

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Université de Batna 2
Faculté des Mathématiques et de l'Informatique

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de
Doctorat en Informatique

*Analyse, conception et implémentation d'un
environnement pour le support de l'apprentissage
collaboratif du diagnostic médical*

Présentée Par

Mohamed Abderraouf FERRADJI

Soutenue le : 27/11/2017

Devant le jury composé de :

<i>Président</i>	<i>A. Bilami</i>	<i>Prof., Université de Batna 2</i>
<i>Rapporteur</i>	<i>D. Hedjazi</i>	<i>MCA., Université de Batna 2</i>
<i>Examineurs</i>	<i>M. Benmohammed</i>	<i>Prof., Université de Constantine 2</i>
	<i>L. Guezouli</i>	<i>MCA., Université de Batna 2</i>
	<i>S. Ouadfel</i>	<i>MCA., Université de Constantine 2</i>

Remerciements

Une thèse de doctorat, reste malgré tout, un travail collectif. La mienne est le fruit de plusieurs années de travail, de patience et persévérance. Pendant toutes ces années, j'ai été assisté et conseillé par plusieurs personnes, auxquelles je dois leurs exprimer mes plus sincères remerciements.

C'est aux Professeur *Abdelmadjid ZIDANI* et Docteur *Djalal HEDJAZI* que revient le grand mérite d'avoir contribué à l'avancement de ce travail depuis son début jusqu'à son accomplissement. Ils m'ont offert d'excellentes idées et perspectives sur le travail tout au long de son évolution et n'ont jamais cessé de me diriger, en me permettant d'accomplir mes idées librement. Qu'ils trouvent ici l'expression de mes remerciements les plus sincères.

Je témoigne également toute ma gratitude au Professeur *Azzedine BILAMI*, Prof à l'université de Batna 2, pour l'honneur qu'il me fait de présider mon jury de thèse.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance au Professeur *Mohemed BENMOHAMED*, Prof à l'Université de Constantine 2, d'avoir bien accepté de faire partie de mon jury de thèse.

Je remercie sincèrement le Docteur *Larbi GUEZOULI*, MCA à l'Université de Batna 2, d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse.

Je témoigne toute ma sympathie au Docteur *Salima OUADFEL*, MCA à l'Université de Constantine 2, d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse.

Enfin, je voudrais également remercier mes amis, collègues et thésards, qui m'ont soutenu et encouragé.

Résumé

En dépit de l'important progrès en termes d'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) dans l'éducation médicale, l'Apprentissage du Raisonnement Clinique (ARC) reste néanmoins loin des aspirations des enseignants et apprenants en médecine. En outre, tandis que l'ARC est essentiellement une tâche collaborative qui implique la participation d'un groupe d'apprenants avec un tuteur qui analysent simultanément le même cas médical, il doit être considéré d'une perspective sociale. Nous nous appuyons alors sur les notions fondamentales du Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur (TCAO - en anglais CSCW : Computer Supported Collaborative Work) afin de proposer de nouvelles solutions permettant de supporter la collaboration dans le contexte de l'apprentissage du diagnostic médical. Par conséquent, nous y développons un environnement permettant l'acquisition sociale des connaissances cliniques.

Notre cadre d'étude s'inscrit dans un contexte incluant essentiellement deux axes de recherches totalement hétérogènes. Le premier axe traite le processus du diagnostic médical qui s'appuie particulièrement sur les études cognitives effectuées dans le domaine de l'éducation médicale. Alors que le domaine du TCAO, permet d'analyser le processus de coopération/collaboration dans les situations de travail réelles, afin de concevoir les outils de support appropriés.

Dans cette perspective, cette thèse présente les principes de base d'analyse, de modélisation et d'implémentation d'un environnement informatique supportant la collaboration dans le contexte de l'apprentissage du diagnostic médical. Cet environnement est caractérisé essentiellement par l'intégration de mécanismes importants au support de la coopération/collaboration, la coordination et l'interaction de groupe lors du processus d'Apprentissage Collaboratif du Raisonnement Clinique (ACRC). Il permet en conséquence à plusieurs apprenants avec leur tuteur, géographiquement distribués, de travailler simultanément et de façon coordonnée sur un même cas clinique afin d'avoir le diagnostic médical le plus approprié.

Par ailleurs, le développement de l'environnement est fondé principalement sur une étude approfondie, du processus d'ARC, que nous avons effectué, pour comprendre les méthodes habituelles sous lesquelles les étudiants apprennent ensemble. Cette étude menée, dans le milieu clinique, à travers une enquête basée sur des observations et des interviews avec des étudiants et enseignants en gynécologie et obstétrique.

Mots clés : *Diagnostic médical, Raisonnement clinique, Éducation médicale, ACAO, TCAO, Groupware, Communication, Coordination, Gestion des groupes.*

Abstract

Despite the significant progress regarding the use of information and communication technologies in medical education, clinical reasoning learning remains far from the medical teachers and learners aspirations. In addition, while clinical reasoning learning is essentially a collaborative task involving the participation of a learners group with a tutor who simultaneously analyze the same medical case, it must be considered from a social perspective. So, we have tried to exploit the fundamental notions of Computer Supported Collaborative Work (CSCW) in order to propose new solutions enabling the collaboration in the medical diagnosis learning context. Therefore, we have developed an environment for social acquisition of clinical knowledge.

Our study framework falls within a context that essentially includes two research axes totally heterogeneous. The first one is interested in the analysis of the medical diagnosis process while basing on the cognitive research achieved in the medical education field, and the second (CSCW) allows analyzing the cooperation/collaboration process in real work situations, in order to design the appropriate support tools.

In this perspective, this thesis presents the basic principles of analysis, modeling and implementation of a computing environment supporting collaboration in the medical diagnosis learning context. This environment is characterized essentially by the integration of important mechanisms to support cooperation / collaboration, coordination and group interaction during the session of collaborative clinical reasoning learning. It therefore allows learners with their tutor, geographically distributed, to work simultaneously and in a coordinated way on the same clinical case in order to reach the most appropriate medical diagnosis.

In addition, the environment development is based principally on an in-depth study of the clinical reasoning learning process that we have carried out to understand the usual methods under which students learn together. This study is conducted in the clinical setting through an investigation, mainly based on observations and interviews with students and teachers within a gynecology and obstetrics maternity.

Keywords: *Medical diagnosis, Clinical reasoning, Medical education, CSCL, CSCW, Groupware, Communication, Coordination, Group management.*

ملخص

رغم التقدم الكبير الذي شهده ميدان التكوين الطبي في استخدام تكنولوجيا الإعلام و الاتصال إلا أن تعلم التفكير الإكلينيكي لا يزال بعيداً على تحقيق تطورات أساتذة و طلبة الطب. نظراً لكون تعلم التفكير الإكلينيكي هو في الأساس عملية تعاونية تتمثل في مشاركة مجموعة من المتعلمين مع مؤطريهم في دراسة الحالة المرضية، إذاً يجب اعتباره من الجانب الاجتماعي. لقد ارتأينا في عملنا البحثي هذا إلى الاعتماد على أساسيات العمل التعاوني المرتكز على الحاسوب لاقتراح حلول جديدة تسمح لتعزيز التعلم التعاوني في ميدان التشخيص الطبي.

إن إطار دراستنا يندرج أساساً في سياق مجالي بحث مختلفين. الأول يعالج عملية التشخيص الطبي التي تستند على نتائج دراسات علم النفس المعرفي. أما المجال الثاني فيهم بتحليل طرق التعاون في وضعيات العمل الحقيقية، من أجل تصميم الوسائل المناسبة الداعمة لها.

من هذا المنظور تقدم هذه الأطروحة المبادئ الأساسية لتحليل، تصميم وتنفيذ بيئة تكنولوجيا لدعم التعاون في سياق تعلم التشخيص الطبي. تتميز هذه البيئة أساساً بإدماجها لآليات هامة لدعم التعاون والتنسيق والتفاعل في عملية التعلم التعاوني للتفكير الإكلينيكي. وهي تسمح لمجموعة من الطلبة المتواجدين في أماكن جغرافية مختلفة من العمل في وقت واحد وبطريقة منسقة على نفس الحالة مرضية.

تستند البيئة التكنولوجية المنجزة في المقام الأول على دراسة شاملة لعملية تعلم التفكير الإكلينيكي والتي قمنا بها لفهم الأساليب المستعملة عادة في تعليم الطلبة. إن هذه الدراسة أجريت في ميدان العمل الطبي من خلال بحث يعتمد على الملاحظة والمناقشة مع طلبة وأساتذة في اختصاص أمراض النساء والتوليد.

الكلمات المفتاحية: التشخيص الطبي، التفكير الإكلينيكي، التعليم الطبي، التعلم / العمل الجماعي المعتمد على الحاسوب، البرمجيات التعاونية، التواصل، التنسيق، إدارة المجموعات.

Table des matières

RÉSUMÉ	3
ABSTRACT	4
TABLE DES MATIÈRES	5
LISTE DES FIGURES	8
INTRODUCTION GÉNÉRALE	13
1.1 INTRODUCTION	13
1.2 CONTRIBUTIONS	15
1.3 ORGANISATION DE LA THÈSE	16
CHAPITRE 1 : ÉTAT DE L'ART SUR L'APPRENTISSAGE COLLABORATIF	17
1.1 INTRODUCTION	17
1.2 DÉFINITION DE L'APPRENTISSAGE	18
1.3 THÉORIES DE L'APPRENTISSAGE	18
1.3.1 <i>Béhaviorisme</i>	19
1.3.2 <i>Constructivisme</i>	22
1.3.3 <i>Socioconstructivisme</i>	23
1.3.4 <i>Cognitivisme</i>	25
1.3.5 <i>Synthèse</i>	26
1.4 PÉDAGOGIE ACTIVE	27
1.4.1 <i>Apprentissage par problème</i>	28
1.4.2 <i>Apprentissage par projet</i>	31
1.4.3 <i>Synthèse</i>	32
1.5 APPRENTISSAGE COLLABORATIF	32
1.5.1 <i>Apprentissage collaboratif vs Apprentissage coopératif</i>	33
1.5.2 <i>Vers l'apprentissage collaboratif à distance</i>	36
1.6 APPRENTISSAGE COLLABORATIF ASSISTÉ PAR ORDINATEUR	37
1.6.1 <i>Impact de la composition de groupe sur l'ACAO</i>	38
1.6.2 <i>Types d'interactions dans l'ACAO</i>	39
1.6.3 <i>Espaces de travail dans les environnements d'ACAO</i>	40
1.6.3.1 <i>Espace privé</i>	40
1.6.3.2 <i>Espace partagé</i>	41
1.6.3.3 <i>Espace de communication</i>	41
1.7 CONCLUSION	42
CHAPITRE 2 : APPRENTISSAGE DU RAISONNEMENT CLINIQUE	44
2.1 INTRODUCTION	44
2.2 RAISONNEMENT CLINIQUE	45
2.2.1 <i>Définitions</i>	45
2.2.2 <i>Modèles de raisonnement clinique</i>	46
2.2.2.1 <i>Modèles analytiques</i>	47
2.2.2.2 <i>Modèle non-analytique</i>	50
2.2.2.3 <i>Modèles mixtes</i>	52
2.2.2.4 <i>Synthèse des modèles de raisonnement</i>	52
2.3 APPRENTISSAGE DU RAISONNEMENT CLINIQUE	53
2.3.1 <i>Connaissances cliniques</i>	54
2.3.2 <i>Représentations cognitives des connaissances cliniques</i>	56
2.3.2.1 <i>Architectures à base de cas concrets</i>	56
2.3.2.2 <i>Architectures prototypiques</i>	56
2.3.2.3 <i>Architectures complexes</i>	58

2.3.3 Cartes conceptuelles	63
2.4 APPORTS DES TIC DANS L'APPRENTISSAGE DU RAISONNEMENT CLINIQUE	65
2.5 CONCLUSION	66
CHAPITRE 3 : ENVIRONNEMENT D'APPRENTISSAGE COLLABORATIF DU RAISONNEMENT CLINIQUE : MODÉLISATION, CONCEPTION ET MISE NE ŒUVRE.....	68
3.1 INTRODUCTION	68
3.2 APPROCHE DE MODÉLISATION	69
3.2.1 Modèle d'ACRC	70
3.3 NOTRE APPROCHE DE CONCEPTION	72
3.3.1 Caractéristiques générales	72
3.3.2 Dimension sociale	73
3.3.3 Dimension coordination	75
3.3.3.1 Protocole et objets de coordination	76
3.4 CHOIX TECHNOLOGIQUES DE MISE EN ŒUVRE.....	78
3.4.1 Langage PHP.....	79
3.4.2 Langage JavaScript.....	80
3.4.3 Langage HTML 5	80
3.5 CONCLUSION	81
CHAPITRE 4 : PRÉSENTATION DE L'ENVIRONNEMENT CCRL.....	82
4.1 INTRODUCTION	82
4.2 PRÉSENTATION D'CCRL.....	83
4.2.1 Types de sessions	83
4.2.1.1 Session de préparation des séances futures	84
4.2.1.2 Session de suivi des séances courantes	85
4.2.1.3 Session de révision des séances antérieures	91
4.2.2 Principe de fonctionnement de l'environnement CCRL.....	92
4.2.2.1 Scénario typique d'un cas clinique	93
4.3 ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DE L'ENVIRONNEMENT CCRL.....	100
4.3.1 Procédure d'évaluation	101
4.3.2 Données recueillies	102
4.3.3 Résultats et analyse	102
4.4 CONCLUSION	106
CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES.....	108
RÉFÉRENCES	111
ANNEXES.....	121
NOS PUBLICATIONS	121

Liste des figures

Fig 1.1.	Modèle comportementaliste (Labédie & Amossé, 2001)	19
Fig 1.2.	Première étape de conditionnement.....	20
Fig 1.3.	Deuxième étape de conditionnement.....	21
Fig 1.4.	Troisième étape de conditionnement	21
Fig 1.5.	Modèles constructivistes (Labédie & Amossé, 2001)	23
Fig 1.6.	Zone Proximale de Développement	25
Fig 1.7.	La différence entre apprentissage collaboratif et apprentissage coopératif (Lafifi, 2007).....	35
Fig 1.8.	De la coopération à la collaboration : un exercice de croissance vers l'autonomie (Henri & Lundgren-Cayrol, 2001).....	36
Fig 1.9.	Espaces de collaboration	42
Fig 2.1.	Processus de raisonnement clinique analytique et non-analytique (Demeester, Eymard, & Vanpee, 2012).....	47
Fig 2.2.	Raisonnement hypothético-déductif (Nendaz et al., 2005)	49
Fig 2.3.	Raisonnement bayésien (Eva, 2005).....	50
Fig 2.4.	Raisonnement clinique non-analytique (Eva, 2005).....	51
Fig 2.5.	Modèle combiné du raisonnement clinique (Eva, 2005).....	52
Fig 2.6.	Estimations de la typicité de quelques animaux comme représentants de la catégorie « oiseau » (Duquerroux, 2009).....	57
Fig 2.7.	Exemple de réseau sémantique (Eustache et al., 1996)	58
Fig 2.8.	Les quatre modèles d'organisation de connaissances dans la mémoire des cliniciens	60
Fig 2.9.	Exemple d'une carte conceptuelle (Boukobza, 2013)	64
Fig 3.1.	Modèle d'ACRC	71
Fig 3.2.	Représentation graphique d'un diagnostic médical	77
Fig 3.3.	Taux de pénétration des principaux langages de programmation coté serveur des sites web (Wikipedia, 2016).....	79
Fig 4.1.	Sessions d'accès à l'environnement CCRL	84
Fig 4.2.	Session de préparation des séances futures d'apprentissage	85
Fig 4.3.	Exemple de transformation sémantique d'un cas clinique (Nendaz et al., 2005)	86

Fig 4.4.	Interface de transformation sémantique du problème	87
Fig 4.5.	Interface de génération, filtrage et structuration d'hypothèses.....	88
Fig 4.6.	Interface de la troisième étape de la séance d'apprentissage.....	89
Fig 4.7.	Interface de l'outil de vote	90
Fig 4.8.	Courbe d'oubli d'Hermann Ebbinghaus (Ponce, 2015).....	91
Fig 4.9.	Génération et filtrage des hypothèses	95
Fig 4.10.	Fenêtre partagée de l'examen d'échographie.....	97
Fig 4.11.	Compte rendu de l'examen histo-pathologique qui confirme que c'est un adénofibrome	98
Fig 4.12.	Représentation graphique du diagnostic médical associé au scénario typique	100

Liste des tables

Table 1.1.	Quelques caractéristiques des trois approches pédagogiques (Basque et al., 1998)	27
Table 1.2.	Étapes de l'APP dans le domaine médical (Wannier-Morino & Charlier, 2004)	30
Table 1.3.	Apprentissage par problème VS Apprentissage par projet (Larmer, 2014)	32
Table 2.1.	Types de discours reflétant l'organisation de la pensée selon le modèle de réseaux sémantiques (Nendaz et al., 2005).....	61
Table 4.1.	Illustration de certaines interactions collaboratives.....	96
Table 4.2.	Résultats du vote suite à l'examen de la mammographie.....	97
Table 4.3.	Résultats du vote suite à l'examen de l'échographie	98
Table 4.4.	Cadre expérimental de notre évaluation préliminaire	101
Table 4.5.	Moyennes et écarts types par facteur d'évaluation.....	103

Liste des abréviations et des sigles

ACAO	.....	A pprentissage C ollaborative A ssisté par O rdinateur
ACRC	.....	A pprentissage C ollaboratif du R aisonnement C linique
ARC	.....	A pprentissage du R aisonnement C linique
CCRL	.....	C ollaborative C linical R easoning L earning
CSCL	.....	C omputer S upported C ollaborative L earning
CSCW	.....	C omputer S upported C ollaborative W ork
EAO	.....	E nseignement A ssisté par O rdinateur
EIAO	.....	E nseignement I ntelligemment A ssisté par O rdinateur
RC	.....	R aisonnement C linique
TCAO	.....	T ravail C ollaboratif A ssisté par O rdinateur
TI	.....	T uteur I ntelligent
TIC	.....	T echnologies de l' I nformation et de la C ommunication

Introduction générale

1.1 Introduction

Le progrès considérable des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) qu'a connu le monde actuel a bouleversé, de manière importante, la vie quotidienne des individus. En effet, l'exploitation des TIC est présentée comme un vecteur de plus en plus important de la modernisation des secteurs socio-économiques. Quant à lui, le domaine de l'éducation ne devrait pas rester éloigné de cette modernisation. C'est ce qui explique qu'une multitude de travaux de recherche ont été menés pour améliorer l'éducation par des solutions innovantes (Ladner et al., 2010 ; Ranasinghe et al., 2012 ; Srivastava et al., 2014 ; Guze, 2015), en particulier en fournissant aux apprenants et enseignants des ressources de connaissances très précieuses. Cependant, bien que ces technologies constituent un moyen efficace de recueil des informations sur divers sujets d'intérêt et permettent aux différents apprenants d'acquérir facilement des connaissances (Woreta, Kebede, & Zegeye, 2013), elles sont souvent inadéquates et insuffisantes pour supporter des séances d'apprentissage collaboratif, notamment l'ARC qui est la matière principale de notre travail de recherche.

Ainsi, vu la compréhension, l'éducation et l'estimation du RC qui suscitent beaucoup d'intérêt chez les individus de santé d'un côté, et d'un autre côté le RC constitue la base de toutes les décisions et les interventions des médecins, nous avons décidé de choisir l'ARC comme contexte de notre étude. Ce choix se justifie aussi par le nombre des travaux de recherche réalisés dans ce contexte à savoir les travaux de Croskerry et Nimmo (2011) qui ont effectué une étude intéressante montrant l'impact de l'ARC sur les erreurs du diagnostic, ainsi que Lawson et Daniel (2011) qui ont analysé en profondeur le processus complexe de RC dont ils ont tenté de savoir comment les erreurs peuvent survenir dans le diagnostic. Par ailleurs, vu que les bonnes réflexions en termes de diagnostic médical jouent un rôle primordiale pour éviter toute erreur, tout en minimisant les défauts dans le processus du RC (Mamede & Schmidt, 2017), l'élaboration d'un diagnostic approprié est extrêmement importante et les médecins doivent être bien formés afin qu'ils puissent établir les liens entre les signes ou symptômes du patient, ses examens cliniques (éventuellement para-cliniques) et l'énorme quantité de connaissances médicales mémorisées dans leurs mémoires à long terme.

Par conséquent, les activités d'ARC doivent d'abord être soigneusement analysées afin de mieux comprendre les besoins spécifiques des apprenants lors du processus

d'apprentissage traitant un cas clinique en commun. Cette démarche semble être prometteuse et nous avons partagé alors le point de vue des travaux de recherche de Doleck et al. (2015).

Or, notre recherche dans le contexte de l'éducation médicale constitue une tentative pour répondre, de manière objective, aux récentes préoccupations des organisations éducatives médicales en termes d'assistance du processus d'ARC des futurs médecins. En effet, nous pensons que les systèmes de téléapprentissage, notamment ceux destinés à l'apprentissage médicale ne doivent plus se contenter de fournir l'assistance nécessaire à un seul apprenant pour suivre ses unités d'apprentissage, mais plutôt de centrer leurs efforts autour de l'apprentissage en groupe. Cette idée est motivée par le fait que la collaboration des apprenants et leur tuteur semble un comportement tout à fait naturel et constitue un facteur important de l'efficacité du processus d'apprentissage. Ainsi, lors d'une séance de téléapprentissage plusieurs apprenants avec leur tuteur géographiquement dispersés, peuvent être impliqués dans le processus d'ARC, tout en se basant sur un cas en commun. En effet, la collaboration permet de profiter d'une variété de points de vue et de diverses méthodes de raisonnement.

C'est dans cette vision que nous plaçons les recherches de notre thèse. Nous comptons également à inscrire notre contribution dans le contexte de l'ARC via la génération de nouvelles formes d'apprentissage en tenant en compte les dimensions de *Collaboration*, de *Coordination*, de *Communication*, etc, entre les apprenants participants et leur tuteur traitant ensemble un même cas clinique au sein d'un espace de travail partagé. Par ailleurs, comme le concept de conscience de groupe qui constitue un élément clé de la réussite de toute activité collaborative, nous lui accordons une grande importance afin de préserver l'homogénéité de la mémoire collective des apprenants et tuteur impliqués.

En Algérie d'aujourd'hui, Il est extrêmement important de fournir rapidement pour les facultés de médecine des solutions technologiques appropriées afin de les bien qualifier et en conséquence mieux répondre aux espérances des institutions de santé publique (Arrada, 2014 ; Saihi, 2014 ; Legros & Chaoui, 2012). De plus, de nombreux établissements de santé dans notre vaste pays, en particulier ceux situés à l'intérieur ou au sud, souffrent du problème de manque de médecins spécialistes dont ils ont, dans le meilleur des cas, des médecins généralistes récemment qualifiés (AMH, 2011 ; AMH, 2015). Ceci a également été reconnu par de nombreux spécialistes affiliés à l'Agence Maghrébine de Santé comme Chachoua (2014) qui a tenté d'évaluer le système de santé Algérien depuis l'indépendance de l'Algérie en 1962, ou d'autres

qui ont explicitement distingué un déséquilibre inquiétant en termes de personnel médical sur le territoire national (Zehnati, 2010 ; Abid, 2014). Ainsi, selon (Ghedia, 2013), les conditions, dans lesquelles notre système de santé fonctionne, se caractérisent par les grandes disparités régionales en termes d'établissements de santé et ressources humaines. Enfin, une étude qui a été réalisée par des experts Algériens, en collaboration avec l'Institut de Prospective Economique du Monde Méditerranéen (IPEMED) sur l'état du système de santé Algérien (Legros & Chaoui, 2012), a établi un rapport statistique très intéressant. Parmi les points évoqués par ce rapport statistique, un point stipulant que les médecins récemment qualifiés, même avec leur modeste expérience en termes de RC, doivent prendre la responsabilité des services médicaux et faire face à un nombre important de patients (WHO, 2013).

Partant de ce constat, il semble évident que l'absence d'une stratégie de formation viable de RC est une question fondamentale pour les pays en voie de développement comme l'Algérie. En effet, nous avons concentré notre attention sur la façon adéquate pour soutenir les efforts entrepris par les facultés de médecine pour améliorer l'A RC. Pour cela nous essayons d'exploiter les résultats de l'étude de Frantz (2015) pour mettre en évidence les facteurs clés qui peuvent nous permettre efficacement d'améliorer le processus de formation médicale.

1.2 Contributions

Notre point de départ, dans ce travail, s'appuie principalement sur une base fondée sur le concept d'apprentissage afin de permettre aux institutions éducatives médicales Algériennes de profiter, à distance, de l'expertise des médecins spécialistes et de permettre aux apprenants de joindre, indépendamment de leurs localisations, les sessions d'ARC. Nous prévoyons encore d'enrichir, de manière incontestable, le processus d'ARC via des techniques, basées sur les fondements du concept de TCAO, qui constituent un point central de notre recherche dans le cadre de cette thèse. En effet, notre travail repose principalement sur la modélisation du processus d'ARC dans un contexte collaboratif. Comme nous avons mentionné dans le résumé, l'approche proposée se base sur une étude effectuée dans le milieu clinique à travers une enquête basée sur des observations et des interviews avec des étudiants et des médecins en gynécologie et d'obstétrique. Les connaissances acquises à travers cette étude nous ont permis de mettre en évidence les lignes directrices de la conception de notre espace d'apprentissage partagé.

