramer A Fuzzy Non-linear Similarity Measure for Case-Based Reasoning Systems for Radiotherapy Treatment Planning (Eds.): AIAI 2010, IFIP AICT 339, pp. 112–119, 2010. © IFIP International Federation for Information Processing 2010

[9] Kuang-Hung Hsu, Chaochang Chiu, Nan-Hsing Chiu, Po-Chi Lee, Wen-Ko Chiu, Thu-Hua Liu, Yi-Chou Juang, Chorng-Jer Hwang, and Chi-I Hsu. Hypertension Detection Using a Case-Based Reasoning Approach . (Eds.): New Advan. in Intel. Decision Techno., SCI 199, pp. 255–263. springerlink.com © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009

[10] Rainer schmidt, Case-Based Reasoning in Medicine Especially an Obituary on Lothar Gierl Studies in Computational Intelligence (SCI) 48, 63–87 (2007) www.springerlink.com c_ Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007

[11] Schmidt, R., Gierl, L, A prognostic model for temporal courses that combines temporal abstraction and case-based reasoning. Dans [10]

[12] Koton, P., Reasoning about evidence in causal explanations. In: Kolodner, J. (Ed.): Proceedings of the Case-Based Reasoning Workshop, Clearwater Beach, Florida (1988) 260–270 dans [10]

[13] Turner R., Organizing and using schematic knowledge for medical diagnosis. In: Kolodner, J. (Ed.): Proceedings of the Workshop on Case-Based Reasoning, Florida (1988) 435–446 Dans [10]

[14] Bradburn C., Zeleznikow, J.: The application of case-based reasoning to the tasks of health care planning. In: Wess, S., Althoff, K.-D., Richter, M.M. (Eds.): Topics in case-based reasoning. Proceedings of the EuropeanWorkshop on Case-Based Reasoning, EWCBR-93.Lecture Notes in Artificial Intelligence,Vol.837 Springer,Berlin Heidelberg New York (1993)365–378dans [10]

[15] Opiyo, E.T.O.: Case-based reasoning for expertise relocation in support of rural health workers in developing countries. In: Aamodt, A., Veloso, M. (Eds.): Casebased reasoning research and development. Proceedings of the International Conference on Case-Based Reasoning, ICCBR-95. Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 1010, Springer, Berlin Heidelberg New York (1995) 77–87 Dans [10]

[16] El Balaa, Z. et al.: FM-Ultranet: A decision support system using case-based reasoning applied to ultrasonography. In: McGinty, L. (Ed.):Workshop Proceedings of the International Conference on Case-Based Reasoning (2003) 37–44 Dans [10]

[17] Rainer Schmidt and Olga Vorobieva Combining Statistics and Case-Based Reasoning for Medical Research C.L. Mumford and L.C. Jain (Eds.): Computational Intelligence, ISRL 1, pp. 673–696.springerlink.com _c Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009

[18] Jurisica, I., et al.Case-based reasoning in IVF: Prediction and knowledge mining, dans [10]

[19] Lieber, J., Bresson, B.: Case-based reasoning for breast cancer treatment decision helping. In: Blanzieri, E., Portinale, L. (Eds.): Advances in case-based reasoning. Proceedings of the European Workshop on Case-Based Reasoning, EWCBR 2000. Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 1898, Springer,Berlin Heidelberg New York (2000) 173–185 Dans [10]

[20] Lothar Gierl, Mathias Bull, Rainer Schmidt CBR in Medicine

[21] Haddad, M., Adlassnig, K.P., Porenta, G.: Feasability analysis of a case-based reasoning system for automated detection of coronary heart disease from myocardial scintigrams. Artificial Intelligence in Medicine 9 (1997) 61–78 Dans [10]

[22] www.capitalsouffle.fr/bpco.htm

[23] guide pour la prise en charge des maladies respiratoires de l'enfant et de l'adulte dans les unités sanitaires de base en algérie. Anane T, Baghriche M, BenAli R, Boukari R, Berrabah Y, Chaulet P, Fissah A, Larbaoui D, Lellou S, Nafti S., Zidouni N.

[24] M. Taboada, J. Des, M. Arguello, J. Mira, and D. Martnez F. Pichler, R. Moreno-Daz, and P. Kopacek A Medical Ontology for Integrating Case-Based Reasoning, Rule-Based Reasoning, and Patient Databases. (Eds.): EUROCAST'99, LNCS 1798, pp. 521{527, 2000. c Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2000