Notre contribution consiste en l'analyse, la conception et la mise en œuvre de mécanismes appropriés supportant l'apprentissage collaboratif lors d'une session de

téléapprentissage traitant un cas clinique commun. L'accent est particulièrement mis sur les outils les plus adaptés, notamment ceux de communication, de coordination, de négociation, etc. Nous jugeons que cette contribution permettra d'assurer, entre autres, la disponibilité, la mobilité, le rendement, et réduire considérablement les coûts générés par les déplacements des médecins spécialistes et des apprenants.

1.3 Organisation de la thèse

L'organisation de notre thèse est faite de manière à refléter au mieux notre intérêt dans un cadre dédié au support des activités d'ACRC. Les chapitres qui suivent cette introduction générale décrivent les parties d'analyse, de conception et d'implémentation de notre prototype destiné à assister les apprenants ainsi que leur tuteur à apprendre de manière collaborative les principes du RC.

Chapitre 1 : **État de l'art sur l'apprentissage collaboratif** est consacré à présenter, en premier lieu, la psychologie de l'apprentissage, et en deuxième lieu, la notion d'apprentissage collaboratif en abordant quelques aspects qui concernent leur pratique en mode présentiel et à distance.

Chapitre 2 : **Apprentissage du raisonnement clinique** sert à présenter les méthodes d'élaboration du diagnostic dans le milieu clinique, tout en se basant sur les études cognitives menées dans ce contexte.

Chapitre 3 : **Environnement d'apprentissage collaboratif du raisonnement clinique : Modélisation, conception et mise ne œuvre** met en valeur les dimensions communication, coordination et négociation dans l'environnement que nous proposons afin d'assister le processus d'ACRC.

Chapitre 4 : **Présentation de l'environnement CCRL** est également consacré à présenter, en premier lieu, les détails qui concernent les fonctionnalités offertes par notre prototype CCRL. L'évaluation préliminaire de l'CCRL constitue le second point concerné par ce chapitre.

Chapitre 1 : État de l’art sur l’apprentissage collaboratif

1.1 Introduction

Dans le contexte de l’apprentissage et le management collectif des savoirs, l’aspect collaboratif joue un rôle primordial, notamment pour pouvoir offrir aux apprenants une formation de qualité. La principale base sur laquelle appuie la notion de collaboration est le but commun. Chaque individu réalisant une part de l’activité globale, en puisant dans les ressources individuelles, dans les ressources de l’environnement et dans les ressources collectives. Les ressources individuelles autrement dites « *compétences individuelles* » considèrent les capacités d’un individu à exercer une fonction ou à réaliser une tâche. Les ressources de l’environnement regroupent tous les composants constituant la mémoire organisationnelle à savoir : l’ensemble des connaissances et du savoir-faire au sein des organisations. Enfin, les ressources collectives baptisées aussi « *ressources du groupe* », qui représentent l’ensemble des ressources permettant d’augmenter le savoir collectif par l’implication de chaque individu au développement de son savoir individuel : on parle alors de la communauté d’apprentissage et d’apprentissage collaboratif.

La mise en valeur du concept d'apprentissage collaboratif nécessite une étude pluridisciplinaire qui part de l'étude de la notion de l'apprentissage dans le domaine de la psychologie tout en arrivant à l'apprentissage collaboratif et ses pratiques.

Dans ce chapitre on va entamer le sujet de la psychologie de l'apprentissage qui va nous permettre de fonder nos propositions sur des bases théoriques solides, on passe ensuite à la notion de l'apprentissage collaboratif en abordant quelques aspects qui concerne leur pratique en mode présentiel et à distance.

1.2 Définition de l’apprentissage

L'apprentissage peut se définir comme étant « *l'acte d'acquisition de connaissances et de compétences de façon formelle ou informelle* ». Par conséquent, le processus de l'apprentissage se base sur une activité formelle d'acquisition de connaissances, qui se déroule de façon consciente dans les établissements de formation, avec des objectifs d'apprentissage prédéfinis, et une autre activité d'apprentissage informelle, dépendante souvent de la pratique et l'interaction dans le milieu social. Cette dernière activité d'apprentissage repose toujours sur ce qui a été appris dans l'activité formelle, et elle représente la source principale de l'acquisition de l'expertise. L'efficacité de la stratégie formelle est optimale au début du processus d'apprentissage où l'apprenant a besoin d'être motivé et orienté pour atteindre des objectifs prédéfinis. Alors que l'influence de ce type d'apprentissage va être diminuée, au fur et à mesure de l'expérience, pour que l'apprentissage informel soit la méthode la plus utilisée (Mangenot, 2011; Quinn, 2009).

Par ailleurs, dans sa thèse de doctorat, Lafifi (2007) à défini l’apprentissage comme étant : « l'acquisition de nouveaux savoirs ou savoir-faire, c'est-à-dire le processus d’acquisition de connaissances, compétences, attitudes ou valeurs, par l’étude, l’expérience ou l’enseignement ». Cette définition a également précisé que lors du processus d’acquisition des connaissances plusieurs moyens peuvent en effet être exploités à savoir l’étude, qui représente selon le dictionnaire Larousse « *le travail de l'esprit qui s'applique à connaître et à approfondir quelque chose* » ou encore « *l'effort intellectuel tourné vers l'acquisition de connaissances, vers l'apprentissage de quelque chose* », l’expérience, qui fait référence à la connaissance acquise par la pratique jointe à une réflexion et enfin l’enseignement, qui représente la manière de transmettre les connaissances.

1.3 Théories de l’apprentissage

Selon les spécialistes en psychologie, le principe d’acquisition de connaissances constitue la base sur laquelle les théories d’apprentissage diffèrent leurs visions par rapport au concept du processus d’apprentissage. Ces théories reflètent également

les tendances de quatre grandes écoles : Le béhaviorisme, le constructivisme, le socioconstructivisme et le cognitivisme.

1.3.1 Béhaviorisme

Le béhaviorisme autrement dit comportementalisme, représente le premier paradigme de l'apprentissage qui s'est imposé dans le domaine de la psychologie au début du 20^{ème} siècle.

Le mot behaviorisme, qui vient de l’anglais « *behavior* » qui signifie « *comportement* », est une approche de la psychologie à travers l’étude des interactions de l’individu avec l’environnement. Ce terme a été utilisé la première fois par son fondateur *Watson* pour référencer ses travaux basés sur l'analyse des comportements observables, et en ignorant totalement l'esprit qui se considère comme une boîte noire inaccessible (Fig 1.1). D'où le besoin de concentrer uniquement sur les entrées et les sorties de cette boîte (Barnier, 2009).

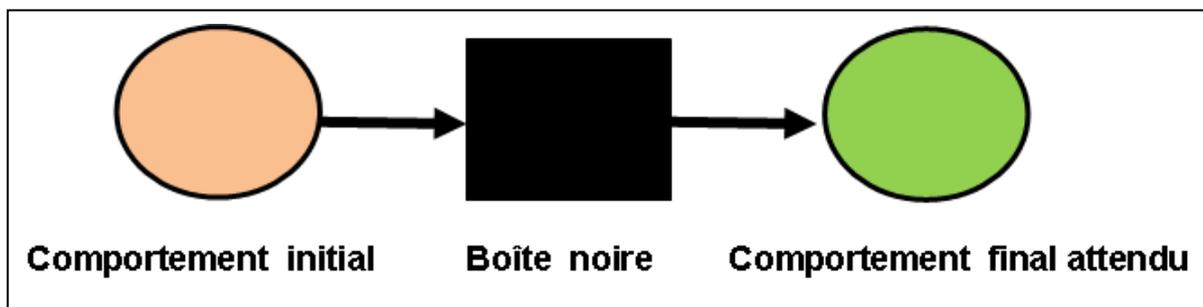


Fig 1.1. *Modèle comportementaliste (Labédie & Amossé, 2001)*

Par ailleurs, Watson a met en exergue le concept de « *conditionnement* », qui représente le concept le plus important dans cette théorie, et qui une forme d'apprentissage qui se caractérise par une association entre un stimulus et un comportement. En effet, pour les fondateurs de la psychologie behavioriste, l’unique centre d’intérêt d’étude est également le comportement.

Les conditionnements provenant de l’environnement dans lequel l’individu évolue permettent d’expliquer les différences entre les individus. Par conséquent, les conditionnements produisent les comportements, qui formeront la personnalité de l’individu.

Nous distinguons deux types de conditionnement dans la littérature à savoir : le *conditionnement classique* et *conditionnement opérant*.

Conditionnement classique : autrement dit *conditionnement pavlovien* a été justifié par son initiateur *Ivan Pavlov*, qui a remarqué ce phénomène par hasard, en faisant

des expériences avec des chiens qui lui ont permis de mettre en évidence le processus de conditionnement classique. Ces expériences ont démontré qu’un chien qu’on avait guidé de manière itérative au laboratoire commençait à saliver avant qu’on lui présente de la nourriture. Le simple regard de la nourriture et même la simple vue de la personne qui lui amenait quotidiennement de la nourriture suffisait à provoquer la salivation du chien. En effet, ce phénomène a été également baptisé par *Pavlov* comme étant « *réflexe conditionnel* » ou « *réponse conditionnelle* », et ce du fait que le réflexe résulte des conditions de l’environnement dans lequel l’individu évolue. Enfin, la conclusion qui a été tirée suite à ces expériences stipule que le réflexe conditionnel constitue le fondement de tout processus d’apprentissage chez aussi bien l’animal que l’être humain.

En outre, Le même chercheur a également démontré qu’on peut également transformer n’importe quel stimulus neutre comme par exemple un son, une lumière, un geste, ... en stimulus conditionnel qui déclenche un réflexe conditionnel, si tous les deux sont également liés. C'est-à-dire nous pouvons avoir une réponse conditionnée (salivation du chien), relative à un stimulus inconditionnel (la nourriture), à partir d'un stimulus conditionnel (le bruit de la cloche) (Joly, 2008). Ce résultat peut se produire à la suite d'un processus de trois étapes :

– **Étape 1 : Avant le conditionnement**

Dans cette première étape, nous avons deux types de stimulus qui sont exploités, le premier provoque un réflexe inconditionnel qui est le stimulus inconditionnel alors que le deuxième ne génère aucun réflexe qui est le stimulus neutre. La figure suivante (Fig 1.2) illustre clairement le principe de cette première étape :

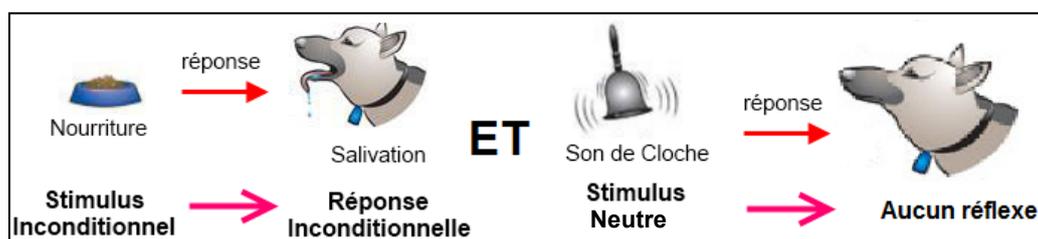


Fig 1.2. Première étape de conditionnement

– **Étape 2 : Pendant les conditionnements**

C’est l’étape pendant laquelle les séances d’apprentissage de l’animal se déroulent. En effet, la transformation du stimulus neutre en stimulus conditionnel se réalise par un processus d’apprentissage itératif. Ce processus permet de créer une relation étroite entre les deux types de stimulus (Fig 1.3).

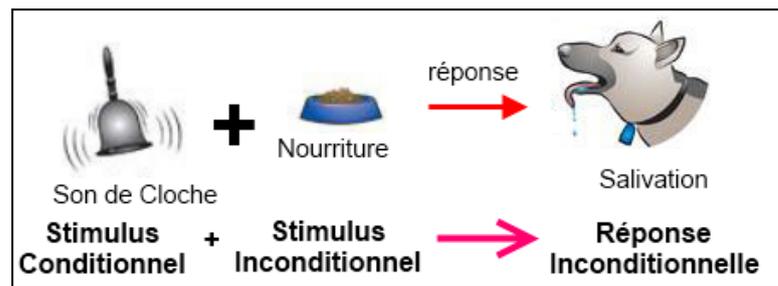


Fig 1.3. Deuxième étape de conditionnement

– **Étape 3 : Après le conditionnement**

Après les séances de conditionnement, l’animal génère également des réflexes conditionnels en présence de stimulus conditionnel (Fig 1.4).

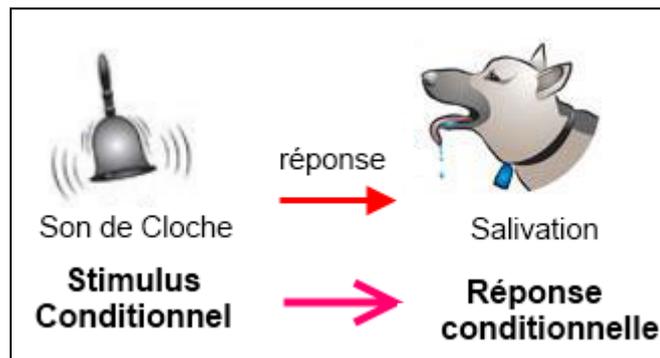


Fig 1.4. Troisième étape de conditionnement

Conditionnement opérant : Ce courant de comportementisme a été développé par le psychologue américain *Skinner*. Contrairement au conditionnement classique qui stipule que le résultat du conditionnement est toujours un comportement automatique, le conditionnement opérant trouve que ce comportement se génère de façon volontaire du sujet (Cossette, 2002). Par conséquent, selon *Skinner*, le conditionnement classique est insuffisant du fait qu’il ne considère pas les stimuli inconnus qui génèrent des réflexes ou inversement. Pour remédier à cette insuffisance, *Skinner* recommande de tenir compte des conséquences d’une action sur l’individu à la provenance de cette action.

Les expérimentations de *Skinner* sur des rats ont démontré que la probabilité de la répétition d’un comportement produit par un sujet s’augmente si ce comportement est suivi d’un renforcement. Cependant, la probabilité de la répétition du comportement se diminue s’il est suivi d’une punition. En outre, la courte durée entre le comportement et le renforcement augmente la probabilité de la répétition (Koumène, 2009).

Les recherches de *Skinner* sont également exploitées dans le domaine de l'apprentissage pour raffiner la méthode de l'apprentissage programmé qui requière la présence d'un enseignement dans des situations d'apprentissage basées sur le comportement observable, et qui favorise la répétition, du contenu de l'apprentissage, et le renforcement positif (pour avoir de bonnes notes, . . .).

1.3.2 Constructivisme

Cette théorie se focalise sur les idées du *Jean Piaget* développées dès 1964, qui énonce que l'intelligence n'est pas innée mais se construit ainsi que l'apprentissage est au-delà d'un simple mécanisme basé sur le principe stimulus/réponse. Le constructivisme place l'apprenant au centre du processus d'acquisition de connaissances, qui se construisent par lui-même en exploitant ses anciennes connaissances pour s'adapter à des nouvelles situations (Lottici, 2013). En effet, ces connaissances ne sont pas identiques pour tout le monde, elles subissent donc à un niveau de subjectivité (Masciotra & Medzo, 2005). L'adaptation à des nouvelles situations se base sur deux processus d'interaction de l'apprenant avec son milieu de vie : l'assimilation et l'accommodation.

L'assimilation consiste à intégrer les nouvelles connaissances, provenant de la situation en cours, aux anciennes connaissances, sans aucune modification au niveau du schéma cognitif qui existe déjà. L'intégration de ces nouvelles connaissances se fait en les reliant, en les coordonnant aux informations, aux connaissances dont il dispose déjà. En d'autres termes, la caractéristique essentielle de ce processus d'interaction est l'intégration de nouvelles idées, notions, situations, ou connaissances à des cadres mentaux déjà existant. Dans cette optique, selon le principe du processus d'assimilation, comprendre une connaissance revient à la faire intégrer dans les cadres de compréhension et de connaissances que l'individu dispose déjà. Par conséquent, le terme apprendre peut se revenir à l'hybridation de ce que l'individu vient de connaître avec celui qui est déjà connu (Barnier, 2009; Zhiqing, 2015).

Quant à l'accommodation, le sujet sera influencé par son environnement, dont il s'adapte à la nouvelle situation, en provoquant des changements au niveau de sa structure des connaissances pour avoir une nouvelle structure capable d'intégrer les nouveaux éléments de l'apprentissage. On parle alors de l'accommodation quand l'assimilation produit un déséquilibre (ou conflit cognitif) relatif à la structure de connaissances existante qui ne peut pas supporter la problématique. D'où le besoin

d'un équilibre pour avoir une nouvelle structure convenable à la nouvelle situation (Barnier, 2009 ; Zhiqing, 2015).

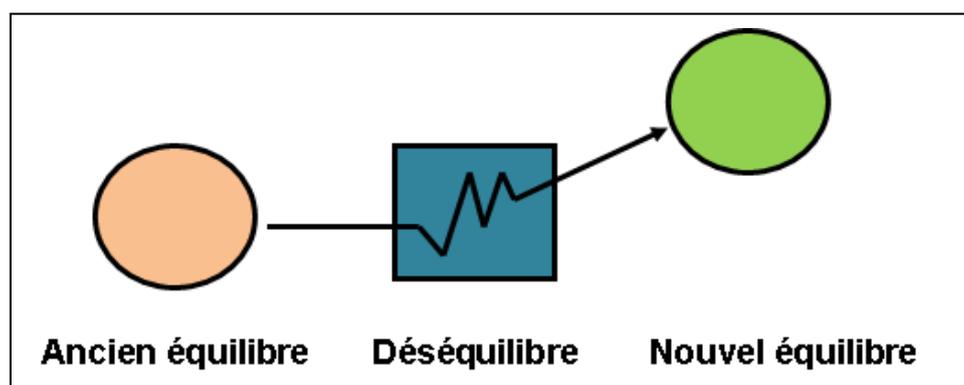


Fig 1.5. Modèles constructivistes (Labédie & Amossé, 2001)

1.3.3 Socioconstructivisme

Outre les théories béhavioriste et constructiviste, qui considèrent l'apprentissage comme étant une activité individuelle, en exposant les apprenants séparément à leurs environnements, et en exploitant uniquement les structures de connaissances personnelles devant la situation problématique, nous distinguons la théorie socioconstructivisme, développé par *Vygotsky*, stipulant que la dimension sociale représente un aspect important dans le processus d'apprentissage (Barnier, 2009). Elle en effet fondée sur le modèle social de l'apprentissage (Bandura, 1986), développé essentiellement par les psychologues sociaux et les psychologues du développement social.

En conséquence, Le socioconstructiviste est également une extension de la théorie constructivisme. Elle considère l'interaction et la négociation entre les apprenants et les enseignants dans la démarche de la construction de connaissances. En outre, la pensée intérieure qui se considère comme une activité purement individuelle, elle est toujours influencée par des éléments proviennent de l'environnement social (Masciotra & Medzo, 2005).

Aborder le processus de l'apprentissage comme étant une activité social permet aux apprenants d'examiner leurs propres connaissances, tout en les confrontant aux connaissances et aux expériences des autres (Droui, 2013), ce qui leur permet d'un coté de renforcer la validité de leurs connaissances, et de l'autre coté de développer des compétences sociales (articulation, négociation, comparaison des points de vue, etc.).

Par ailleurs, nous pouvons approximativement différencier deux concepts du socioconstructivisme dans la littérature. Un premier concept baptisé « *zone proximale de développement* », qui représente également tout ce que l’apprenant n’est apte d’accomplir qu’avec l’assistance d’une personne plus expérimentée. Un second concept nommé « *conflit sociocognitif* », qui peut être envisagé quand les apprenants confrontent des idées incompatibles.

Zone proximale de développement (ZPD) : A l’opposé du constructivisme de *Piaget*, qui défend l’idée que l’acquisition des connaissances d’un niveau de compétence ne peut être atteinte qu’après avoir maîtrisé les connaissances des niveaux de compétence qui le précède, *Vygotski* juge que l’acquisition des connaissances chez l’enfant peut dépasser grossièrement son âge mental. En effet, il a donné naissance au concept de la *ZPD*, qui fait référence également à l’espace intermédiaire entre l’espace d’autonomie et l’espace de rupture. Par conséquent, la *ZPD* peut se définir comme étant la zone où l’apprenant, à l’aide de ressources, est capable d’accomplir une activité. Pour permettre aux apprenants de se placer dans la *ZPD*, il pourrait être vital pour le tuteur de différencier les contenus, les structures, les processus et les productions pour éviter que des apprenants se placent soit en zone de rupture reflétant la situation de la non-mobilisation générée par le trop difficile, soit en zone d’autonomie reflétant la situation de pas d’apprentissage produit le trop facile. Il fallait donc important de proposer à l’apprenant des cas d’apprentissage divers qui ciblent sa *ZPD*. Ainsi, il lui sera envisageable de perpétuer le processus de développement de ses compétences en privilégiant ses compréhensions antérieures, l’assistance du tuteur et l’interaction avec ses pairs (Lecomte, 1998), ou le soutien d’un autre outil d’aide pour le développement (livre, film, ordinateur, etc.) (Buekenhoudt, 2011). En d’autres termes, la bonne méthode d’apprentissage doit permettre la création de cette *ZPD*, en favorisant l’acquisition des connaissances qui dépassent un peu ce que l’apprenant peut achever (Barnier, 2009).

La figure suivante (Fig 1.6) explique clairement la position de la *ZPD* dans le processus de développement des compétences :

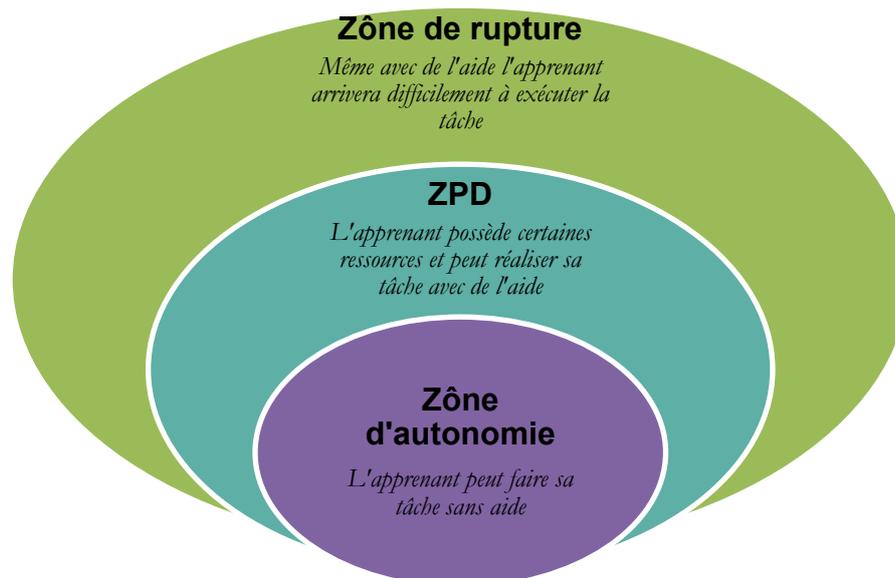


Fig 1.6. Zone Proximale de Développement

Conflit sociocognitif : C’est un concept très abordé dans la littérature abordant le sujet de l’apprentissage collectif. Le conflit sociocognitif se présente également en situations de confrontation de points de vue entre plusieurs apprenants. En conséquence, un déséquilibre cognitif peut se produire entre les différents partenaires (apprenants), notamment au niveau de leurs structures de connaissances personnelles. D'où le besoin de trouver un équilibre, dans un débat constructif qui adopte les différents points de vue. C’est ainsi que la littérature sur la prise de décision collaborative a mis en évidence que les divergences dans les idées ou les préférences des membres avant une discussion collective constituent de manière générale un avantage pour la qualité des décisions collectives (De Dreu & Beersma, 2001; Buchs et al. 2008). Par conséquent, la discussion dans une situation de conflit sociocognitif offre aux apprenants l’avantage d’acquérir de nouvelles connaissances tout en réorganisant les connaissances antérieures (déjà acquises). Elle permet en outre d’améliorer les compétences sociales à savoir : la collaboration, la communication, l'expression des idées, la confrontation des différents points de vue, etc.

1.3.4 Cognitivisme

Théoriquement, le cognitivisme a vu le jour d’une critique du behaviorisme qui ne considérait pas toute l’activité intellectuelle : les idées, les représentations, les croyances, etc. Par son principe, le behaviorisme ne s'intéresse qu'aux comportements observés, tout en ignorant absolument ce qui se déroule dans le

système cognitif de l’individu, or c’est néanmoins très utile d’un point de vue psychologique. En effet, le cognitivisme a également comblé une ignorance théorique du béhaviorisme.

Par rapport au constructivisme, le cognitivisme partage le point de vue stipulant que l’apprentissage est une activité mentale. En revanche, ces deux théories se controversent à propos du statut des connaissances, qui est considéré par le cognitivisme comme un élément externe et objectif (Basque et al., 1998). Ce courant qui vise à comprendre les activités mentales de l’esprit représente le paradigme principal des sciences cognitives.

L’idée de la théorie d’apprentissage du cognitivisme est similaire au modèle de fonctionnement d’un système informatique, notamment en termes du principe de fonctionnement de la mémoire d’un ordinateur, tout en donnant des explications à propos de comment la mémoire capte, traite et sauvegarde les nouvelles informations et repère, par la suite, ces informations. Dans cette dialectique, du fait que ce courant considère les activités mentales comme responsables de tous ces types de traitement, il s’intéresse principalement à la collecte, le traitement en mémoire, le langage et ce, en regard du fonctionnement du cerveau. Cette métaphore de la mémoire de l’ordinateur exprime en peu de mots l’idée que l’apprenant possède un système de traitement des informations acquises, pour les transformer en connaissances tout en les organisant dans la mémoire pour des fins de réutilisations futures. Le cognitivisme s’intéresse donc à l’analyse des processus cognitifs utilisés pour la résolution des problèmes, et les méthodes d’organisation et de représentation de connaissances dans la mémoire humaine (Legault, 1992; Oddou, 2011).

Partant de ce constat, les fondateurs du cognitivisme préconisent à l’enseignant d’éviter la transmission directe des connaissances, tout en favorisant la considération de l’apprenant comme élément actif basé sur des activités mentales de traitement de l’information en profondeur. Ainsi, l’enseignant doit mettre l’accent sur l’organisation des connaissances, en établissant des liens entre les nouvelles connaissances et les connaissances déjà acquises, et ce dans une structure pertinente permettant de faciliter leur réutilisation dans les activités d’apprentissage ultérieures (Basque et al., 1998).

1.3.5 Synthèse

Afin de bien synthétiser les théories d’apprentissage précédemment discutées, la table ci-dessous (Table 1.1) aborde d’un point de vue caractéristique les différences entre le béhaviorisme, le constructivisme et le cognitivisme.

	Béhaviorisme	Cognitivisme	Constructivisme
Définition de l’apprentissage	Un changement dans les comportements observables	Un changement dans les structures mentales	Une activité de construction par l’individu dans un contexte social
Définition de l’apprenant	Un organisme passif : un réceptacle	Un organisme actif : un processeur d’information	Un organisme proactif : un constructeur de connaissances, un décideur
Rôle de l’enseignant	Un transmetteur d’informations	Un facilitateur	Un guide et un provocateur
Statut des connaissances	Une réalité externe objective que l’apprenant doit acquérir	Une réalité externe objective que l’apprenant doit intégrer à ses schémas mentaux	Une réalité construite par chacun
Méthode d’enseignement	L’exposé, la pratique répétée et le renforcement	Un enseignement individualisé, interactif et stratégique	Un enseignement-soutien

Table 1.1. Quelques caractéristiques des trois approches pédagogiques (Basque et al., 1998)

1.4 Pédagogie active

Historiquement, c’est à partir du XX^e siècle que l’appellation de la « *pédagogie active* » a vu le jour. A cette époque, cette nouvelle notion qui se réfère principalement aux travaux d’*Adolphe Ferrière* constitue un des fondements du courant d’éducation nouvelle.

Dans le processus d’apprentissage, les pédagogues soulèvent souvent trois types de questions fondamentales à savoir : « *Quoi faire apprendre ?* » se référant aux contenus pédagogiques, « *Comment faire apprendre ?* » se renvoyant aux méthodes pédagogiques et enfin « *Comment évaluer la réussite des apprentissages ?* » se réfléchissant sur les méthodes d’évaluation de l’apprentissage. Par conséquent, les

réponses de manière objective à toutes ces interrogations permettent de distinguer principalement deux types de pédagogie à savoir : la « *pédagogie centrée-enseignant* », qui peut avoir lieu lorsque les réponses à ces trois questions montrent que les décisions sont fortement imposées par l’enseignant et la « *pédagogie centrée-apprenant* » autrement dite « *pédagogie active* », qui peut apparaître lorsque les réponses aux questions précédentes montrent que l’apprenant peut avoir un rôle actif.

Dans cette optique, la « *pédagogie active* », qui s’appuie principalement sur les fondements des théories constructiviste et socioconstructiviste, regroupe l’ensemble des méthodes d’apprentissage qui considèrent l’apprenant comme un élément actif dans le processus d’apprentissage. C’est ainsi qu’une grande responsabilité est affectée à l’apprenant lors du processus d’acquisition et de la construction de connaissances. En d’autres termes, l’apprenant est mis au centre d’intérêt dans des situations d’apprentissage, qui se basent souvent sur l’interaction de groupe (C.I.E, 2011).

Parmi les méthodes de la « *pédagogie active* », nous distinguons: l’apprentissage par problème, l’apprentissage par projet.

1.4.1 Apprentissage par problème

L’idée de l’apprentissage par problème (APP) a été évoquée la première fois dans la faculté de médecine de l’université de *McMaster* au Canada dès 1970. Le principe de cette méthode s’appuie sur l’organisation des apprenants en groupes constituant des équipes de travail. Les membres d’une équipe travaillent ensemble à résoudre un problème généralement exposé par l’enseignant (le tuteur), problème pour lequel les apprenants n’ont absolument suivi aucun enseignement particulier. A travers ce problème, le processus d’apprentissage se déroule de manière à permettre aux apprenants à acquérir des connaissances et de savoir-faire, à découvrir des concepts nouveaux de façon active.

L’APP regroupe souvent des étapes d’auto-apprentissage pour l’acquisition des connaissances nécessaires pour la résolution du problème, et d’autres de collaboration pour la validation de ces connaissances. L’objectif principal de cette méthode pédagogique est la construction et la structuration des connaissances en traitant des problèmes dans des contextes spécifiques. Le tuteur, dans ce cas, joue le rôle d’un facilitateur qui motive les apprenants et supervise le processus de l’apprentissage (Savery, 2006). L’APP se base sur des scénarios inspirés de la réalité, dont on affecte des rôles spécifiques aux membres du groupe, tel qu’on trouve un

animateur qui dirige la discussion, le secrétaire qui écrit les points essentiels de la discussion sur le tableau et des fois on trouve le scribe qui écrit sur papier le contenu du tableau.

Dans le domaine médicale, qui constitue notamment le contexte de travail de la présente thèse, l’APP est généralement adopté pour familiariser les apprenants avec les stratégies qui leur permettent d'avoir un bon comportement dans le vrai milieu clinique. La table ci-dessous (Table 1.2) présente les étapes de l'APP dans le domaine médical :

Durée	Étapes
60-90 Minutes	<p>Cette étape consiste à énoncer le problème et à clarifier les termes ambigus en utilisant souvent un dictionnaire.</p> <p>Après une analyse préliminaire du problème, les apprenants le résumant tout en déterminant les points nécessitant des explications.</p> <p>Sur la base de leurs propres connaissances antérieures, les apprenants introduisent de façon raisonnable un ensemble d’hypothèses structurant la situation du problème. Ces hypothèses ne doivent pas forcément être correctes.</p> <p>Dans cette étape les apprenants entament l'organisation de leurs propositions sous forme de schémas, de tableaux, etc. Le tuteur joue ici un rôle important, de manière qu’il incite les apprenants à approfondir leurs solutions.</p> <p>Cette étape est considérée comme importante du fait qu’elle permet de fixer les objectifs d’apprentissage. Ces derniers doivent être analysés soigneusement par l’apprenant lors de l’apprentissage individuel. Les apprenants discutent aussi les éventuelles références à exploiter pour clarifier les ambiguïtés.</p>
2 jours	<p>Pendant cette étape, baptisée « <i>étape d’auto-apprentissage</i> », l’apprenant essaye d’acquérir le maximum de connaissances nécessaires pour résoudre un tel problème. Le tuteur demande généralement aux apprenants de schématiser les connaissances acquises.</p>
60-90 Minutes	<p>Après l’étape d’auto-apprentissage, les apprenants avec le tuteur se réunissent une deuxième fois pour analyser les résultats de la recherche individuelle. En effet, les apprenants discutent les connaissances acquises, tout en les exploitant à la résolution du problème. Cette discussion permet à chaque apprenant d’évaluer ses compréhensions. Le tuteur doit intervenir quand il y’a lieu de faire, notamment pour guider les apprenants à atteindre la bonne solution.</p> <p>Dans cette dernière étape, les apprenants avec le tuteur analysent et</p>

	pertinence des solutions et estiment les objectifs d'apprentissage. De plus, ils évaluent le processus du travail en groupe, en examinant l'efficacité des mécanismes de la collaboration utilisés (interaction, négociation, confrontation des points de vue, respect mutuel, etc.).
--	---

Table 1.2. Étapes de l'APP dans le domaine médical (Wannier-Morino & Charlier, 2004)

Avantages de l’APP

La méthode de l’APP permet aux apprenants d'avoir des compétences qui dépassent l'ordre cognitif en leur donnant la possibilité d'acquérir des compétences d'ordre métacognitives et sociale (Gholami et al., 2016). A travers les points suivants nous essayons de présenter les avantages d’une telle méthode pédagogique, tout en se basant sur une ancienne étude menée par Dolmans et Schmidt (1996) :

- *Les apprenants apprennent mieux et rappellent d'avantage les connaissances acquises à cause de l'activation des anciennes connaissances, l'élaboration et l'apprentissage contextuel.*
- *L’APP offre aux apprenants la possibilité d'avoir des connaissances solide à travers l'activation et l'utilisation des connaissances théoriques dans la résolution des problèmes dans la vie professionnelle.*
- *L’APP favorise les compétences de l'auto-apprentissage.*
- *L’APP favorise les compétences sociales.*

Limites de l’APP

En critiquant la méthode, Weimer (2009) a décomposé les limites de l’APP en trois niveaux qui reflètent les différents risques qui peuvent rencontrer les apprenants, les formateurs et les institutions de formation en adoptant cette méthode comme une stratégie d'apprentissage. Weimer a trouvé que les expériences antérieures de l'apprentissage ne permettent pas aux apprenants de s'adapter facilement avec l'APP. En effet, une telle méthode génère souvent un certain mal à l’aise, du fait qu’elle n'est pas structurée et qu’elle attribue à l'apprenant toute la responsabilité de son apprentissage. De plus, les connaissances acquises lors de la résolution du problème peuvent être limitées. Par ailleurs, la création d'un scénario d'apprentissage convenable n'est pas une tâche évidente pour le formateur. C’est ainsi que l'application de telle méthode impose également des changements radicaux au niveau de la philosophie éducative qui repose depuis longtemps sur la transmission directe de connaissances.

1.4.2 Apprentissage par projet

L’apprentissage par projet est une pratique de la « *pédagogie active* » qui permet de produire des situations d’apprentissage à travers l’accomplissement d’une production concrète (projet concret) inspirée du monde réel (Levesque, 2013). La réalisation du projet peut se faire de façon individuelle telle qu’un exposé ou un prototype ou de façon collectif comme par exemple l’organisation d’une scène. Par conséquent, pendant le processus d’apprentissage par projet, l’apprenant est positionné en situation de résolution de problèmes, contribuant de fait à son apprentissage. Cette méthode est également basée sur la motivation des apprenants et elle permet d’atteindre l’objectif de la réalisation concrète.

Par ailleurs, cette méthode se développe sur des questions difficiles à répondre, et qui ne peuvent pas être résolues via les méthodes classiques favorisant l’apprentissage par cœur et la mémorisation des connaissances. Les projets posés impliquent les apprenants dans des rôles actifs (solutionneur de problèmes, décideur, chercheur, etc.). Contrairement à l’APP dont l’acquisition de connaissances requière la résolution d’un problème mono disciplinaire et dans une période assez limitée, les sujets de l’apprentissage par projet peuvent être interdisciplinaires et ils prennent, relativement, beaucoup de temps (Larmer, 2014).

En outre, les étapes de l’apprentissage par projet se diffèrent selon le projet à traiter ainsi les compétences des apprenants. En se basant sur les travaux de Farhat (2014), nous pouvons également résumer les étapes d’apprentissage par projet en ce qui suit :

- *Dans la première étape, l’enseignant détermine le contenu et l’objectif du projet ainsi les critères de son évaluation. Le sujet du projet doit reprendre aux objectifs d’apprentissage prédéfinis. Après la phase de décomposition des apprenants en groupes, le projet sera y présenté pour préparer un plant de travail qui doit être validé par l’enseignant.*
- *La deuxième étape présente la partie essentielle du processus de l’apprentissage. Elle nécessite une première phase de recherche individuelle, où chaque apprenant collecte les données et les ressources qui semblent avantageuses pour la réalisation du projet. Dans la deuxième phase les apprenants se réunissent pour avoir un consensus sur la solution qu’ils vont l’appliquer, puis ils entament la réalisation du projet de façon collaborative.*
- *La troisième étape concerne l’évaluation des performances du travail individuel et collaboratif. Cette évaluation se focalise sur la richesse des connaissances théoriques acquises, la méthode de la réalisation du projet et la qualité du produit final.*

1.4.3 Synthèse

Sur le plan conceptuel, il paraît clair que la différence entre les deux méthodes d’apprentissage basées sur la « *pédagogie active* » n’est pas assez importante. Néanmoins, Larmer dans son travail (Larmer, 2014) a essayé d’expliquer de manière claire les points les plus essentiels permettant de distinguer la méthode d’APP de la méthode d’apprentissage par projet. La table suivante (Table 1.3) explique en effet le principe de cette comparaison :

Apprentissage par problème	Apprentissage par projet
Traite généralement des problèmes qui contiennent un sujet unique.	Le projet se compose souvent de plusieurs sujets.
La démarche de l'apprentissage prend une période de temps bien limitée.	La réalisation du projet peut prendre une semaine jusqu'à un mois.
Les étapes du processus de l'apprentissage sont toujours les mêmes.	Les étapes du processus d'apprentissage se différencient d'un projet à l'autre.
Le résultat de l'apprentissage est une solution proposée écrite sur papier ou présentée.	Le résultat de l'apprentissage est un produit ou performance.
se base généralement sur des scénarios actifs.	se base généralement sur des projets authentiques réalisés dans le monde réel.

Table 1.3. Apprentissage par problème VS Apprentissage par projet (Larmer, 2014)

1.5 Apprentissage collaboratif

Le concept « *apprentissage collaboratif* » qui se compose également de deux termes « *apprentissage* » et « *collaboratif* », est un concept vaste qui dérive de l’application des fondements du travail collaboratif à des fins purement pédagogiques (Lafifi, 2007). Ce concept a été largement exploité dans la littérature sous différentes appellations à savoir : apprentissage en groupes, apprentissage coopératif ou apprentissage collaboratif. Les auteurs du domaine distinguent une différence légère entre toutes ces appellations néanmoins intéressante. C’est ainsi que le journal spécialisé *JCAL* (*Journal of Computer Assisted Learning*) mentionne dans son éditoriale ce qui suit : « *A un niveau purement cognitif, la coopération et la collaboration doivent être assez similaires mais à un niveau intentionnel et contextuel les processus semblent être différents* » (Lafifi, 2007 ; Lewis, 1996; Makrakis, 1998).

Plusieurs définitions ont été proposées dans la littérature parmi lesquelles nous citons la définition proposée par Dillenbourg (1999) qui nous semble assez simple. Par conséquent, selon Dillenbourg l’apprentissage collaboratif peut se définir comme étant « *une situation dans laquelle deux ou plusieurs personnes apprennent ou essayent d’apprendre quelque chose ensemble* ». Cette définition met en exergue le processus d’apprentissage dans une situation où plusieurs personnes contribuent à son déroulement. Cependant, plusieurs activités implicites/explicites à savoir : la négociation, coordination, ... peuvent avoir lieu lors de l’apprentissage et qui ont été absolument ignorées dans cette définition. En effet, Al-Ismaïel (2013) a défini le concept comme étant « *un processus social de construction de connaissances basées sur l’interaction, la négociation, la coordination et le partage d’information entre les membres du groupe d’apprentissage* ». C’est ainsi que l’efficacité d’une telle méthode d’apprentissage requiert la maîtrise d’un ensemble de compétences sociales qui permettent de favoriser l’apprentissage et l’acquisition des connaissances. Ces compétences peuvent être acquises implicitement en impliquant les apprenants dans des différentes situations d’apprentissage collaboratif. Parmi ces habilités on trouve : l’analyse et la confrontation des différents points de vue, la négociation, l’expression, etc.

Par ailleurs, à l’inverse de l’apprentissage classique qui est centré sur l’enseignant transmettant de manière directe le contenu pédagogique sous forme de cours magistraux, l’apprentissage collaboratif est une démarche centrée sur l’apprenant, qui lui permet de contribuer à la construction de ses propres connaissances. Dans cette dialectique, l’enseignant n’est considéré qu’un facilitateur d’apprentissage, qui se charge en effet de l’orientation, de la motivation et de la supervision du processus (Droui, 2013; Smith & MacGregor, 1992).

1.5.1 Apprentissage collaboratif vs Apprentissage coopératif

En se basant sur les résultats des travaux abordant la problématique de recherche permettant d’étudier les caractéristiques de la pédagogie de groupe et les activités en classe, l’apprentissage collaboratif et l’apprentissage coopératif montrent des aspects distinctifs à plusieurs rangs à savoir : rôles occupés par les apprenants; interactions entre eux; échanges d’informations entre les différents acteurs impliqués dans le processus ; contrôle de l’enseignant sur les groupes; responsabilisation des apprenants. C’est ainsi que des comparaisons relativement classiques ont vues le jour.

L’apprentissage coopératif et l’apprentissage collaboratif se réfèrent tous deux à une organisation particulière baptisée « *groupe* ». Les termes « *coopération* » et « *collaboration* » sont très proches. En effet, l’activité en groupe impliquant deux ou plusieurs personnes représente en général la référence faite par les sens de ces deux termes. C’est ainsi que des études plus au moins approfondies permettant de répondre de manière objective à plusieurs questions à savoir : l’apprentissage collaboratif/coopératif sont-ils voisins ou non? Est-il préférable de les joindre ou de les disjoindre? Présentent-ils des interactions similaires ou distinctes au sein des groupes? ... sont extrêmement importantes (Baudrit, 2007; Dillenbourg, 1999; Brubacher et al., 1990).

Pour éclaircir brièvement cette différence, nous pouvons juger que dans les deux activités d’apprentissage (collaboratif/coopératif), l’objectif est d’amener les apprenants à apprendre en groupe. L’apprentissage représente ainsi l’objectif commun. Cependant, la différence majeure entre eux réside dans la nature de la réalisation de la tâche. A titre d’exemple, Brubacher (1990) considère l’apprentissage coopératif comme étant une activité assimilant à une tâche dans le cadre de petites équipes, où les sujets partagent un but commun, ce qui permet d’optimiser les apprentissages de chacun. De sa part, Dillenbourg (1999) prend la notion d’apprentissage collaborative à travers les concepts de situation et d’interaction. Par conséquent, une situation se réfère à des apprenants équivalents, dont le niveau cognitif est approximativement pareil, sont capables de collaborer ensemble dans un but partagé qui est l’apprentissage. Lorsque les apprenants communiquent de manière soutenue, argumenté, tout en évitant d’imposer leurs opinions, la situation est qualifiée d’interactive. La caractéristique essentielle sur laquelle l’accent est mis est également l’échange d’informations entre égaux.

Bref, l’apprentissage collaboratif partage plusieurs points communs avec l’apprentissage coopératif à savoir : Les deux se réfèrent au travail de plusieurs personnes et les membres des groupes ont des buts communs. Quant aux points de divergence, dans l'apprentissage coopératif, il y a une décomposition de l'objectif global en sous-objectifs, et chaque membre du groupe, en fonction de ses compétences, se tient d’une tâche différente de l’autre. De l’autre côté, dans l'apprentissage collaboratif, même en présence d’une décomposition de la tâche globale en sous-tâches, chaque membre du groupe s'occupe de la totalité de ces sous-tâches (Mazyad, 2013). La figure ci-dessous (Fig 1.7) schématise clairement la différence entre l’apprentissage collaboratif et l’apprentissage coopératif.

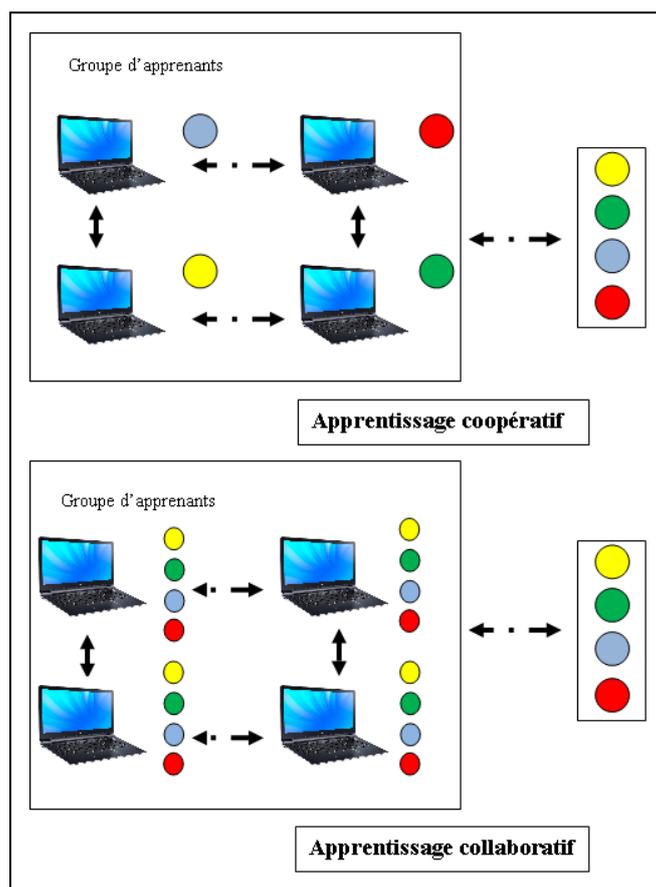


Fig 1.7. La différence entre apprentissage collaboratif et apprentissage coopératif (Lafifi, 2007)

Partant de ce constat, la stratégie de l'apprentissage à adopter dépend généralement du degré de la maturité cognitive des membres du groupe. En effet, l'apprentissage coopératif s'exerce par les novices qui nécessitent plus de supervision et d'orientation. Le tuteur, dans ce cas, joue un rôle principal, dont il doit structurer et contrôler la totalité du processus. De plus, il doit être au courant de la compétence de chaque apprenant, et ce dans le but de lui affecter la tâche la plus convenable. Néanmoins, l'apprentissage collaboratif s'exerce généralement par des adultes, dont l'apprentissage se caractérise par plus d'autonomie et de liberté (Henri & Lundgren-Cayrol, 2001). Chaque apprenant s'occupe individuellement de la totalité de la tâche ainsi que les motivations et les inspirations peuvent être obtenues à travers l'interaction et la négociation avec les autres membres du groupe (Mazyad, 2013). Lorsqu'il est utile d'attribuer des rôles aux apprenants, l'enseignant est totalement loin de cette activité. C'est les apprenants qui interagissent afin de distribuer ces rôles (Sébastien, 2001).

Dans cette optique, plusieurs auteurs qualifient que l’apprentissage coopératif constitue une méthode d’initiation et de préparation au véritable apprentissage collaboratif (Henri & Lundgren-Cayrol, 2001; Adams & Hamm, 1990; Cavalier et al., 1995). En effet, les apprenants sont graduellement conduits à passer de l’apprentissage coopératif à l’apprentissage collaboratif en prenant de plus en plus de responsabilités et de décisions à propos de leur apprentissage. Ceci permet de qualifier le degré d’autonomie des apprenants sur leur apprentissage comme étant le paramètre le plus essentiel justifiant l’adoption d’une démarche de l’autre (Fig 1.8).

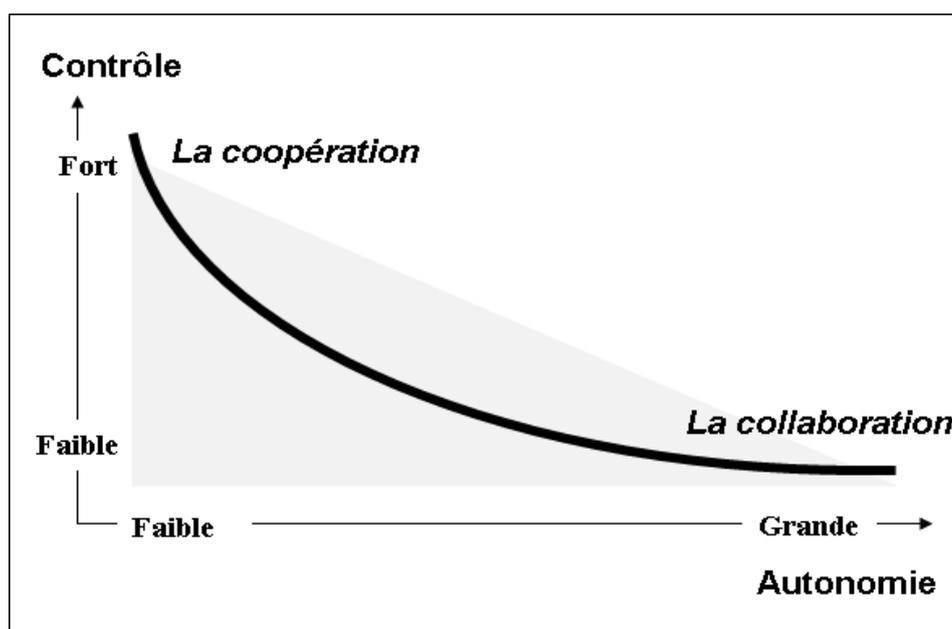


Fig 1.8. De la coopération à la collaboration : un exercice de croissance vers l'autonomie (Henri & Lundgren-Cayrol, 2001)

1.5.2 Vers l’apprentissage collaboratif à distance

L'apparition de l'apprentissage à distance n'est pas forcément liée aux TIC, mais remonte à la fin du XIXe siècle où l'apprentissage par correspondance existait déjà. Ce mode d'apprentissage se distinguait de l'apprentissage classique par une séparation physique entre l'apprenant et l'enseignant. C'est la correspondance qui joue un rôle primordial pour établir le contact entre les différents acteurs (enseignants et apprenants). Au départ, ce mode d'apprentissage était sacrée aux Bourgeois, avant qu'elle soit propagée sur une grande échelle avec le développement du service postal (Quintin, 2008; Charlier et al., 2003; Peraya, 2003). Ensuite, avec l'apparition de la radio et la télévision, l'apprentissage à distance s'est orienté vers une nouvelle piste. Par conséquent, à la fin des années 60, la Grande Bretagne a

utilisé ces nouvelles technologies pour des fins pédagogiques, pour réaliser l’université ouverte qui offre des cours à distance dans divers domaines. A partir des années 70, le déploiement de la télévision a également joué son rôle dans l’adoption, par un large public, de l’apprentissage à distance (Charlier et al., 2003).

Après l’innovation de la micro-informatique, l’Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO) a introduit le domaine éducatif à travers des logiciels assez simples. Ces logiciels même qu’ils offrent aux apprenants des contenus pédagogiques bien structurés, restent moins efficaces ainsi qu’ils ne répondent pas aux aspirations de ces apprenants. Pour répondre de manière efficace aux besoins des apprenants, notamment en termes d’interaction, l’EAO a mis l’accent sur le domaine de l’intelligence artificielle pour arriver à ce qu’on appelle l’Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur (EIAO) ou Tuteur Intelligent (TI) (Lafifi, 2007; Quintin, 2008).

Le progrès considérable des TIC a largement influencé l’apprentissage à distance, notamment avec l’apparition des systèmes distribués. En effet, l’interaction entre les apprenants et les enseignants est devenue possible et peut même s’effectuer en temps réel. C’est ainsi qu’un domaine de recherche baptisé « ACAO : Apprentissage Collaboratif Assisté par Ordinateur en anglais CSCL : Computer Supported Collaboratif Learning » a vu le jour (Lafifi, 2007).

1.6 Apprentissage collaboratif assisté par ordinateur

L’appellation ACAO : « *Apprentissage Collaborative Assisté par Ordinateur* », plus connu sous l’abréviation anglo-saxonne CSCL : « *Computer-Supported Collaborative Learning* », a été exploitée la première fois dans un Workshop d’une conférence internationale qui s’est déroulée en Italie en 1989 (Bannon, 1994). L’objectif principal de telle rencontre est d’étudier les possibilités qui peuvent être offertes, notamment en termes d’interaction de groupe, en exploitant des environnements médiatisés. Il s’agit donc de déterminer l’impact de la collaboration et la technologie sur l’expression, le partage et l’échange d’informations, de connaissances et de compétences entre plusieurs acteurs à savoir les apprenants et les enseignants.

L’ACAO s’inspire des recherches faites dans le domaine du TCAO « *Travail Collaborative Assisté par Ordinateur* » en anglais CSCW « *Computer-Supported Collaborative Work* ». Ces deux axes de recherche ont également accentué sur le comportement collaboratif du travail assisté par des environnements logiciels baptisés « *Collecticiel* » ou « *Groupware* ». Le collecticiel représente en effet le type de logiciel étudié par les chercheurs en ACAO ou en TCAO. Les méthodes de l’ACAO

ou du TCAO sont pratiquement implémentées par des interfaces multiutilisateur offertes par le *Collecticiel*.

Un collecticiel a été défini de manière assez simple, en premier lieu, comme étant « *une technologie de l’information utilisée pour aider des gens à travailler ensemble de manière plus efficace.* » (Coleman & Shapiro, 1992). Néanmoins, une définition en anglais plus détaillée a été proposée par Ellis et al. (1991) stipulant que les collecticiels sont également « *Computer-based systems that support groups of people engaged in a common task (or goal) and that provide an interface to a shared environment.* ». En outre, Karsenty (1994) a traduit cette définition en français comme suit : « *Les collecticiels sont des systèmes informatiques qui assistent un groupe de personnes engagées dans une tâche commune (ou but commun) et qui fournissent une interface à un environnement partagé.* ».

Par ailleurs, l’ACAO est devenu, depuis plusieurs années, un domaine de recherche interdisciplinaire qui profite des résultats des recherches obtenus dans les domaines de la psychologie, de la sociologie, des sciences de l’éducation, . . . afin de les exploiter pour améliorer l’apprentissage collaboratif classique par de nouvelles technologies basées sur les TIC. Le but est, en effet, d’atteindre les objectifs d’apprentissage souhaités, en mettant en valeur les aspects pédagogique et social dans les collecticiels. Cependant, il est utile de préciser que de nombreuses recherches dans le domaine d’ACAO ne se positionnent pas dans un contexte de distance mais se chargent d’étudier les possibilités qui peuvent être offertes par les ordinateurs pour soutenir l’apprentissage collaboratif en classe. Il s’agit donc de la collaboration en présentiel avec l’assistance de l’ordinateur pour des fins pédagogique (Stahl, Koschmann, & Suthers, 2006).

Dans ce contexte, notre étude dans le cadre de cette thèse, se focalise sur la proposition de solutions d’ACAO intégrées dans le contexte de l’éducation médicale, notamment l’ARC, sous l’angle de plusieurs activités à savoir : la collaboration, la négociation, la coordination, la conscience de groupe, etc.

1.6.1 Impact de la composition de groupe sur l’ACAO

Dans le domaine des sciences de l’éducation, de nombreuses études extrêmement importantes ont été menées afin d’évaluer l’efficacité de l’apprentissage en groupe par rapport à l’apprentissage individuel (Escudero et al., 2013; Grimm, 2004; Mazzoni, Gaffuri & Gasperi, 2010; Sultan & Hussain, 2012). Les résultats de ces études, en général, ont fait pencher la balance en faveur de l’apprentissage collaboratif. Nous citons à titre d’exemple une étude quantitative très importante présentée dans (Lou et al., 2001) dont l’objectif est de comparer l’efficacité de

l'apprentissage, en utilisant les nouvelles technologies de l'informatique, dans les petits groupes et de façon individuelle. Les résultats ont montré que l'apprentissage en petits groupes est largement plus positif que l'apprentissage individuel.

Dans les recherches concentrant sur les effets de la composition des groupes, la question de la taille du groupe a largement été abordée dans la littérature (Karau & Williams, 1993; Littlepage, 1991). Généralement, il semble que la taille importante du groupe peut rendre pénible la coordination (Gladstein, 1984) ou diminue le taux de participation des apprenants (Karau & Williams, 1993). Néanmoins, beaucoup de recherches restent encore à attaquer pour mesurer plus finement l’impact de la taille du groupe sur l’efficacité de l’apprentissage collaboratif (Michinov & Michinov, 2013). Évidemment, il s'embles difficile de déterminer la taille optimale du groupe pour améliorer la qualité de l'apprentissage collaboratif. En fonction de plusieurs paramètres à savoir le contexte, la durée des séances d’apprentissage et la complexité du contenu pédagogique, la taille optimale du groupe peut prendre plusieurs valeurs. En effet, des études dans ce contexte ont révélé que le groupe de cinq apprenants peut être optimal pour plusieurs situations d'apprentissage, et les grands groupes peuvent influencer négativement l'expérience de l'apprentissage. De plus, les groupes hétérogènes en termes de genre, culture, expérience sont plus avantageux pour l'apprentissage (Resta & Laferrière, 2007). D'autre part, il faut noter que la volonté et le désir des apprenants d'atteindre les objectifs d'apprentissage à travers le partage de connaissances et de compétences dans des situations d'apprentissage en groupe représentent le facteur clé pour réussir le processus d'apprentissage collaboratif (Mazyad, 2013).

1.6.2 Types d’interactions dans l’ACAO

L'apprentissage collaboratif est une activité sociale basée sur divers modes d'interactions qui ont pour but d'assurer une représentation convenable de la situation en cours (Henri & Lundgren-Cayrol, 2001). Ragoonaden (2001) a présenté quatre types d'interaction qui peuvent être mises en action dans une situation d'apprentissage collaboratif :

- *L'interaction avec le contenu éducatif nécessaire au processus d'acquisition et de construction de connaissances. Cette interaction se base en premier lieu sur les connaissances antérieures de l'apprenant.*
- *L'interaction entre apprenants, qui représente le facteur clé pour favoriser la motivation de l'apprentissage. Tenant en compte que ce type d'interaction est généralement influencé par le manque du sens de l'appartenance au groupe d'apprentissage ou par la diversité et*

- l'hétérogénéité des membres. Ces problèmes peuvent être surmontés par les simulations, les jeux de rôle, ou les débats qui permettent aux apprenants de s'exprimer et d'interagir.*
- *L'interaction avec l'interface est une des activités importantes quand on parle de l'apprentissage collaboratif basé sur les TIC. L'apprentissage dans ce cas peut perdre sa performance quand il y a des problèmes liés à la maîtrise de l'utilisation des nouvelles technologies. Ce qui requière de préparer des guides de l'utilisation pour assurer la qualité de l'apprentissage.*
 - *L'interaction entre l'apprenant et son tuteur nécessite des compétences de communication et d'expression. Dans le cas de la collaboration à travers les technologies, le tuteur s'occupe de l'humanisation et la supervision du processus d'apprentissage.*

1.6.3 Espaces de travail dans les environnements d'ACAO

L'espace est un concept très large dont il est étroitement lié à la notion de collaboration. En effet, aucun travail collaboratif, quelque soit sa nature, son objectif, ne peut y avoir lieu sans partage d'espaces. De nombreux espaces peuvent être utilisés lors des sessions de travail en groupe à savoir : une salle de réunion où les collaborateurs discutent leur projet peut être considérée comme un espace de travail partagé, un bout de papier sur lequel un ensemble d'étudiants décrivent des notes à propos de leurs cours peut constituer un espace de communication et de partage de points de vue, une notion ou une hypothèse développée par l'un des participants et exprimée aux autres participants du groupe peut être vue comme un espace de collaboration, etc. C'est ainsi que ces espaces sont considérés comme véritables partenaires du travail collaboratif ainsi que les collaborateurs les considèrent aussi comme des ressources ou des outils porteurs de cognition (Henri & Lundgren-Cayrol, 1998).

Par ailleurs, il est largement reconnu qu'un environnement collaboratif de qualité doit respecter les habitudes de la vie sociale, en donnant aux apprenants les possibilités de communiquer, de collaborer et même de travailler individuellement. Ces contraintes s'atteignent à travers la décomposition de l'environnement en trois espaces principaux : un espace pour la collaboration, un autre espace privé pour le travail individuel et un troisième pour la communication et le partage du savoir et savoir-faire.

1.6.3.1 Espace privé

Même si on parle de l'apprentissage collaboratif, il est avantageux de donner à l'apprenant un espace de travail individuel, qui est un endroit réservé pour réaliser des tâches dans la perspective de les exprimer à ses collaborateurs. Cet espace peut

également être vu comme un lieu de réflexions individuels exploité afin d’organiser des connaissances avant de les partager à autrui. Quant aux environnements d’ACAO, l’espace privé peut être conçu de manière à permettre aux apprenants de manipuler, de sauvegarder, de supprimer, ... leurs propres données. Par conséquent, l’espace privé se situe sur la machine sur laquelle travail l’apprenant. Chacun, selon ses besoins et ses préférences, peut le configurer à sa façon.

1.6.3.2 Espace partagé

Dans la perspective d’être annotées et commentées, l’apprenant peut utiliser ce type d’espace pour partager ses productions avec ses collaborateurs. Par conséquent, l’espace partagé englobe une variété d’outils logiciels à savoir : les outils de planification des tâches, de la présentation et la structuration des connaissances et des idées, de gestion des conflits, de recherche d’information, etc. D’autres outils en outre de ces derniers peuvent être intégrés dans cet espace tels que : les outils pédagogiques qui peuvent prendre la forme de guides d’étude, de recommandations de travail, de didacticiels, etc. Par ailleurs, les contenus pédagogiques confectionnés clairement et structurés sous forme de documents textuels ou multimédia peuvent être aussi intégrés dans cet espace de travail partagé.

1.6.3.3 Espace de communication

C'est le noyau de l'environnement de l'apprentissage. Il représente la source de l'interaction et de la collaboration entre les apprenants, en leur offrant des outils de communication en mode synchrone et/ou asynchrone. Parmi les outils d'interaction les plus utilisés dans les environnements d'apprentissage actuels on trouve les systèmes de vidéoconférence, le chat et le courrier électronique (Fig 1.9).

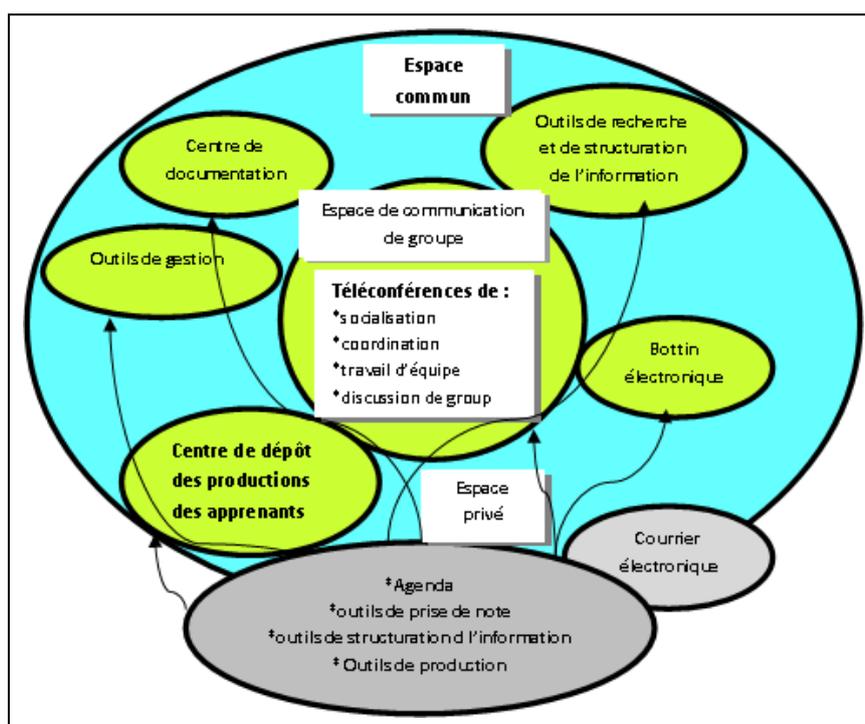


Fig 1.9. *Espaces de collaboration*

1.7 Conclusion

Vu que notre travail s'intéresse à l'apprentissage collaboratif dans un contexte médical, nous avons largement discuté, dans ce chapitre, le phénomène d'acquisition de connaissances en se basant sur les différents courants de la psychologie. Concernant l'apprentissage dans son cas général, nous supportons le point de vue du constructivisme et cognitivisme qui met en valeur ce qui se passe à l'esprit de l'apprenant ainsi qu'il considère l'apprentissage comme un processus qui dépasse le principe de stimulus/réponse du behaviorisme. Comme notre cercle d'intérêt tourne autour de l'apprentissage collaboratif du diagnostic médical, il semble évident que notre proposition doit obéir aux fondements de la théorie du socioconstructivisme, qui considère l'apprentissage comme une activité qui dépasse l'échelle individuelle et le projette dans un cadre plus large qui englobe le procédé social de construction de connaissances. Ceci permet entre autre de se focaliser sur les aspects interaction, communication et coordination entre les apprenants.

Le progrès considérable qu'a connu le monde des TIC a donné naissance d'un nouveau domaine dont il a connu une évolution appréciable, c'est le domaine de l'ACAO. En effet, de nombreuses expériences de mise en œuvre de collecticiels favorisant l'apprentissage collaboratif ont été faites. Certains collecticiels ont vu le

jour, d'autres sont développés dans les laboratoires de recherche pour des objectifs purement expérimentales.

Chapitre 2 : Apprentissage du raisonnement clinique

2.1 Introduction

Compte tenu des perspectives de notre travail qui visent principalement la proposition de nouvelles solutions assistant l'apprentissage collaboratif du diagnostic médical, nous consacrons le présent chapitre à l'étude des méthodes d'établissement du diagnostic médical dans le milieu clinique, tout en se basant sur les études cognitives menées dans ce contexte. Ceci nous permettra, sans aucun doute, d'avoir une idée claire sur le contexte de notre travail de recherche pour bien comprendre les stratégies suivies par les médecins expérimentés et novices en termes de diagnostic médical. En effet, ce chapitre aborde d'un point de vue cognitif, le concept du RC, tout en essayant d'avoir des réponses claires à plusieurs questions importantes à savoir :

- *Quelles est la démarche (ou les démarches) suivie(s) par les médecins pour qu'ils puissent parvenir un diagnostic pertinent ?*
- *Quelles sont les facteurs influençant la qualité de la démarche d'élaboration d'un diagnostic médical ?*
- *Quelles sont les stratégies optimales d'enseignement des techniques du diagnostic médical ?*

Pour répondre, de façon objective, à toutes ces interrogations, il est utile de faire appel aux sciences cognitives, notamment la science de la psychologie cognitive, qui donne notamment des explications assez importantes du RC ainsi que le développement de son expertise (Audétat, 2012).

En conséquence, Selon Lemaire (2006) les sciences cognitives regroupent l'ensemble des disciplines abordant l'esprit comme sujet de recherche à savoir : la psychologie cognitive, la philosophie, la linguistique et les neurosciences, etc. Par conséquent, la définition de la psychologie cognitive telle quelle est proposée par le même auteur représente « *une discipline centrée sur l'étude des processus mentaux nécessaires à la réalisation de nombreuses activités à savoir : le raisonnement, la perception, les sensations, la mémorisation, la résolution des problèmes et la prise de décisions, etc.* ». Ainsi, Bertrand et Garnier (2005) considèrent la psychologie cognitive comme étant « *une discipline qui étudie les systèmes cognitifs (tout système chargé de l'acquisition, la conservation et la transmission des connaissances) et les processus de traitement utilisés et développés par l'esprit pour s'adapter aux différentes situations de l'environnement.* ».

Par ailleurs, du fait qu'il est largement reconnu que les compétences cliniques se raffinent à travers l'acquisition de connaissances théoriques solides ainsi que la maîtrise des mécanismes de raisonnement (Duquerroux, 2009), l'éducation médicale a attribué une extrême importance au concept du RC, qui a été, depuis plus d'une trentaine d'année, abordé par des chercheurs de différentes disciplines, tout en essayant de le comprendre et afin de dégager des modèles expliquant les processus mentaux reflétant le raisonnement des cliniciens expérimentés. Ces modèles peuvent largement jouer leur rôle pour définir des méthodes d'enseignement des sciences médicales (Chamberland, 1998; Pestiaux & Vanwelde, 2008).

2.2 Raisonnement Clinique

En dépit qu'il représente l'un des éléments important de la pratique d'une profession de la santé, le RC efficace, dans un environnement de soins, reste assez pénible à cerner dans le processus de la supervision clinique. Comment définir le RC, quels sont les différentes classes de RC, comment la maîtrise des connaissances relatives au cas clinique joue un rôle utile pour élaborer un diagnostic efficace et quelles stratégies peut-on adopter pour façonner le RC des apprenants? Le reste de ce chapitre essaiera de répondre objectivement à toutes ces interrogations.

2.2.1 Définitions

Dans le but d'entourer effectivement les points utiles interprétant l'évolution du RC, il est crucial de revenir sur ses principales définitions. Sur le plan linguistique, ce concept est composé de deux mots : *Raisonnement et Clinique*. L'étymologie du mot *Raisonnement*, telle quelle est donnée par la majorité des Dictionnaires comme étant : dérivé de *raisonner*, lui-même dérivé de *raison*, issu du latin *ratio*, raison,

considération, raisonnement; argumentation; ce qui est fondé sur la raison. En effet, selon le *Dictionnaire Larousse*, le mot *Raisonnement* se définit comme étant une suite d'arguments, de propositions liés les uns aux autres, en particulier selon des principes logiques, et organisés de manière à aboutir à une conclusion. Quant au mot *Clinique*, linguistiquement, fait référence est tous ce « *qui concerne l'observation du patient* ».

Par ailleurs, la juxtaposition des deux mots, a donné naissance de plusieurs définitions dans la littérature à savoir : selon Charlin et al. (2003) le RC se définit comme étant : « *l'ensemble des processus mentaux qui permettent aux cliniciens de prendre les bonnes décisions dans une situation clinique spécifique.* ». Ainsi, selon Nendaz et al. (2005), le RC représente : « *L'activité intellectuelle par laquelle le clinicien synthétise l'information obtenue dans une situation clinique, l'intègre avec les connaissances et les expériences antérieures et les utilise pour prendre des décisions de diagnostic et de prise en charge.* ». Ainsi, Pottier et Planchon (2011) dans leur définition, mettent en exergue la relation qui existe entre la psychologie cognitive et le RC d'où ils considèrent le concept comme étant : « *un mécanisme complexe qui se base sur des processus mentaux. Ces processus ont été étudiés et identifiés dans le domaine de la psychologie cognitive.* »

2.2.2 Modèles de raisonnement clinique

Depuis plus de trentaine d'années, il y a eu plusieurs polémiques visant comme objectif l'évaluation des modèles décrivant le mieux des processus mentaux utilisés par les cliniciens expérimentés afin de prendre des décisions sur des cas cliques. En effet, des études menées dans ce contexte ont montré que la spécification des points forts et faibles de toute méthode du RC doit utiliser comme cadre conceptuel une des classes fondamentales qui distingue les modèles analytiques par rapport aux modèles non-analytiques (intuitif) et modèles mixtes. Dans le reste de cette section, nous détaillons les caractéristiques essentielles de chaque type de ces modèles.

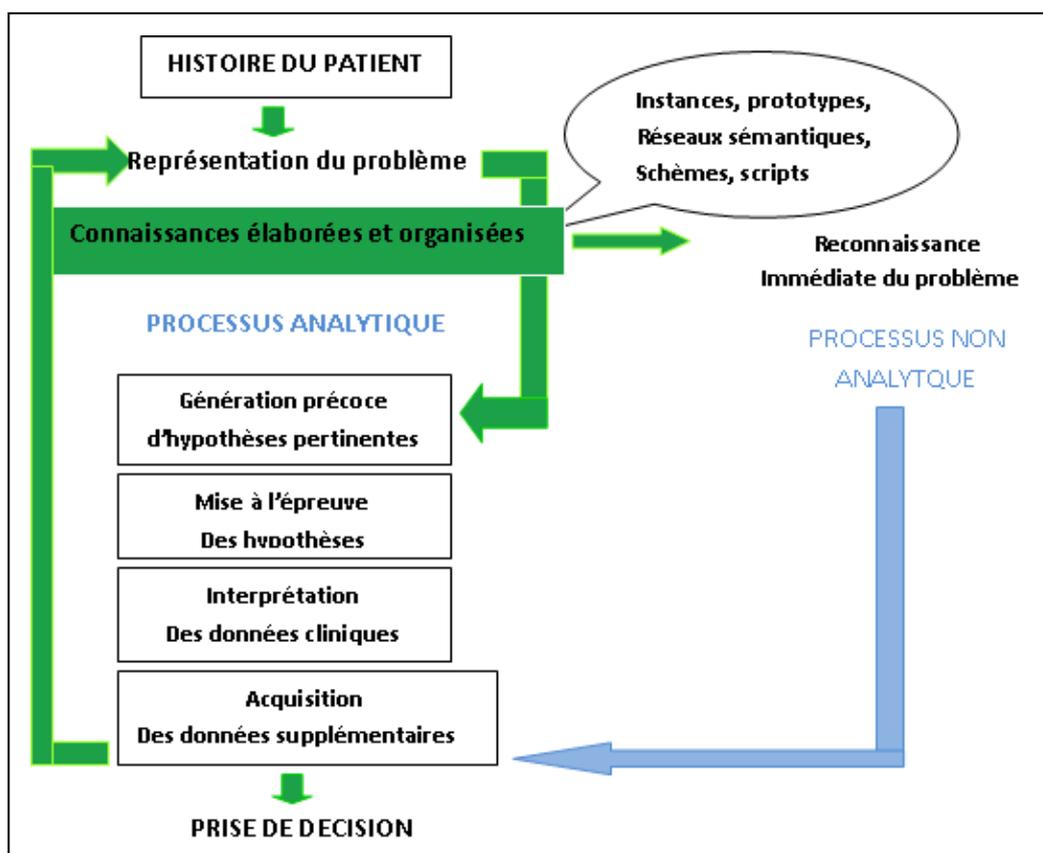


Fig 2.1. Processus de raisonnement clinique analytique et non-analytique (Demeester, Eymard, & Vanpee, 2012).

2.2.2.1 Modèles analytiques

La caractéristique principale du modèle analytique considère que l'expertise clinique s'appuie sur un examen sévère et attentif de la relation entre les signes, les symptômes et les hypothèses diagnostiques (Eva, 2005). Ce modèle est souvent utilisé par des cliniciens moins expérimentés, qui suivent habituellement une série d'étapes permettant de confirmer le diagnostic établi. Pour bien comprendre le principe de ce modèle, Eva (2005) a également illustré la relation entre les signes, les symptômes et les hypothèses à travers un exemple concret tiré du livre intitulé « principes de médecine interne » d'Harrison. Dans cet exemple, deux types de maladies, référencées par le même indice, ont été présentées. Il s'agit donc de la pneumonie et de l'embolie pulmonaire qui peuvent être indiquées par l'indice de la dyspnée. Ce cas clinique qui peut être diagnostiqué analytiquement à travers d'autres données complémentaires à savoir les maux de gorge, nausées et vomissements qui balance une maladie de pneumonie, ainsi que l'embolie pulmonaire qui est suggérée d'avantage par les expectorations sanguinolentes. En effet, les données complémentaires ont également jouées leur rôle pour guider le

clinicien à enlever l'ambiguïté située entre les deux hypothèses. Le RC consiste ici à établir la relation entre les données et les maladies.

2.2.2.1.1 Modèle hypothético-déductif

Ce type de raisonnement analytique se base principalement sur une formulation initiale d'une ou plusieurs hypothèses, tout en essayant de les confirmer ou les infirmer par la suite.

Par ailleurs, à la fin des années 70, un chercheur de l'université de l'état du Michigan, a essayé d'analyser le RC, en observant directement les médecins qui raisonnent à haute voix dans des situations cliniques réelles avec leurs patients. Cette méthode lui permettra de comprendre le processus de penser chez les cliniciens (Norman, 2005). Il s'en trouve que les cliniciens proposent une série de quatre à cinq hypothèses précoces, en se basant sur l'interaction préliminaire avec le patient. Ensuite ils procèdent à une étape de vérification de la compatibilité des hypothèses proposées avec les conclusions tirées en interprétant les données supplémentaires. Cette vérification permet d'établir une évaluation de l'hypothèse afin de déterminer si elle doit être retenue, rejetée ou réévaluée une autre fois. Néanmoins, d'autres nouvelles hypothèses peuvent être posées et évaluées de manière itérative jusqu'à ce que la décision finale soit définitivement prise (Nendaz et al., 2005 ; Vanpee, Gillet, & Godin, 2002). Par conséquent, la génération précoce des hypothèses a également joué un rôle primordial, notamment pour réduire la complexité des situations cliniques produites sur la base des informations déclarées par le patient (Elstein, 1994).

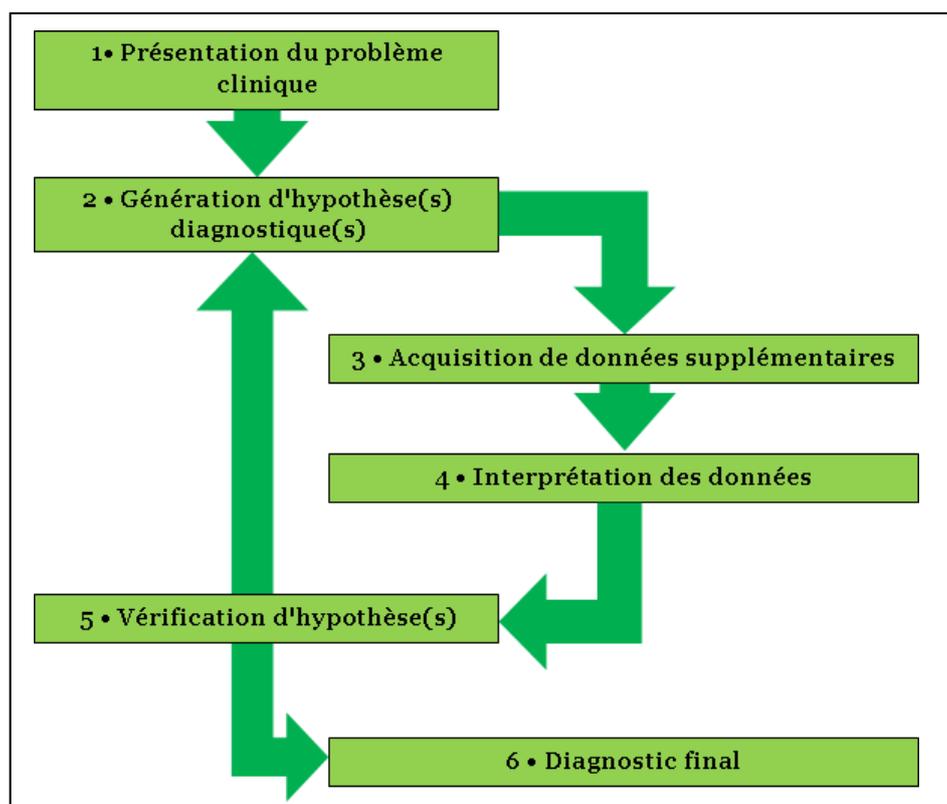


Fig 2.2. Raisonnement hypothético-déductif (Nendaz et al., 2005)

2.2.2.1.2 Modèle en chaînage avant

Le raisonnement en chaînage avant est, souvent, utilisé par des cliniciens moins expérimentés, notamment lorsqu'ils se trouvent en faces de cas cliniques complexes ou rares. En effet, il est mise en œuvre lorsque les cliniciens n'arrivent pas à identifier rapidement des exemples concrets afin de proposer des hypothèses précoces. Ils vont alors cheminer consciemment vers la décision finale tout en appliquant des règles dites « règles causales ou conditionnelles (*sous forme : si les symptômes X1, X2, ..., Xn sont présents... alors cela implique le diagnostic Y*) » sur les données cliniques (Pelaccia et al., 2011).

En d'autres termes, le raisonnement en chaînage avant débute des données cliniques et termine au diagnostic, ce qui est à l'inverse au raisonnement hypothético-déductif qui débute des hypothèses précoces afin de trouver des données pertinentes permettant d'expliquer ses hypothèses.

2.2.2.1.3 Modèle bayésien

Le modèle de RC bayésien est un type de processus analytique qui se base sur le théorème de Bayes (Nendaz et al., 2005) stipulant qu'il faut tenir en compte, dans une prévision, les données que l'on peut disposer *à priori*. L'expression *à priori* signifie

que sur la base des éléments, des données et des principes antérieurs, le clinicien connaît la probabilité d'une situation clinique donnée et la probabilité conditionnelle de chaque donnée clinique (*par exemple : la prévalence d'une maladie particulière dans un endroit particulier*). Le modèle mathématique sur lequel se base le théorème de Bayes offre la manière de déterminer la probabilité à posteriori de chaque diagnostic prévu.

Partant de ce constat, nous pouvons bénéficier des principes de ce modèle afin d'assister les étudiants en médecine dans leur processus d'apprentissage tout en déterminant les probabilités existantes entre les signes et les pathologies (Elieson & Papa, 1994). La figure suivante (Fig 2.3) explique clairement le processus de RC selon l'approche bayésienne.

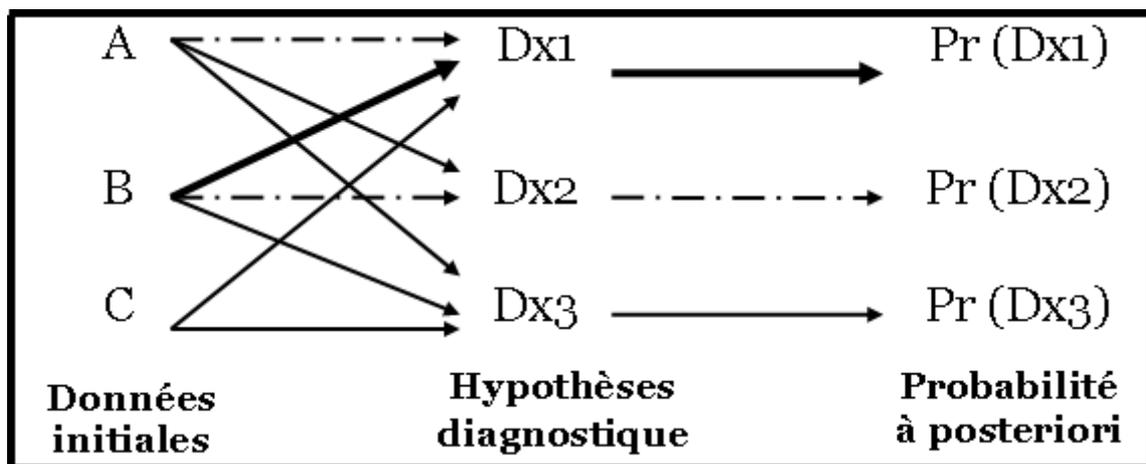


Fig 2.3. Raisonnement bayésien (Eva, 2005)

Comme il est représenté sur la figure (Fig 2.3), les chiffres représentent les hypothèses générées, et les flèches représentent la relation existante entre les données du cas clinique (signes, symptômes, examens clinique et paraclinique) et le diagnostic proposé. La taille du flèche représente la probabilité conditionnelle associant chaque donnée à chaque hypothèse proposée. La probabilité à postérieure de chacune de ces hypothèses (Pr) peut se calculer en utilisant sa probabilité à priori et les probabilités conditionnelles relatives aux données du cas clinique.

2.2.2.2 Modèle non-analytique

Le modèle non-analytique est une catégorie de processus du raisonnement qui s'appuient sur les aptitudes des cliniciens à reconnaître, sans grand effort mental, une situation de signes redisant très strictement un ou plusieurs diagnostics (Schwartz & Elstein, 2008; Croskerry, 2006; Barrows & Tamblyn, 1980; Eva, 2005). Ce type de RC, qui est aussi baptisé : " *Reconnaissance de Forme (pattern recognition)*",

permet de générer dès les premiers temps, d'une consultation médicale donnée, des hypothèses diagnostiques. Il est souvent adopté par les cliniciens afin de prendre des décisions sur des cas typiques caractérisés par une grande similarité avec le prototype d'une maladie spécifique. Par conséquent, la reconnaissance de similarités, par rapport à des cas cliniques consultés précédemment, peut également être exploitée comme une base sur laquelle la décision clinique en question s'appuie. C'est ainsi que des modèles cognitifs nommés « *exemples concrets (ou instances)* », mémorisés dans la mémoire à long terme, sont mobilisés par le clinicien (Croskerry, 2005; Nendaz et al., 2005; Pottier & Planchon, 2011). Ces modèles cognitifs sont structurés selon une métaphore d'un répertoire de cas, enrichi au fur et à mesure de l'évolution du processus d'acquisition des connaissances. Les cliniciens novices sont presque loin de l'utilisation de ce type de modèle, vu qu'ils n'ont pas assez d'expériences antérieures à recourir en mémoire, toutefois augmenterait avec l'expérience clinique.

La figure ci-dessous (Fig 2.4) nous donne une bonne illustration du RC selon l'approche non-analytique.

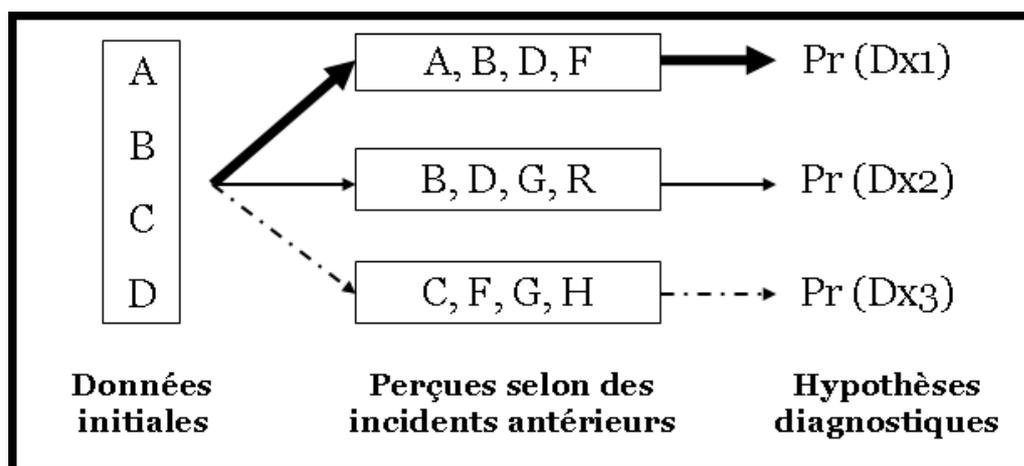


Fig 2.4. Raisonnement clinique non-analytique (Eva, 2005)

Comme il est bien représenté sur la figure (Fig 2.4), les chiffres représentent les diagnostics, les lettres indiquent les données et les rectangles précisent également les différentes maladies. Chaque malade se présente devant le clinicien avec un certain nombre de données. Ces dernières sont comparées, de manière inconsciente, à des exemples antérieurement vécus, résultant ainsi en une probabilité pour chaque hypothèse.

2.2.2.3 Modèles mixtes

Les modèles mixtes sont également des modèles hybrides permettant de combiner le raisonnement analytique et non-analytique, et ce du fait que le raisonnement non-analytique parfois semble insuffisant et peut provoquer des erreurs de diagnostic même pour les clinicien expérimentés (Eva, 2002). Les modèles non-analytiques s'appliquent, généralement, dans des cas bien précis, qui se caractérisent par leur similarité aux cas typiques qui ne demandent pas un diagnostic différentiel (Pestiaux & Vanwelde, 2008).

Des recherches récentes ont indiqué que les cliniciens utilisent souvent les deux méthodes de raisonnement dans la résolution des problèmes cliniques pour garantir au maximum la pertinence du diagnostic (Paleccia et al., 2011).

La situation clinique suivante, énoncée dans (Nendaz et al., 2005), illustre un processus de raisonnement dans le domaine de dermatologie : « *l'aspect évoque un cancer baso-cellulaire (jugement de similarité). S'il s'agit bien de cela, je devrais trouver en périphérie un aspect perlé et des télangiectasies (confirmation sur le mode hypothéticodéductif)* ». On constate alors que le clinicien, dans ce cas clinique, a formulé une hypothèse en utilisant une méthode non-analytique, puis il a essayé de la confirmer avec une méthode analytique.

Il faut prendre en considération que les deux méthodes de raisonnement analytique et non-analytique ne sont pas mutuellement exclusive, et que la démarche de raisonnement la plus adéquate se repose sur l'interactivité et la complémentarité entre eux (Audétat, 2012).

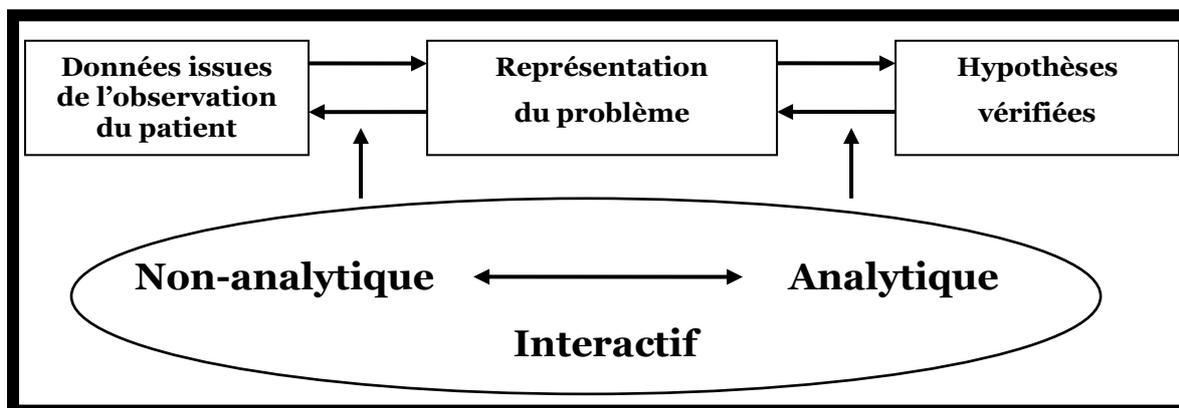


Fig 2.5. Modèle combiné du raisonnement clinique (Eva, 2005)

2.2.2.4 Synthèse des modèles de raisonnement

Après avoir discerné les différents modèles de RC, et en raison des exigences de notre travail, la question qui insiste d'être posée est : « *qu'elle est la stratégie du*

raisonnement qui peut être considérée comme pertinente dans le domaine d'apprentissage médical du RC ? ».

La réponse objective à cette question a été introduite comme résultat d'une recherche menée sur le diagnostic des électrocardiogrammes, appliquée à un groupe d'étudiants du premier cycle en psychologie. Les étudiants sont répartis en trois groupes. Le premier a subi un apprentissage selon le modèle non-analytique basé sur la similarité, le deuxième a été enseigné selon le modèle analytique et enfin le troisième groupe a également suivi son apprentissage sur la base des modèles mixtes. Cette expérimentation a démontrée que les étudiants des deux premiers groupes ont presque les mêmes capacités de prise de décisions. Alors que les étudiants du troisième groupe sont caractérisés par des compétences élevées face aux problèmes cliniques rencontrés (Pestiaux & Vanwelde, 2008). D'autres recherches ont démontré aussi que l'utilisation unique des modèles non-analytiques peut ramener à une démarche de raisonnement incomplète (fermeture prématurée), et ça peut générer des erreurs même pour les cliniciens expérimentés (Eva, 2002).

2.3 Apprentissage du raisonnement clinique

Le développement de compétences médicales est un processus extrêmement difficile dont l'apprenant doit acquérir des connaissances aussi bien théoriques que pratiques en médecine. L'environnement pratique d'une telle discipline est reconnu comme un lieu favorisé pour former des médecins compétents. C'est ainsi que les étudiants en médecine, lors de leurs stages, apprennent et mettent en action l'ensemble des dimensions de la compétence professionnelle.

Dans ce contexte, plusieurs chercheurs ont centré leur intérêt sur diverses problématiques à savoir : la problématique d'acquisition des connaissances durant la formation médicale et celle permettant de dégager les liens existants entre les connaissances et le développement de compétences professionnelles en médecine. Les chercheurs qui se sont intéressés à l'acquisition des connaissances constatent que les étudiants de niveau avancé possèdent plus de connaissances que les médecins en pratique. Néanmoins, les médecins qui ont une expérience pratique atteignent plus efficacement au diagnostic que les étudiants avancés lorsqu'ils sont devant un cas clinique. Par conséquent, les compétences cliniques ne dépendent pas seulement de la quantité de connaissances maîtrisées mais aussi des cas cliniques pratiques vécus. C'est ainsi que les séances d'ARC semblent une méthode pédagogique originale fondée sur l'apprentissage et l'enseignement contextualisés. Les origines de cette méthode pédagogique date des années 70, notamment depuis les publications des

travaux d'Estrein et Shulman (1978). En plus, les séances d'apprentissage ciblent de faciliter chez les étudiants en médecine le développement de RC autant en termes de stratégies générales que de connaissances spécifiques. En effet, le RC efficace se base sur deux paramètres importants : d'un côté, sur l'utilisation de stratégies générales, et de l'autre côté sur la disposition de connaissances bien organisées (Chamberland et al., 2001).

En conséquence, la qualité des connaissances, relatives au cas clinique à résoudre, joue un rôle primordial pour parvenir à un RC efficace. Ainsi, en discutant avec les patients, les cliniciens experts activent dans leurs mémoires un réseau de connaissances très bien organisé. Ces connaissances comprennent en même temps des hypothèses de précision variable et des scénarios de maladie permettant de guider l'acquisition de données cliniques. L'entraînement, de façon pratique, du RC permet, sans aucun doute, d'augmenter et mieux organiser le réseau des connaissances cliniques en relation avec les cas étudiés pendant les séances d'apprentissage pratiques. Nous discutons dans la section suivante, l'organisation des connaissances telle quelle est vue par les cognitivistes.

2.3.1 Connaissances cliniques

Pour bien expliquer la notion de connaissance, il est utile de préciser la différence existante entre la connaissance et l'information. Selon Kayser (1997), les informations sont également l'ensemble des données qu'un processus peut exploiter sans être modifié. Quant aux connaissances, sont des données influençant le déroulement d'un processus. Le traitement des informations par un processus, que ce soit informationnels, décisionnels ou autres, ça ne veut pas dire qu'elles sont interprétables, mais elles sont objectivées. Néanmoins, les connaissances sont envisagées dans leur contexte et selon la sémantique déterminante.

Par ailleurs, la connaissance est une notion aux sens multiples à la fois utilisée dans le langage courant et objet d'étude poussée de la part des philosophes contemporains. Les connaissances, leur nature et leur variété, la façon dont elles sont acquises, leur processus d'acquisition, leur valeur et leur rôle dans les sociétés humaines, sont étudiés par une diversité de disciplines, notamment la philosophie, l'épistémologie, la psychologie, les sciences cognitives, l'anthropologie et la sociologie (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Connaissance>).

Pour mettre en exergue l'utilité de cette notion de connaissance, notamment pour notre contexte d'étude, il est important d'y étudier sur le plan cognitif. En effet, de nombreux travaux de recherche en psychologie cognitive ont abordé cette notion afin

de discerner clairement les concepts fondamentaux de compréhension sur : *Comment l'être humain apprend t-il ? Quelle est la manière de structuration des savoirs ? Comment les liens entre les savoirs sont créés dans la mémoire de l'être humain ?*

En répondant à toutes ces questions pertinentes, les cognitivistes étudient en premier lieu la phase d'élaboration efficace d'un savoir, dans un apprentissage efficace, et sa reconstruction par l'apprenant, son transfert, son appropriation ou sa restructuration (Frenay, 1997). Cette phase est extrêmement importante vu son rôle primordial dans le processus d'apprentissage en termes de compréhension de l'information, son référencement et son utilisation. La phase suivante dans l'élaboration des savoirs est la construction de véritables réseaux de connaissances, tout en établissant des liens entre les informations. Ces liens ont également un double rôle, d'un côté favorise la rétention d'une nouvelle connaissance acquise, et de l'autre côté, renforce le réseau avec lequel ces nouveaux liens sont créés.

Dans le contexte médical, l'obtention d'un diagnostic efficace ne constitue pas le résultat unique d'un processus de RC pertinent, mais aussi la maîtrise des connaissances relatives aux cas cliniques traités. Généralement, les connaissances sont propres à chaque clinicien, ainsi qu'elles sont mobilisables pour interpréter la réalité et résoudre les éventuels cas cliniques rencontrés. Des questions de recherche sont souvent posées sur la manière dont les connaissances sont mémorisées dans le système cognitif d'un clinicien, sur leurs liaisons, sur leurs façons d'activation, etc. La mémorisation des connaissances se fait également dans la mémoire du clinicien, qui est divisée en deux types : la mémoire à long terme et la mémoire à court terme. Ce dernier type sert à retenir, de manière temporelle, l'information en cours de traitement. Elle a une capacité de stockage limitée, mais avec une vitesse de mémorisation et d'accès très rapide. Quant à la mémoire à long terme, qui permet de mémoriser, de façon illimitée, une information sur des intervalles de temps assez longs, elle apparaît lorsqu'une information mémorisée dans la mémoire à court terme y est mise à travers un processus de répétition.

L'organisation efficiente des connaissances dans la mémoire à long terme de l'apprenant constitue alors un facteur clé de l'efficacité des différentes éventuelles décisions qui seront prises par ce dernier (Steward, Bordage, & Lemieux, 1991). Plus précisément, l'organisation des connaissances en mémoire permet aux cliniciens de traiter efficacement l'information lors de l'analyse d'un cas clinique (Charlin, Tardif, & Boshuizen, 2000). C'est ainsi que Nendaz (2005) a précisé que : « *Les signes cliniques d'une situation activent des connaissances, des concepts ou des exemples similaires au sein du réseau cognitif, qui à leur tour en appellent d'autres. Ce processus d'activation s'étend, de sorte que, très rapidement, le clinicien dispose d'un riche ensemble de connaissances adaptées*

à la situation clinique, ce qui lui permet de générer des hypothèses pertinentes et de rechercher des informations supplémentaires pour les confirmer ou infirmer. Selon cette conception, l'acte diagnostique d'un expert ne résulte pas de l'application d'une stratégie générale de résolution de problème, mais de l'activation en mémoire de réseaux de connaissances appropriés ».

Par ailleurs, de nombreux modèles décrivant les représentations cognitives des connaissances, qui peuvent à leurs tours comporter différents types d'architectures ont été proposés. Les détails de ces types d'architectures sont clairement présentés dans (Custers et al., 1996), que nous présentons de manière générale dans la section suivante.

2.3.2 Représentations cognitives des connaissances cliniques

Les représentations cognitives peuvent contenir différents types d'architectures que nous discutons de façon générale dans le reste de cette section.

2.3.2.1 Architectures à base de cas concrets

Durant son expérience professionnelle, un clinicien rencontre une multitude de cas baptisés « cas concrets » autrement dits « instances ». Selon l'architecture dite à base de cas concrets, les connaissances acquises lors du traitement des cas cliniques, sont également stockées en mémoire du clinicien sans aucune modification ou abstraction. L'apprentissage consiste alors à augmenter de plus en plus le nombre de cas à stocker en mémoire. De plus, les données proportionnelles au contexte sont utiles, notamment pour pouvoir récupérer rapidement les données auprès de la mémoire. Cependant, elles peuvent provoquer des erreurs du diagnostic si elles ne correspondent pas au cas clinique en cours de traitement (Duquerroux, 2009; Nendaz et al., 2005).

2.3.2.2 Architectures prototypiques

Avant de présenter les points caractérisant les architectures prototypiques, il est utile de préciser qu'il y ait une relation étroite entre les cas cliniques rencontrés et les prototypes développés en utilisant un processus d'abstraction. Cette relation permet de construire une trace mnésique commune de patients avec la même maladie (Collard, 2014). Selon ce type d'architecture, les cas cliniques sont mémorisés après avoir filtré leurs détails spécifiques ou contextuels. L'ensemble des cas sont retenus tels qu'ils sont étudiés en sciences médicales. En effet, une catégorie de maladies est structurée autour des prototypes qui comprennent les indices les plus fréquemment constatées des cas cliniques antérieurement vécus. C'est ainsi qu'il faut tenir en

compte que les éléments d'une catégorie se différencient selon le taux de similarité des signes du cas avec ceux du prototype (Nendaz et al., 2005). La notion essentielle décrivant ce type d'architecture est également le prototype, qui renvoie à une conception incertaine de la catégorie. Un prototype représente le cas le plus typique référant le mieux la catégorie. Ainsi, l'idée de catégorie-prototype a été clairement expliquée, à travers une étude menée par Malt et al. (1984) sur les animaux. Cette étude concerne également la typicité de certains oiseaux, notée sur une échelle de 1 à 7. Il en découle que le rouge-gorge est le cas le plus typique de la catégorie des oiseaux (il représente le prototype de la catégorie) (Fig 2.6). Alors les chauves-souris, ont obtenu un score très faible, puisque ils partagent moins de caractéristiques avec le prototype de cette catégorie. La figure ci-dessous illustre les résultats de cette étude.

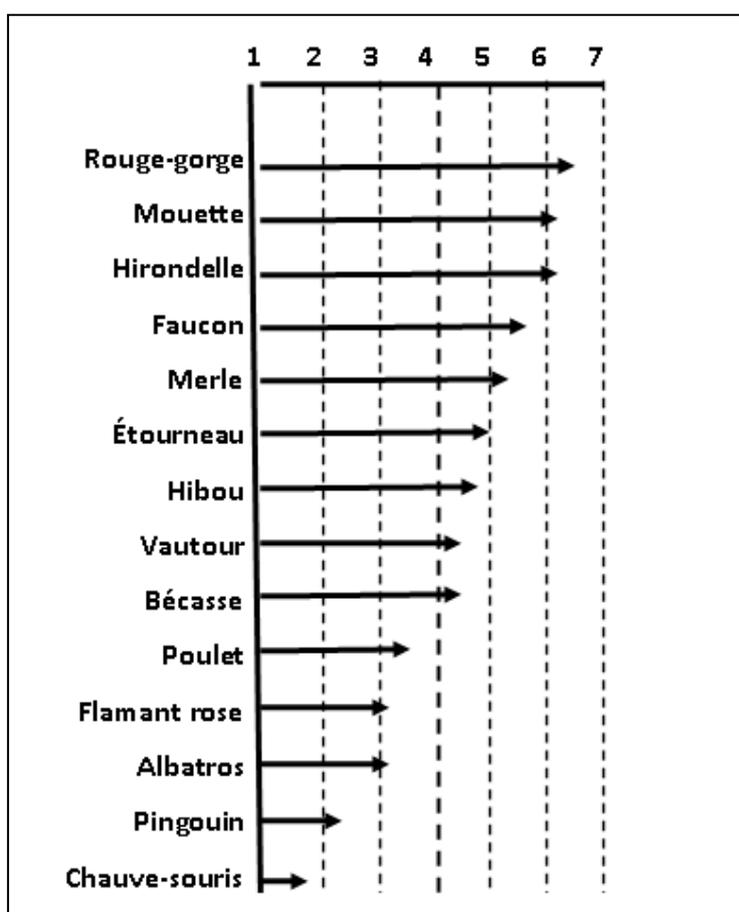


Fig 2.6. Estimations de la typicité de quelques animaux comme représentants de la catégorie « oiseau » (Duquerroux, 2009)

Dans le contexte médical, Papa et al. (1996) ont effectué une étude permettant de vérifier l'appartenance d'une pathologie à une catégorie, tout en examinant les réponses de certain nombre de médecins. Il a été démontré que les médecins ont pu

facilement déterminer la catégorie des cas les plus typiques. Par conséquent, le principe de prototypes peut alors être exploité dans les systèmes éducatifs afin d'améliorer la qualité de l'apprentissage (Nendaz et al., 2005).

2.3.2.3 Architectures complexes

La représentation des connaissances selon les architectures complexes se fait à travers un réseau composé de concepts et relations entre ces concepts. Les concepts sont activés par un stimulus avec une activation qui se répand sélectivement à travers les liens (Collard, 2014). Le diagnostic effectué sur la base de ce type d'architecture permet également de sélectionner le chemin, via les réseaux de connaissances médicales, aux concepts qui représentent les catégories de pathologies. La sélection du chemin est également guidée par les informations cliniques caractérisant un cas particulier. Les réseaux sémantiques, les scripts et les schémas représentent les modèles qui rentrent dans ce type d'architecture.

2.3.2.3.1 Réseaux sémantiques

Les réseaux sémantiques sont définis comme étant des graphes orientés et étiquetés, dont les nœuds représentent les concepts, et les arcs représentent les relations sémantiques existantes entre ces concepts. Par exemple la connaissance qui indique que la voiture fait parti des véhicules à moteur, peut être représentée par un réseau sémantique composé aussi bien des deux concepts : « voiture » et « véhicules à moteur » qu'un un arc étiqueté par la phrase « est-un ».

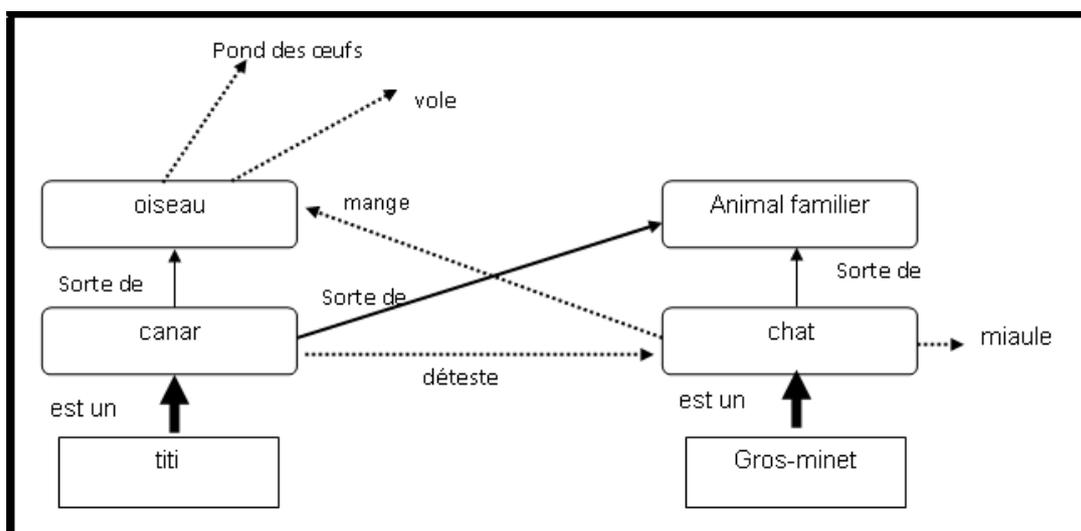


Fig 2.7. Exemple de réseau sémantique (Eustache et al., 1996)

Le réseau peut correspondre à un modèle sémantique représentant la mémoire à long terme d'un clinicien. Face à certains cas cliniques, le clinicien fait appel à ses

connaissances enregistrées dans sa mémoire. L'information qui est portée par un nœud du réseau est définie (1) par le concept lui-même ; (2) par les autres concepts auxquels il est lié et enfin (3) par la nature sémantique des liens.

Parmi les recherches les plus intéressantes en sciences cognitives qui considèrent les réseaux sémantiques comme étant un modèle d'organisation de connaissances, nous citons le travail de Bordage (2005). Ce dernier a essayé d'étudier la problématique d'organisation des connaissances cliniques, selon la qualité de ces réseaux sémantiques, et ce à travers l'analyse des discours des cliniciens avec leurs patients lors des séances de traitement des cas cliniques. Cette recherche a permis de dégager quatre types de discours qui correspondent à quatre modèles d'organisation de connaissances dans la mémoire du clinicien à savoir :

- *Modèles réduit* : Ce cas de mémorisation aura lieu lorsque le clinicien n'a absolument pas d'informations appropriées sur problème. Il peut même correspondre aux cliniciens qui trouvent des difficultés d'accès à leurs connaissances médicales.
- *Modèle dispersé* : C'est le cas vraisemblablement de mémorisation à travers l'apprentissage par cœur. Cependant, bien que la mémoire à long terme de ce type de clinicien peut contenir des informations pertinentes en relation avec le problème rencontré, mais elles ne sont pas structurées de façon lui permettant de les réactiver et les mobiliser dans la résolution du problème.
- *Modèle élaboré* : C'est un modèle constaté d'un discours utilisant beaucoup de comparaisons et de contraction, ce qui reflète la bonne organisation de connaissances, qui se caractérise par des liens riches et fonctionnels qui ont été établis entre les données cliniques.
- *Modèle compilé ou encapsulé* : Ce modèle représente également les discours des cliniciens expérimentés, qui utilisent beaucoup plus le processus de raisonnement non-analytique. Ce type de médecins utilise quelques mots clés qui peuvent résumer tout le détail autour de la situation rencontrée.

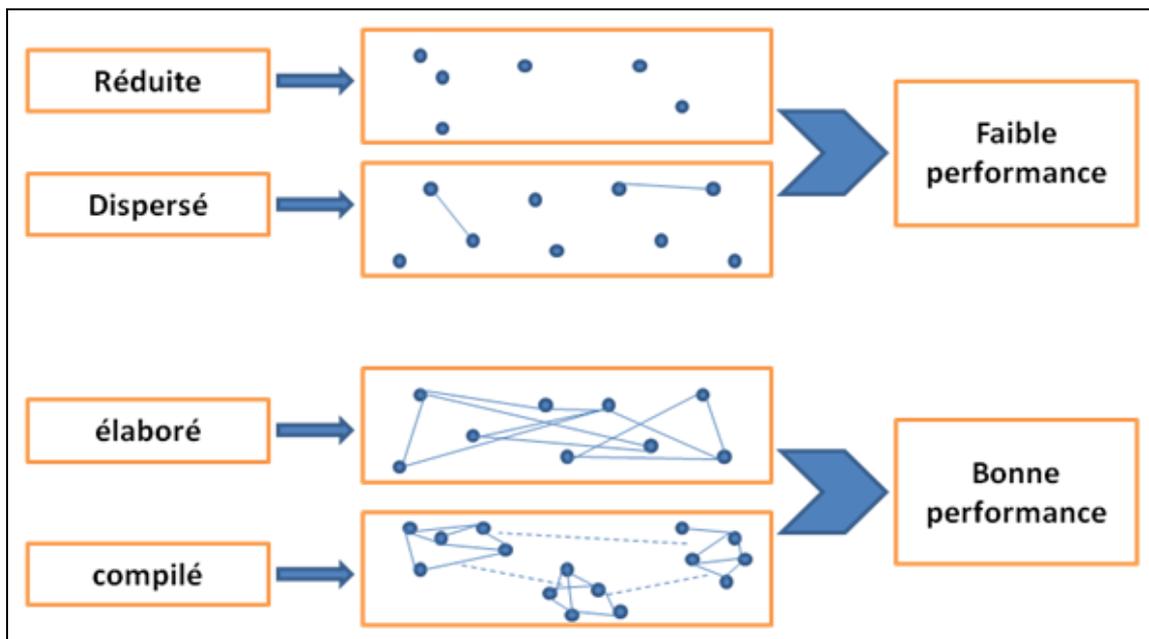


Fig 2.8. Les quatre modèles d'organisation de connaissances dans la mémoire des cliniciens

Afin de bien expliquer le principe de ces modèles, notamment dans le contexte médical, nous présentons ici un exemple étudié par Nendaz (2005). Un patient, ayant soixante treize ans, se plaignant de fourmillements et de faiblesse de la main droite depuis quatre mois et de la main gauche depuis deux mois. L'examen physique révèle une atrophie des muscles intrinsèques de la main droite avec faiblesse à l'abduction des doigts et diminution de la sensibilité de l'annulaire et l'auriculaire, et une absence du réflexe ostéotendineux brachioradial droit. Aux membres inférieurs, réflexes ostéotendineux vifs et symétriques avec clonus non soutenu des deux pieds.

Le tableau suivant (Table 2.1) illustre, de manière claire, les quatre modèles avec les discours sous-jacents.

Types de discours	Description	Exemple
Réduit	Il n'y a aucun effort d'abstraction, pas de connections entre les données du patient et les connaissances	Je ne sais pas. Je ne me souviens pas de ce que représentent des reflexes vifs et un clonus. Il y a un problème neurologique mais que je n'arrive pas saisir.
Dispersé	Il y a quelques abstractions mais les	Atteinte des membres

	<i>Hypothèses diagnostiques ne se réfèrent pas aux données cliniques et sont listées de manière statique, sans être comparées et contrastées les unes aux autres.</i>	<i>supérieurs et inférieurs. . . Il y a donc atteinte des extrémités. On peut évoquer l'alcoolisme, un déficit en vitamine B12, une polyneuropathie.</i>
<i>Élaboré</i>	<i>Les abstractions sont nombreuses et sont utilisées à bon escient pour comparer et contraster des hypothèses diagnostiques</i>	<i>Il s'agit d'un homme âgé avec apparition progressive d'un problème sensoriel et moteur bilatéral et asymétrique. Il y a un déficit moteur aux membres supérieurs et un syndrome pyramidal aux membres inférieurs. Je peux donc écarter un problème périphérique aux membres inférieurs. Une cause centrale est la plus probable (. . .) avec une arthrose cervicale causant une myélopathie au niveau de C-T1 et une radiculopathie bilatérale</i>
<i>Compilé</i>	<i>Le clinicien reconnaît un ensemble de données cliniques qu'il associe à une hypothèse diagnostique.</i>	<i>C'est un tableau qui me fait penser à un syndrome sous-lésionnel secondaire à une myélopathie cervicale causant également une radiculopathie C8 bilatérale. Il est surprenant que le malade ne se plaigne pas de douleurs cervicales.</i>

Table 2.1. Types de discours reflétant l'organisation de la pensée selon le modèle de réseaux sémantiques (Nendaz et al., 2005).

2.3.2.3.2 *Scripts*

Dans le contexte médical, face aux cas cliniques les cliniciens doivent produire des diagnostics efficaces qui constituent une base extrêmement importante sur laquelle les soins médicaux qui s'en suivent vont appuyer. Pour ce faire, les cliniciens doivent disposer de connaissances spécifiques bien organisées. L'organisation des connaissances dans la mémoire à long terme peut se faire selon une architecture baptisée « Scripts ». En effet, Les scripts sont des architectures de connaissances permettant de réaliser des actions spécifiques (Collard, 2014).

Les connaissances relatives à une maladie peuvent être organisées par des scripts contenant les associations que le clinicien a établies entre la pathologie, ses signes et symptômes et des cas semblables antérieurement rencontrés. Lors du traitement d'un nouveau cas clinique, les comparaisons des données du patient avec les informations contenues dans un script sont également faites afin de sélectionner les hypothèses adéquates. Par conséquent, les scripts qui acheminent la recherche d'information évoluent avec l'expérience du clinicien et deviennent de plus en plus fonctionnels (Collard, 2014).

Par ailleurs, à la fin des années 70, deux chercheurs : un informaticien et psychologue, ont essayé de développer un programme informatique permettant de comprendre le langage naturel humain. Ils ont trouvé en conséquence des difficultés de compréhension du sens, notamment lorsqu'il s'agit de court récit (Jallais, 2006). A titre d'exemple, « *Quand le ballon a touché l'ampoule, il explose. Ceci a fait pleurer le bébé. Mary regarda méchamment John et pris le bébé. John haussa les épaules et ramassa les restes du ballon* ». Partant de ce récit, des connaissances implicites et d'autres explicites sont à distinguer. « Le ballon a touché l'ampoule » est également une connaissance explicite, quant à « l'explosion du ballon a généré du bruit » est une connaissance implicite. Enfin, les deux chercheurs ont conclu que les connaissances implicites sont stockées dans des structures d'organisation dite scripts, et elles permettent de renforcer la compréhension de l'environnement. Dans le milieu clinique, les médecins utilisent ce genre de script pour comprendre le cas en cours de traitement et prendre des décisions pertinentes selon les objectifs désirés. Les scripts se développent et s'enrichissent au fur et à mesure de l'expertise clinique, jusqu'à ce qu'ils arrivent au stade de maturité chez les médecins expérimentés (Nendaz et al., 2005).

2.3.2.3.3 *Schémas*

Par définition, un schéma est une structure de données représentant des concepts génériques enregistrés en mémoire. Sur la base des architectures complexes de type

schéma, l'acquisition, par un être humain, de nouvelles connaissances, provoque l'activation d'un processus mental permettant de les attacher à une structure en mémoire pour leur attribuer du sens. En effet, toutes les informations acquises sont également regroupées dans des concepts génériques classées en catégories afin de faciliter les éventuels futurs rappels. Dans cette dialectique, les schémas sont alors considérés comme étant des structures mentales assistant l'apprenant pour comprendre les données confrontées (Collard, 2014).

Dans le domaine de l'éducation médicale, de nombreux chercheurs considèrent les schémas comme un algorithme qui implique l'ensemble des hypothèses relatives à la situation clinique ainsi les données qui lui sont associées (Nendaz et al., 2005 ; CHAMBERLAND, 2007).

2.3.3 Cartes conceptuelles

Les cartes conceptuelles sont une nouvelle stratégie pédagogique basée principalement sur l'idée de la cartographie (Marchand & d'Ivernois, 2004). Cette méthode a été utilisée la première fois en 1972 par le chercheur Américain Donald Joseph NOVAK pour organiser ses idées et ses connaissances (Meyer, 2010). Les cartes conceptuelles permettent de visualiser les connaissances en les représentant aux apprenants sous forme de schéma (Fig 2.9) qui regroupe les concepts à apprendre et les relations qui existent entre eux (Laflamme, 2011). Il s'agit donc d'une technique qui favorise la mémorisation de connaissances de façon bien structurée. En effet, cette méthode aide les apprenants à utiliser les deux hémisphères de cerveau, ce qui permet d'augmenter leurs performances d'apprentissage (Meyer, 2010). De plus, elle stimule l'activation des anciennes structures cognitives à partir de la mémoire de l'apprenant et de les enrichir par de nouvelles connaissances. L'idée des cartes conceptuelles supporte le principe de la création du savoir qui stipule que l'information devient une connaissance en faisant des liens significatifs entre cette information et les connaissances existantes (Michaud et al., 2008).

Dans le domaine médical, les cartes conceptuelles peuvent être utilisées dans l'apprentissage aussi bien individuel que collaboratif. Elles sont largement utilisées dans les méthodes de l'apprentissage par problème pour organiser la démarche clinique tout en favorisant l'interaction et la négociation entre les apprenants. Cette méthode peut être même utilisée par les enseignants lors de la préparation de leurs programmes d'enseignement, l'organisation et structuration du produit qui sera transmis aux apprenants, et la planification du contenu des curricula de l'apprentissage par problème. De plus, les cartes conceptuelles se considèrent comme

un outil avantageux pour expliciter les relations qui existent entre les différentes disciplines médicales (Marchand & d'Ivernois, 2004).

Concernant l'évaluation des apprenants, les cartes conceptuelles peuvent être utilisées comme un outil de visualisation des connaissances antérieurement acquises par les apprenants afin de déterminer les incompréhensions, les lacunes et les erreurs qui existent au niveau de la structure cognitive. L'adoption des cartes conceptuelles comme un outil d'apprentissage ou d'évaluation dans le domaine médicale requière, au début, une formation pour maîtriser ses méthodes d'utilisation pour résoudre les problèmes cliniques. Tenant en compte que l'idée des cartes conceptuelles reflète le principe du courant cognitiviste qui énonce que la bonne méthode d'apprentissage dans le domaine médical ne doit pas uniquement encourager l'apprenant à ajouter de nouvelles connaissances, mais elle doit aussi l'inciter à ajuster les liens qui existent entre eux (Marchand & d'Ivernois, 2004).

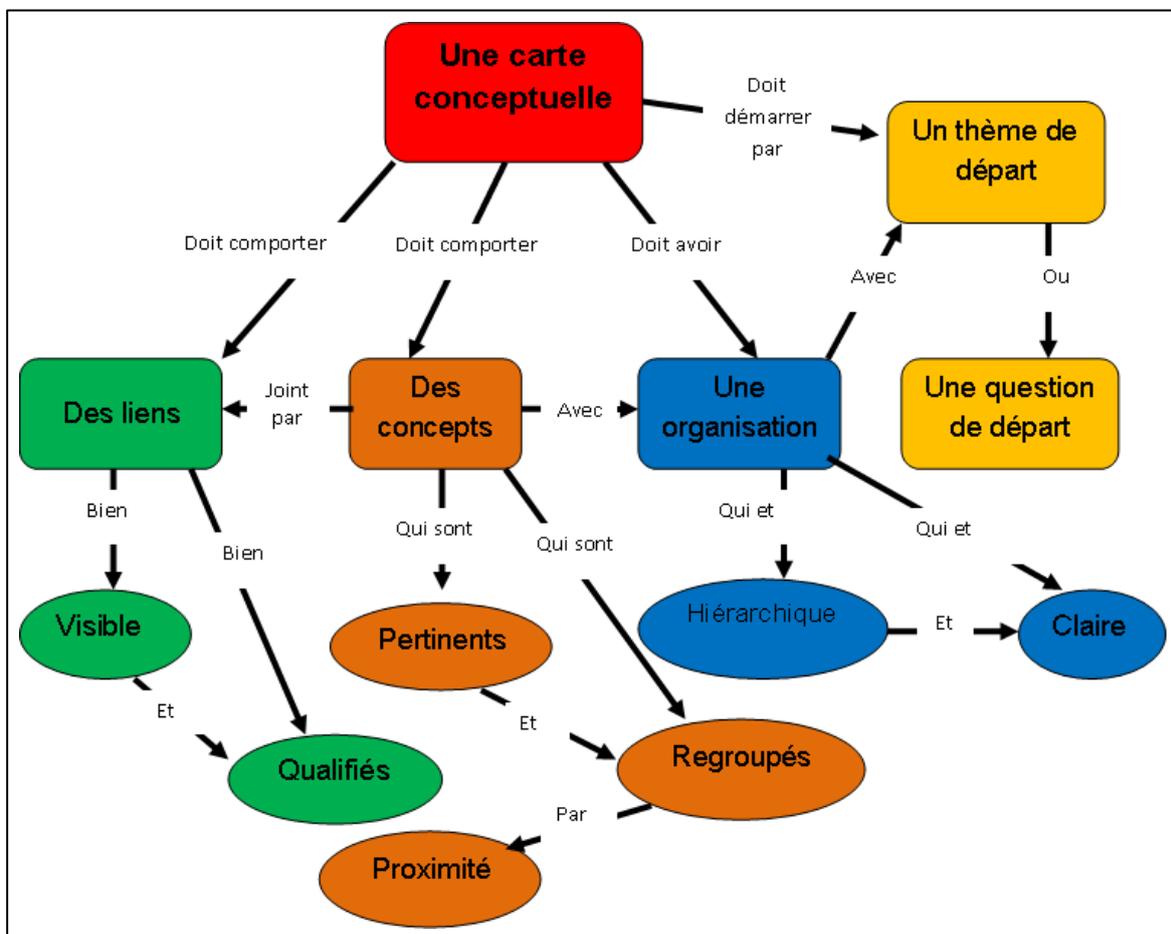


Fig 2.9. Exemple d'une carte conceptuelle (Boukobza, 2013)

2.4 Apports des TIC dans l'apprentissage du raisonnement clinique

L'avancement considérable qu'a connu le monde actuel, notamment en termes de technologies de l'information et de la communication (TIC) a également un impact primordial sur toutes les sphères de la société. Dans le domaine de l'enseignement, l'intégration des TIC a aussi transformé la relation pédagogique classique qui présuppose l'unicité du temps et de la localisation. En effet, l'enseignant transmet son savoir à ses apprenants en coprésence ainsi qu'il contrôle de manière régulière l'acquisition des connaissances soit en temps réel soit en temps différé. En effet, l'exploitation des solutions basées sur les TIC permettent particulièrement d'établir une nouvelle relation pédagogique indépendante du temps et du lieu. En plus, elles mettent à la disposition des apprenants des outils importants permettant la production et l'exploration des savoirs. Ceci requiert la présence de nouveau mode d'accompagnement du processus d'acquisition des connaissances et nécessite encore l'enrichissement des anciens paradigmes par un nouveau basé sur l'activité de l'apprenant et la construction de processus cognitifs d'apprentissage.

Par ailleurs, les stratégies d'ARC sont en relation étroite avec l'efficacité des cliniciens, notamment lorsqu'ils se présentent devant des cas cliniques réels. C'est ainsi que de nombreux auteurs établissent un lien entre la capacité de résoudre des problèmes et l'utilisation de stratégies d'apprentissages pertinentes (Poirier-Proulx, 1997). En outre, afin que l'apprenant apprenne de manière efficace et agisse convenablement, il doit mobiliser toutes ses connaissances. C'est en fait que les TIC favorisent largement la naissance de plusieurs nouvelles formes d'acquisition de connaissances. Ceci donne aux apprenants les possibilités de consulter, indépendamment du temps et du lieu, toutes formes de ressources pédagogiques, de toutes natures, de toutes cultures et de toutes disciplines. En outre, l'apprenant peut s'engager de façon active dans la résolution de problèmes cliniques rencontrés au plus proche du problème réel. Les informations, dont a besoin pour trouver des solutions, sont recherchées de manière autonome en plaçant alors les apprenants devant des stratégies individuelles d'apprentissage.

Sur le plan social, les TIC ont joués un rôle assez important, notamment en termes des interactions sociales multiples autour de l'ARC. Par conséquent, les liaisons interpersonnelles au sein des groupes, le transfert des savoirs, la confrontation de diverses opinions et la comparaison de plusieurs méthodes de résolution permettent aux apprenants entre autres d'enrichir leurs connaissances, tout en considérant que

leurs propres représentations ne sont pas universelles. Ainsi, ces représentations peuvent être transformées pour en adopter d'autres plus pertinentes au regard des cas cliniques en questions.

Il est tout à fait évident que les TIC ont également justifiées leur rôle notamment en termes d'accomplissement et d'enrichissement de la formation initiale. Néanmoins, la formation médicale a des spécificités particulières à savoir : le rôle du patient y est fondamental, la relation médecin-patient y est importante et la synergie entre les différents médecins de diverses disciplines y est aussi primordiale. Toutes ces spécificités représentent une part importante de l'apprentissage.

Par ailleurs, la démarche pédagogique reste la base fondamentale de la qualité d'une formation, en coprésence ou à distance. Les facultés de médecine ont profitées de ces TIC, tout en développant des méthodes d'enseignement basées sur la démarche active de l'apprenant à savoir : l'apprentissage par problèmes, ateliers d'apprentissage du RC, etc. Par conséquent, l'apprenant est considéré selon ces méthodes un acteur principal de sa formation. La complémentarité de ces démarches avec les TIC représente sans aucun doute une voie de développement assez importante dans laquelle nous inscrivons le travail de recherche de cette thèse.

2.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la problématique générale de notre contexte de travail, qui concerne également l'apprentissage du RC. Ceci constitue une étape de réflexion et d'étude des résultats acquis dans ce contexte. Par conséquent, nous avons exposé, en premier lieu, le principe général du processus du RC, tout en commençant par la présentation des différentes définitions proposées dans la littérature ensuite nous avons discerné les différents modèles de RC, qui peuvent être classés en deux grandes classes à savoir : les modèles analytiques et modèles non-analytiques.

Du fait que l'efficacité du RC dépend étroitement de la qualité de formation offerte aux différents cliniciens, les séances d'apprentissage du RC semblent une méthode pédagogique originale. C'est ainsi que la deuxième partie de ce chapitre a été consacrée à l'étude du processus d'apprentissage du RC, des types d'architecture d'organisation des connaissances dans la mémoire à long terme du clinicien et enfin de l'apport des TIC dans l'apprentissage du RC.

A ce stade, nous pouvons dire que toutes solutions proposées dans la littérature, notamment celles abordant l'amélioration de l'apprentissage du RC par les TIC se

limitent uniquement à la proposition de nouvelles solutions basées sur le principe de téléenseignement. Ces solutions permettent également de proposer aux apprenants des outils informatiques, qui s'intéressent uniquement à l'assistance du processus d'acquisition de connaissances de manière individuelle et autonome. Il s'est avéré donc que la majorité de ces solutions ignorent absolument les aspects de coopération et collaboration synchrone d'un groupe d'apprenants autour de cas cliniques proposés par leur tuteur. En effet, nous avons apprécié l'absence de définition du concept d'espace de travail partagé. Nous pensons que cette nouvelle forme de coopération s'appuie principalement sur l'installation d'outils de travail collaboratif baptisés Collecticiels (Groupware). C'est ainsi que le chapitre suivant est totalement consacré pour détailler notre principe de modélisation des activités collaboratives d'ARC.

Chapitre 3 : Environnement d’apprentissage collaboratif du raisonnement clinique : Modélisation, conception et mise ne œuvre

3.1 Introduction

Dans notre travail de recherche, l’accent est mit sur la proposition d’une solution informatique permettant le téléapprentissage collaboratif du RC. Nous ciblons donc comme objectif principal de permettre non seulement aux apprenants en médecine de suivre leur processus d’ARC à distance mais aussi de pouvoir l’effectuer en collaboration avec l’ensemble des apprenants engagés. Dans cette perspective, notre intérêt est porté sur l’aspect mobilité des apprenants ainsi que les enseignants, et donc, sur les moyens de communication, de coordination et de négociation les plus adaptés. Par conséquent, une telle solution va permettre, sans aucun doute, d’augmenter, d’une part, la disponibilité et la mobilité des apprenants et enseignants et d’autre part de diminuer de manière importante les coûts occasionnés par les déplacements des apprenants et enseignants afin de suivre une séance d’apprentissage du RC.

L’établissement d’un diagnostic médical est une tâche de nature collaborative qui implique souvent la contribution de plusieurs médecins de diverses spécialités. L’efficacité d’une telle collaboration dépend également sur le comportement des médecins les uns avec les autres, et donc sur la bonne construction d’un référentiel commun. Ce dernier peut être facilement construit lorsque les médecins se

familiarisent les uns avec les autres depuis leur formation médicale. L'apprentissage collaboratif du diagnostic médical constitue une alternative pédagogique effective qui peut compléter les insuffisances de l'enseignement classique. Ce chapitre sert à mettre en valeur les dimensions de communication, coordination et négociation dans l'environnement que nous proposons afin d'assister le processus d'apprentissage collaboratif. Par conséquent, nous entreprenons réunir les conditions technologiques de support afin de favoriser la construction collective des connaissances, notamment les connaissances en RC par les apprenants et les tuteurs impliqués.

3.2 Approche de modélisation

Dans l'intention d'enrichir le secteur d'éducation médicale par des solutions innovantes exploitant les TIC comme support de base, nous avons dirigé la recherche menée dans le cadre de cette thèse vers l'objectif permettant de tirer profit des contributions effectuées dans le domaine de TCAO. Dans cette perspective, nous avons conçu un nouveau modèle de collaboration particulièrement dédié au support d'apprentissage collaboratif du RC. Cette section est également consacrée à la description d'un tel modèle.

Le processus de l'Apprentissage Collaborative du Raisonnement Clinique (ACRC) implique, d'un côté, une ramification de ses activités qui sont très complexes, et de l'autre côté, son analyse d'un point de vue pédagogique, notamment en termes d'acquisition et de la structuration des connaissances. C'est ainsi qu'une étude approfondie dans d'autres disciplines, telle que les sciences cognitives, semble plus qu'intéressante. En effet, toute tentative d'analyse et de compréhension du processus d'acquisition de connaissances dans le cas du RC impose le recours à certaines théories fondamentales liées au contexte d'apprentissage à savoir : le cognitivisme (Brown et al., 1989; Feltovich et al., 1989) et le constructivisme (Sherman, 1995; Spiro et al., 1995) , etc.

Ce que nous devons garder à l'esprit que notre objectif dans cette thèse est loin de détailler le domaine complexe de l'acquisition de connaissances. Néanmoins, nous nous le focalisons principalement sur la dimension collaboration des activités d'ARC. En effet, nous allons explorer des concepts de base du travail collaboratif pour concevoir et développer des outils qui aident les apprenants dans leurs activités d'apprentissage en groupe. Nous souhaitons, via notre contribution, de construire, entre autres, un lien entre la technologie et la pédagogie.

3.2.1 Modèle d’ACRC

En s’inspirant de l’étude effectuée, par notre directeur de thèse, dans le contexte de la télémaintenance industrielle sur également le processus d’élaboration de l’expertise (Hedjazi, 2011; Hedjazi, in press), nous avons proposé notre modèle dédié au processus d’acquisition de connaissances dans le contexte médical, notamment le contexte d’ARC (Ferradji & Zidani, 2016). En effet, ce modèle, qui est clairement exprimé par la figure ci-dessous, montre qu’un tel processus est principalement basé sur l’effort personnel de l’apprenant ainsi qu’il est aussi enrichi par des échanges, des confrontations, des négociations et des interactions interpersonnelles (avec les autres apprenants et tuteurs). La partie gauche de la figure (Fig 3.1.a) explique bien le rôle central que doit jouer l’apprenant pour construire, raffiner et structurer ses propres connaissances. Dans un environnement collaboratif d’apprentissage, l’espace privé permettant aux apprenants de consulter des contenus pédagogiques est d’une importance extrême dans notre approche de modélisation, ce qui explique notre point de vue que nous partageons avec la théorie constructiviste, notamment en ce qui concerne sa vision sur l’acquisition de connaissances, qui considère l’apprentissage comme un acte intentionnel de nature personnelle. C’est ainsi que les anciennes approches telles que les approches d’EAO aient fondamentalement centré leur intérêt permettant de proposer des solutions informatiques d’assistance fondés sur l’exploitation personnelle par les apprenants. Néanmoins, ces solutions ne fournissent absolument aucun outil pour répondre aux besoins spécifiques des activités collaboratives liées au contexte de l’apprentissage, notamment l’ARC. Dans la perspective de compléter ce point de vue constructiviste par le principe de la théorie socioconstructiviste, la partie droite du modèle explique en effet les relations entre l’acquisition personnelle et sociale de connaissances (Fig 3.1.b).

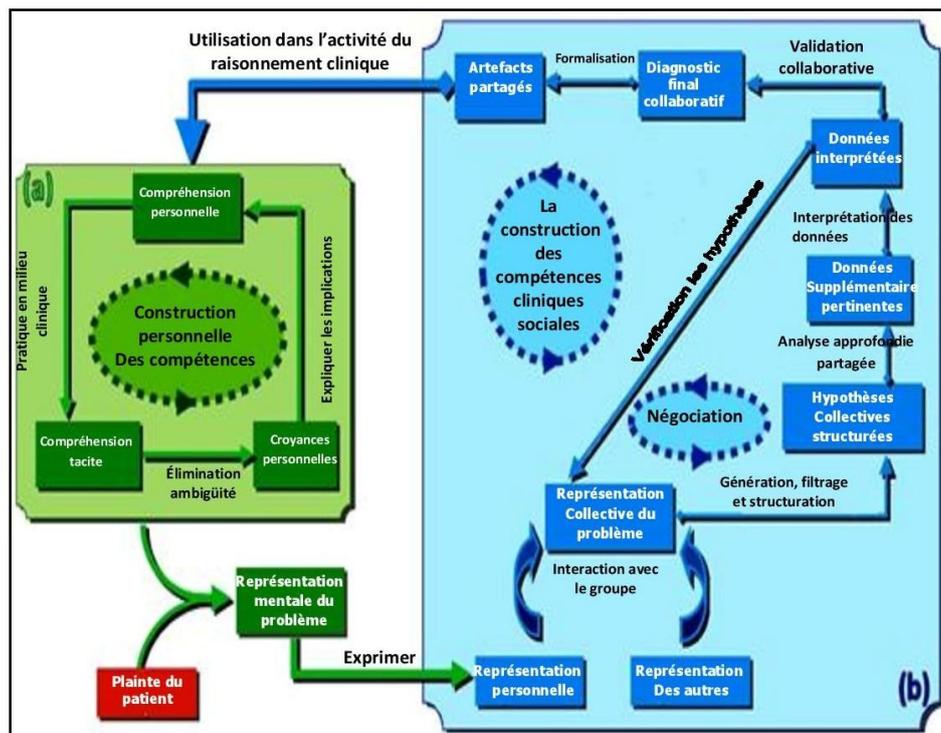


Fig 3.1. Modèle d'ACRC

Dans cette dialectique, nous jugeons que toute solution informatique, basée sur les fondements du domaine du TCAO, et qui permet d’apporter de manière significative des améliorations au processus d’acquisition de connaissances médicales, notamment en matière de RC, est d’une importance extrême. C’est en effet que nous avons adopté une approche d’apprentissage collaboratif à distance du RC, qui constitue à notre sens une tentative d’évolution des environnements de support d’apprentissage classique (EAO) vers de nouveaux environnements construits sur la base d’espaces de travail partagés supportant la collaboration et permettant la construction sociale de connaissances.

Par ailleurs, rejoignant le point de vue technologique adopté à la fois par Daniel (2014) et Kannampallil et al. (2013) stipulant que dans un environnement collaboratif, la gestion de la distribution, sur le réseau à travers des supports adéquats, doit être mise en place. Ceci permet à l’apprenant non seulement d’agir sur ses propres connaissances exprimées à travers ces supports, mais aussi d’interagir avec ses collaborateurs afin de leur exprimer son opinion. C’est ainsi qu’il est bien mentionné sur la figure (Fig 3.1.b) qu’un apprenant peut partager avec ses collaborateurs sa représentation personnelle du cas clinique en question. Autrement dit, il s’agit de dissimuler la barrière spatio-temporelle afin d’apporter cognitivement

les différents acteurs à s'impliquer dans une session d'ACRC. Comme dans le cas de l'apprentissage par problème, l'enseignant clinicien joue le rôle d'un facilitateur, qui aide les apprenants à construire leurs propres compréhensions, sans avoir aucune influence du tout de sa part.

Selon notre modèle, le point de départ du processus d'ACRC est également une représentation personnelle d'un cas clinique à travers laquelle le processus collaboratif peut s'initier, tout en accédant à l'espace social de construction de connaissances et de savoirs-faires. Les débats sur le cas clinique sont abordés sous la supervision de l'enseignant clinicien (tuteur) qui peut intervenir à tout moment pour faciliter le dialogue, la coordination et la négociation. Par conséquent, la confrontation des idées, générées par les différents apprenants lors d'une session d'ACRC, peut ramener à des situations permettant entre autres aux croyances d'un apprenant d'être contestées par ses pairs, d'être mise à un déséquilibre cognitif ou d'être renforcées.

Enfin, une fois le diagnostic collaboratif est atteint, l'apprenant exploite cette expérience pour consolider ses connaissances en conformité avec ses convictions et son rythme d'apprentissage.

3.3 Notre approche de conception

Après avoir discuté, de manière détaillée, le principe de notre modèle proposé pour guider le processus de développement d'un environnement collaboratif d'assistance de l'ARC, il semble approprié d'identifier les facteurs clés constituant les fondements sur lesquels s'appuie notre approche de conception d'un tel environnement. Ces facteurs sont également inspirés d'une ancienne étude menée par Zidani (2000) dans son travail de recherche.

3.3.1 Caractéristiques générales

Le processus d'ACRC reste une activité complexe à entourer, du fait qu'il existe de nombreuses questions pour lesquelles on doit trouver des réponses, notamment en l'absence d'une étude sociale explicite qui peut identifier efficacement les besoins des apprenants en médecine engagés dans une session d'apprentissage collaboratif. Ainsi, les membres du groupe sont souvent confrontés à une séquence complexe d'influence mutuelle, notamment en raison de leurs différences interpersonnelles comme il a été relevé par *Bonito* dans sa publication (*Bonito, 2002*). En fait, la difficulté produite lors de la modélisation d'un tel processus est le fait que certaines

activités ne peuvent pas être observées, ni décrites, comme les activités mentales nécessaires pour résoudre un problème (cas clinique).

En outre, chaque groupe d’apprenants en médecine se caractérise par ses spécificités, y compris ses propres stratégies de raisonnement qui peuvent être, en fonction des interactions entre les membres participants, mises à des changements dynamiques. Ceci donne une idée claire sur le défi que nous devons relever afin d’analyser en profondeur le processus d’ARC. C’est en effet que tout un chapitre de cette thèse est consacré à l’étude de l’ARC (Chapitre 2).

Dans le but de respecter les caractéristiques de notre modèle, tout en essayant de répondre de façon plus au moins efficace aux besoins des apprenants, qui sont souvent divers, nous avons décidé, lors de la conception, de tenir compte de l’aspect flexibilité de l’environnement. En d’autres termes, l’environnement doit être suffisamment souple pour permettre aux apprenants, en fonction de leurs préférences, de configurer leurs espaces de travail.

Par ailleurs, notre conception prend en considération les apprenants retardataires et absents d’une session d’apprentissage, et ce à travers l’intégration d’un questionnaire de session leur permettant de rejoindre, à tout moment, les sessions d’apprentissage courantes, tout en mettant à leur disposition les moyens permettant de rejouer les séquences des sessions précédentes. Ceci constitue à notre sens un moyen efficace pour les apprenants afin de renforcer d’avantage la structuration de leurs connaissances.

L’environnement d’ACRC est conçu pour assister la collaboration, de plusieurs apprenants avec leur tuteur, autour d’un cas clinique. Nous soulignons ici l’utilité de tenir en compte, pendant la phase de conception, de l’aspect complexité de la procédure intellectuelle et sociale impliquée dans le processus d’ACRC. En effet, la divergence des opinions au sein du groupe génère souvent des activités intellectuelles énormes, notamment celles liées au concept de coordination. C’est ainsi que nous avons intégré dans notre environnement un système de communication textuelle et un outil de vote pour favoriser l’interaction et faciliter la négociation entre les apprenants. Ceci permet aux apprenants d’atteindre plus rapidement un consensus, particulièrement en situations de conflits.

3.3.2 Dimension sociale

Lors d’une activité collaborative, la dimension sociale joue un rôle primordial, notamment afin d’amener le groupe à atteindre efficacement son objectif. Cette

dimension a été largement abordée par de nombreux chercheurs comme en témoignent le nombre de travaux de recherche qui lui ont été consacrés (Bridges, Chan & Hmelo-Silver, 2016; Chan, 2004; Egan & Jaye, 1996). Le reste de cette section est en effet consacré à présenter les alternatives que nous offrons, à travers l’environnement, aux apprenants ainsi qu’aux tuteurs, en termes d’organisation du groupe, qui se base principalement sur les rôles qui peuvent être attribués aux apprenants, tuteurs et patients.

Tuteur : L’utilité de la présence d’un tuteur lors des séances d’apprentissage collaboratif est plus qu’évidente. Ce concept a été largement abordé dans la littérature avec différentes appellations (Garrot-Lavoué et al., 2009), et ce selon les rôles qu’on lui assigne à savoir : modérateur, facilitateur, tuteur en ligne, e-tuteur, mentor pédagogique, accompagnateur, etc. Pour ne pas confondre entre ces rôles, nous préférons utiliser l’appellation tuteur, qui est, à notre sens, un membre exerçant pratiquement tous les rôles associés à toutes ces appellations. En effet, selon notre approche de conception, le tuteur, qui peut être assigné au gestionnaire de la session, à un ou plusieurs enseignants et il peut même être affecté à un apprenant, peut jouer entre autres les rôles suivants :

- *Il aide les apprenants à trouver les ressources qui peuvent l’assister afin de produire un bon diagnostic du cas clinique en question,*
- *Il prend la tâche de l’animation des discussions entre les apprenants, il pose par exemple des questions et incite les apprenants à discuter et à critiquer.*
- *Il peut devenir un soutien à l’apprenant à son intégration au groupe,*
- *Il peut exercer la tâche d’un médiateur humain pour entre autres : stimuler, relancer, motiver l’apprenant.*

Apprenant : Dans notre environnement d’ACRC, l’apprenant est un membre du groupe dont la tâche est de participer avec ses pairs à la résolution du problème en question, tout en élaborant un diagnostic médical d’un cas clinique. Le but d’une telle participation est également la construction des connaissances partagées dans les groupes de pairs. Par conséquent, l’apprenant peut exercer plusieurs rôles que lui permettant entre autres :

- *De participer de manière active à son apprentissage,*
- *De discuter et négocier des solutions,*
- *De partager ses connaissances avec ses pairs,*
- *De se motiver et de motiver ses pairs,*
- *De faire de la recherche en groupes.*

Patient : Le tuteur, peut mettre les apprenants devant un cas clinique réel, tout en intégrant dans le groupe un patient. Ce dernier offre pratiquement toutes informations à propos de sa maladie. Nous pensons que ce choix conceptuel est important, notamment pour familiariser les apprenants en médecine à travailler sur des situations cliniques réels.

Gestionnaire de sessions : est un rôle attribué à une personne (qui peut être un tuteur) pour préparer l'environnement à être exploité pour des fins d'apprentissage. En effet, lors de la première session, le gestionnaire de sessions procède à l'accueil et à la mise en route des activités d'apprentissage. Ensuite, il introduit la description du cas clinique à présenter aux apprenants comme un problème à résoudre, tout en fixant l'ordre du jour pour la session ainsi les objectifs de l'apprentissage. Il supervise d'ailleurs l'avancement du processus d'apprentissage collaboratif.

3.3.3 Dimension coordination

L'apprentissage collaboratif est considéré comme un des formes de «*l'activité collective*». L'activité collective peut se définir comme étant «*l'activité menée par un ensemble d'opérateurs travaillant dans un même but, qui se sont concertés à cet effet, qui coordonnent leurs activités et coopèrent.*» (Desnoyers, 1993). La collaboration et la coordination sont considérées comme deux principales formes du travail collectif, généralement indissociables.

La plupart des auteurs (psychologues, ethnologues, sociologues, etc.) s'accordent que la collaboration ne peut fédérer totalement les actions individuelles sans qu'il ait de coordination. Néanmoins, la coordination n'est jamais appréhendée sans contexte de collaboration. En effet, ces deux notions ne sont pas en opposition, elles ne sont aussi pas des alternatives, mais elles représentent deux dimensions de l'activité sociale et collective. C'est ainsi que toutes les recherches dans ce contexte représentent toujours des analyses de la coordination dans un groupe de travail au sein duquel les acteurs concourent vers un objectif commun.

Le concept de coordination a été défini par (Malone & Crowston, 1990), comme étant : «*L'acte de travailler ensemble de façon harmonieuse.*». «*L'harmonie*» rend compte de résolution de conflits souvent inhérents à la collaboration.

Partant de cette définition, la coordination, dans le contexte de notre thèse, concerne également les activités des apprenants, des tuteurs, des patients et de gestionnaire de sessions. Ainsi, nous partageons le point de vue de Kuiper et al. (2016) qui ont montré l'utilité de la coordination dans le contexte du RC. Dans le cadre de cette

thèse, la coordination constitue une activité extrêmement importante, notamment pour amener à un apprentissage collaboratif efficace. Par conséquent, une fois les rôles et les responsabilités sur les espaces partagés sont bien distribués, la coordination apporte un gain de temps important, de la sécurité dans l'implémentation et, en fin de compte, de la sérénité pour aussi bien les gestionnaires de sessions que les apprenants et tuteurs.

Par ailleurs, en utilisant l'espace de travail partagé, tout acte, effectué par un membre participant dans la session d'apprentissage, provoque la génération d'un événement dans l'environnement, qui est ensuite diffusé, par son noyau, aux gestionnaires des différentes Interfaces Homme Machine (IHM) afin d'y préserver leur cohérence. Cette idée, qui se base sur le principe de notification (Wang et al., 2007; Patterson et al., 1996), permet de propager tout changement d'état de l'espace partagé afin de renforcer, d'une part l'activité de coordination, et d'autre part, d'augmenter, chez les apprenants, le sentiment d'appartenir au groupe (autrement dit la conscience de groupe) (Ramduny et al., 1998).

Dans cette vision, l'origine principale de notre conception, notamment en termes de mise en place de l'activité de coordination, est également la réalité de l'activité collaborative. Naturellement, l'activité de coordination est implicitement installée et captée uniquement à travers ses répercussions sur l'environnement physique, qui est certainement composé de plusieurs objets naturel baptisés « *objets de coordination* ». C'est ainsi que Schmidt & Simone (1996) considèrent l'activité de coordination comme étant « *une construction établie d'un coté par les protocoles de coordination, et d'un autre coté par un objet de coordination.* ». Dans le but de concrétiser ce principe dans notre environnement d'ACRC, nous avons décidé de schématiser un diagnostic médical par une structure graphique sur laquelle notre protocole de coordination se met en place à travers le principe de la notification introduit précédemment.

3.3.3.1 Protocole et objets de coordination

La présence de plusieurs apprenants travaillant simultanément dans un même espace partagé peut générer des perturbations sur le processus d'apprentissage, notamment lorsque les apprenants perdent le fil, en percevant la grande quantité d'événements produits dans l'environnement. Ceci nous a amené à réfléchir afin d'introduire un outil permettant d'orienter les apprenants dans l'activité collaborative, en leur offrant la possibilité de visualiser une vue exhaustive et concise à propos de la collaboration déroulant autour de la proposition d'un diagnostic médical à un cas clinique soulevé par un tuteur.

Pour profiter de la métaphore des objets de coordination naturels, un diagnostic médical est concrétisé, dans notre environnement collaboratif, par une structure graphique sous forme d'arbre qui apparaît au niveau de l'IHM comme une hiérarchie à plusieurs niveaux (Fig 3.2). L'arbre est également composé de plusieurs nœuds décrivant les étapes du cas clinique ainsi que ses hypothèses, ses remarques, ses données supplémentaires, etc. Chaque nœud de cet arbre peut jouer le rôle d'un objet de coordination. Au niveau de l'interface, chaque nœud est apparu avec la couleur de son créateur, le nom logique que le créateur lui a attribué et le numéro logique qui détermine l'ordre de sa création.

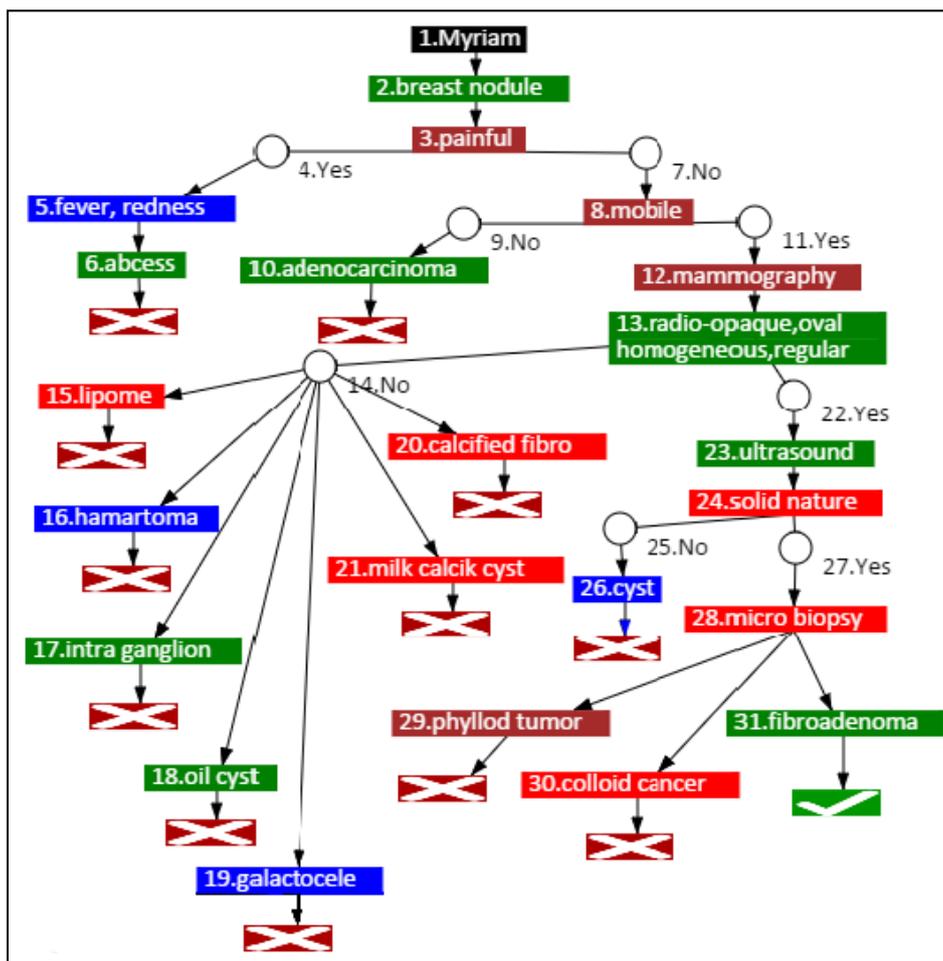


Fig 3.2. Représentation graphique d'un diagnostic médical

Il convient de noter que notre idée de fournir un espace de travail partagé pour la structuration du RC collaboratif est particulièrement motivée par le fait qu'elle favorise l'acquisition et la structuration des connaissances dans la mémoire à long terme de l'apprenant. Ce point de vue est largement justifié par de nombreuses récentes recherches démontrant l'efficacité de l'utilisation des schémas dans le

processus d’apprentissage médical. Nous citons à titre d’exemple les travaux de Nabil et al. (2013) et Thomson (2014) qui ont démontré l’efficacité des schémas de raisonnement pour améliorer les compétences de diagnostic médical.

Le protocole de coordination est pratiquement installé à travers cette structure graphique d’une manière que les interventions concurrentes sont gérées par un mécanisme de blocage mutuel. Ainsi, l’exécution des opérations associées à la structure est accessible à tous les apprenants, qui peuvent, entre autres, déplacer, supprimer ou créer un nœud. En outre, des notifications alertant les membres participants, à propos des différents changements exécutés, sont alors propagées aux différentes IHM ainsi que la nouvelle version est automatiquement délivrée aux apprenants.

3.4 Choix technologiques de mise en œuvre

La cible de nos contributions, notamment en termes de stratégies à long terme est également la mise en marche d’un environnement informatique, concrétisant les fondements de notre modèle proposé, dans un contexte d’apprentissage collaboratif sur Internet. Ce contexte est fortement susceptible à des accès effectués souvent par des machines de différentes plateformes. Cela rend l’interopérabilité un critère fondamental pour l’évaluation de la qualité et l’efficacité de l’environnement. C’est ainsi que nous avons orienté nos choix technologiques vers les outils orientés Web 2.0. Par conséquent, parmi les technologies envisageables nous distinguons entre autres : les *Applet Java*, les *scripts CGI*, *Architecture HTML5/CSS/AJAX/JavaScript/PHP/ASP/JSP/HTTP*. Notre choix, pour la mise en œuvre d’un tel environnement, est également orienté vers cette dernière architecture. L’architecture technologique adoptée se base principalement sur l’installation d’un serveur web, qui est caractérisé par un système d’exploitation, un serveur http, les langages de script et enfin le système de gestion de bases de données (*SGBD*). Afin de rendre le processus de développement plus au moins facile, notamment en termes de génération de pages web adaptées aux besoins des utilisateurs effectifs de notre environnement (apprenants, tuteur et gestionnaire de sessions), nous avons choisi les trois langages *PHP*, *HTML*, *JavaScript* comme outils d’implémentation.

Par ailleurs, pendant l’implémentation de l’environnement, le besoin de sauvegarder les données manipulées par les différents utilisateurs a également eu lieu. L’exploitation donc d’une base de données semble plus qu’importante ainsi que la question du choix du *SGBD* reste un point essentiel nécessitant une réponse bien

justifiée. En effet, nous avons donc décidé d’utiliser une base *MySQL* interrogée par des scripts écrits en *PHP* et en *JavaScrip*.

3.4.1 Langage PHP

La création de PHP (acronyme pour *Hypertext Preprocessor*) date des années 90, plus précisément en 1994 par *Rasmus Lerdorf*, qui est un programmeur avec une double nationalité *groenlandaise* et *canadienne*. PHP, qui est un langage libre et orienté objet, peut être utilisé pour des fins de la production des contenus web de manière dynamique à travers un serveur web. Il a été utilisé, notamment en 2016 par plus de 82% de sites Web à travers le monde (Fig 3.3).

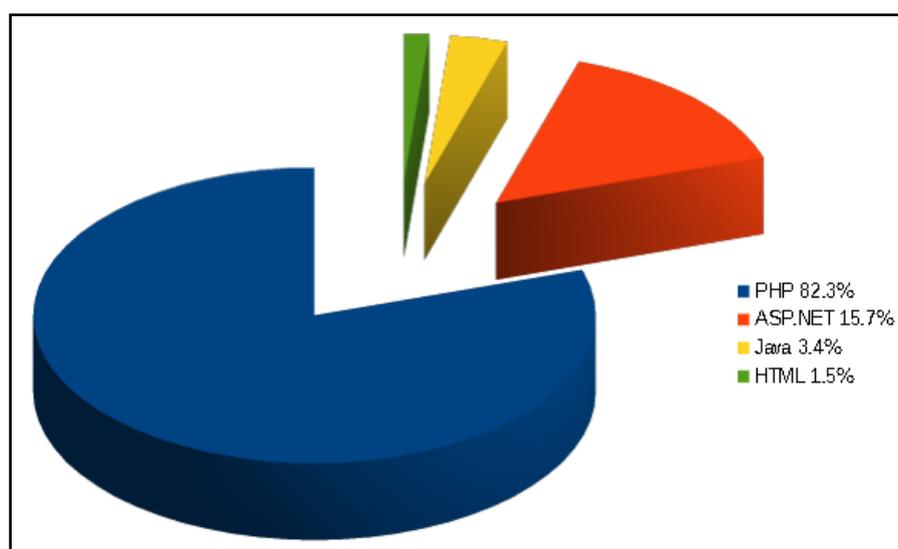


Fig 3.3. Taux de pénétration des principaux langages de programmation côté serveur des sites web (Wikipedia, 2016)

L’utilisation particulière d’un programme *PHP*, en tant que code exécuté côté serveur, montre que c’est le serveur qui l’interprètera, pour produire de l’*html*, qui pourra à son tour être visualisé par des navigateurs web exécutés par les stations clientes. Le *PHP* est souvent exploité avec un serveur *Apache*.

Partant de ce constat, nous avons choisi ce langage afin de mettre en œuvre plus de fonctionnalités concrétisant certains points de notre approche de modélisation à savoir : la sauvegarde de l’historique de la collaboration inter-apprenants et tuteur, la vérification des informations d’authentification, etc.

3.4.2 Langage JavaScript

Le langage de programmation de scripts baptisé « *JavaScript* » est souvent employé pour mettre en œuvre des pages web interactives. Il supporte plusieurs paradigmes à savoir : le paradigme objet, impératif et fonctionnel.

JavaScript a été créé en 1995 par *Brendan Eich*, qui est un informaticien américain. Il a été standardisé sous le nom d'*ECMAScript*¹ en juin 1997 par *Ecma International* (*European association for standardizing information and communication systems*) dans le standard ECMA-262 (Wikipedia, 2017).

Du fait de la possibilité offerte par le langage permettant d’intégrer directement du code *JavaScript* au sein des pages web, afin d’y être lancé sur la machine du client, nous avons préféré d’y utiliser pour mettre en œuvre certaines fonctionnalités de notre environnement. Ceci rend plus facile l’exécution des scripts écrits en *JavaScript*, et ce du fait que cette exécution est également prise en charge par le navigateur web. Parmi les fonctionnalités que nous avons décidé d’implémenter avec *JavaScript*, nous citons par exemple les fonctionnalités exigeant le contrôle des données saisies dans les formulaires *HTML*.

En outre, parmi les points forts, qui nous ont incités à choisir *JavaScript* dans notre processus de développement, nous citons sa relation importante avec la méthode *Ajax* (*Asynchronous Javascript And XML*), qui nous offre la possibilité de modifier le contenu des pages web par la programmation. Cela nous a permis de simplifier la reconfiguration des différents espaces (privés et partagé) afin de les adapter au mieux aux besoins des apprenants, tuteurs et gestionnaires de sessions.

3.4.3 Langage HTML 5

HTML5 est l’acronyme de (*HyperText Markup Language 5*), qui représente un langage de formatage particulier de données proposé dans le but de représenter des contenus web. Le principe de base de l’*HTML* est également le concept de balisage qui sert principalement à décrire de l’hypertexte qui est souvent un ensemble de documents présentant des informations liées entre elles par des hyperliens. *HTML5* indique sa version révisée et publiée en 2014.

¹ *ECMAScript* est un ensemble de normes concernant les langages de programmation de type script et standardisées par Ecma International dans le cadre de la spécification ECMA-262.

Nous avons adopté ce langage pour implémenter entre autres les interfaces de notre environnement, notamment celles contenant des informations statiques (qui ne se changent pas dans le temps).

3.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté, en premier lieu, la description de notre modèle d'apprentissage collaboratif, qui est d'une importance extrême, notamment pour guider notre démarche de modélisation et de conception d'un environnement d'ACRC. Nous avons ensuite précisé le principe de notre démarche de conception qui se base essentiellement sur une vision à deux dimensions : la dimension sociale et la dimension de coordination.

Rappelant notre objectif initial des travaux de cette thèse, qui est la conception et l'implémentation d'une solution informatique basée sur les techniques de TCAO, favorisant la collaboration entre plusieurs apprenants avec leur tuteur, afin de résoudre un problème pédagogique de RC. Ainsi, l'efficacité d'une telle solution doit répondre de manière objective à l'ensemble des points discutés dans ce chapitre. C'est ainsi que nous avons étudié minutieusement les choix technologiques à adopter afin de mettre en œuvre notre environnement. Ces choix dépendent principalement de trois points importants : la simplification du processus de développement, la prise en compte de l'aspect évolution de l'environnement et enfin le processus d'évaluation de ce dernier. Dans cette dialectique, le chapitre suivant présentera une description détaillée des différentes fonctionnalités offertes par notre environnement que nous avons nommé CCRL, qui représente l'acronyme de « *Collaborative Clinical Reasoning Learning* ».

Chapitre 4 : Présentation de l'environnement CCRL

4.1 Introduction

Dans le contexte médical, la création de compétences, particulièrement en termes du diagnostic médical nécessite la mise en place d'une bonne politique d'apprentissage, qui à son tour requiert l'adoption d'une bonne façon de structuration de connaissances médicales dans la mémoire des futurs médecins ainsi que la maîtrise des processus de RC (Nendaz et al., 2005; Eva, 2005; Bordage, 2005). Ainsi, du fait que la collaboration, qui a été largement utilisée dans les divers domaines, a prouvé ses avantages dans le contexte médical, notamment le diagnostic clinique, beaucoup de facultés de médecine à travers le monde ont préféré d'insérer, dans les cursus des étudiants, les méthodes d'apprentissage collaboratif (Quénu-Joiron, 2002 ; Dolmans & Schmidt, 1996; Gurpinar et al, 2013; Ryan et al., 2004).

Notre pays l'Algérie doit s'impliquer, sans aucune réticence, dans cette perspective. Néanmoins, la grande surface qui tourne autour de (2 381 741 Km²) constitue un vrai obstacle devant nos médecins expérimentés pour pouvoir superviser des séances d'apprentissage collaboratif à travers le territoire. C'est pourquoi nous avons orienté notre contribution vers l'exploitation des technologies combinant les TIC avec les fondements du TCAO. Cette combinaison qui terminera souvent par la mise en œuvre d'environnements collaboratifs. De notre part, nous avons développé un prototype d'environnement collaboratif de support de l'ARC. Ce support que nous lui avons attribué le nom « *CCRL : Collaborative Clinical Reasoning Learning* », constitue à notre sens un élément clé de réussite du processus d'apprentissage dans notre

pays. Ceci reste, néanmoins, à justifier par des expérimentations à mener dans la réalité et en présence de spécialistes en sciences cognitives. Ces expérimentations que nous avons recalées pour constituer un élément fondamental des perspectives de cette thèse.

En conséquence, nous avons consacré le présent chapitre afin de présenter, en premier lieu, les détails qui concernent les fonctionnalités offertes par notre prototype *CCRL*. L'évaluation préliminaire de ce prototype constitue le second point concerné par ce chapitre.

4.2 Présentation d'*CCRL*

L'environnement *CCRL* se base principalement sur le processus hypothético-déductif, qui est considéré comme une méthode pédagogique parmi les plus efficaces dans le domaine de l'éducation médicale. Ce processus modélise également la démarche du RC individuel adoptée par les médecins expérimentés. Afin d'y adapter aux situations d'apprentissage collaboratif à distance il fallait appuyer sur les concepts d'interaction, de négociation et de confrontation.

A travers l'environnement *CCRL*, les apprenants en médecine peuvent participer de manière collaborative à la construction de leurs connaissances, tout en leur offrant les moyens nécessaires pour maîtriser le raisonnement le mieux utilisé dans le milieu clinique.

Dès le départ, notre majeure préoccupation était bien évidemment la réalisation d'une interface ergonomique simple, pour aider les apprenants d'y manipuler aisément sans ennui, rien que pour concentrer davantage sur le RC et la résolution du problème.

A travers *CCRL*, le scénario d'apprentissage collaboratif s'initie tout d'abord par une description d'un problème clinique présentée aux apprenants sous forme d'une plainte annoncée spontanément par un patient. Cette plainte est préparée par le tuteur qui supervise le déroulement de la séance d'apprentissage, en tenant compte des objectifs souhaités par l'apprentissage. Ainsi, la complexité du problème clinique doit être bien adaptée au niveau des apprenants ainsi que la durée de la séance.

4.2.1 Types de sessions

En fonction des rôles attribués aux différents utilisateurs (apprenants, tuteur, patient, gestionnaire de sessions), l'environnement *CCRL* est accessible à travers trois types de sessions (Fig 4.1). La première session est exploitée par le gestionnaire de sessions (ou le tuteur) afin de préparer leur séance d'apprentissage. Les deux autres sessions,

qui présentent à leurs utilisateurs des espaces de travail partagés pour suivre les séances courantes d'ARC ainsi que les anciennes séances pour des fins de révision, sont accessibles aussi bien par les tuteurs que les apprenants.

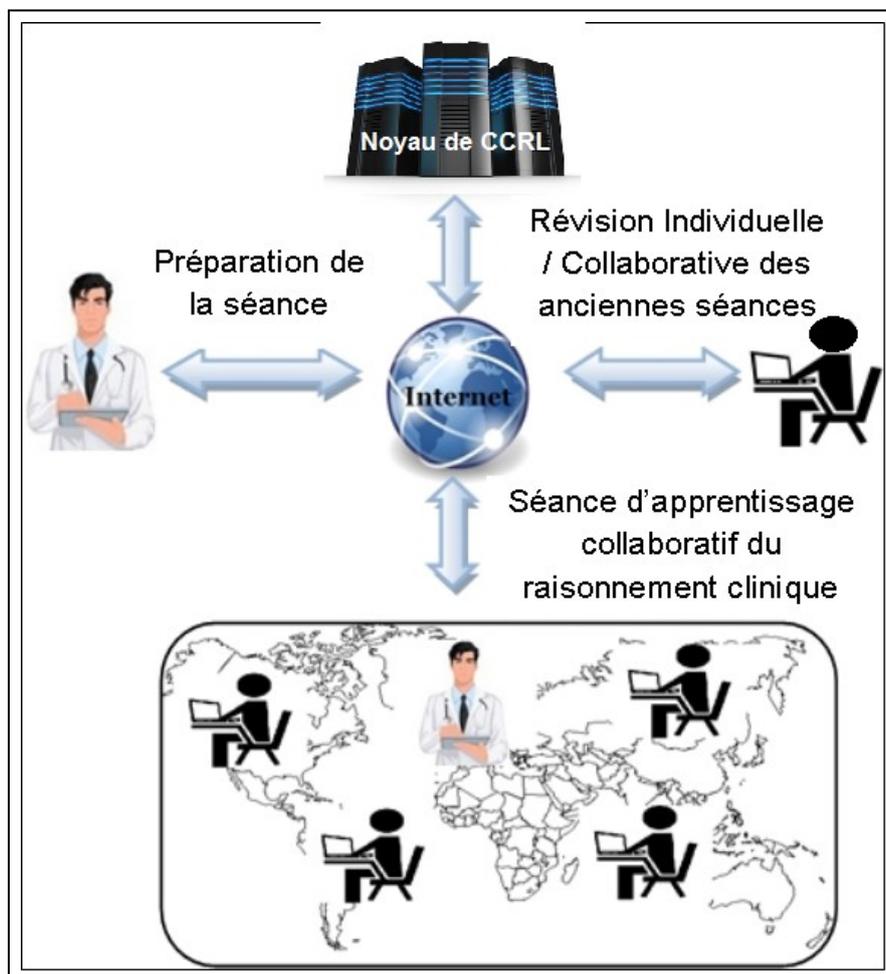


Fig 4.1. Sessions d'accès à l'environnement CCRL

4.2.1.1 Session de préparation des séances futures

L'accès à la session de préparation des séances futures est réservé au gestionnaire des sessions (ou au tuteur). Une fois ce dernier est bien authentifié, l'environnement CCRL lui présente un espace de travail privé (Fig 4.2) permettant de planifier la future séance d'ARC. Cette planification requière l'élaboration de la description d'un cas clinique en question tout en introduisant certaines types d'informations à savoir : les informations personnelles du patient, l'historique du patient (anamnèse), les examens cliniques et para-cliniques corrélatives au cas et enfin la liste des documents suggérés afin d'assister l'apprenant à bien résoudre le problème.

A ce stade, les apprenants peuvent accéder à travers leurs comptes à cette séance. L'environnement attribue implicitement à chaque apprenant une couleur différentes des autres, et ce dans le but de leur permettre de se distinguer les uns des autres.

Par ailleurs, le tuteur, qui est un facilitateur d'apprentissage, peut également superviser la séance tout en jouant le rôle du patient. Ce rôle est extrêmement important lors du processus d'apprentissage du fait que c'est lui s'en charge de répondre aux besoins des apprenants, notamment en termes d'informations complémentaires requises pour prendre la décision finale à propos du cas clinique en question.

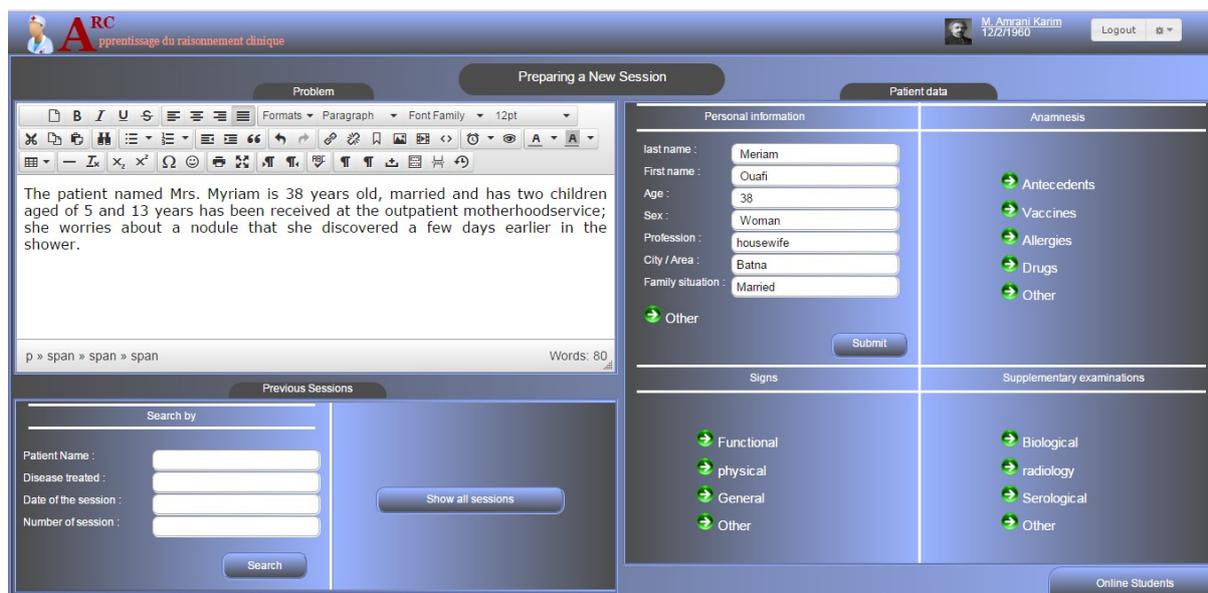


Fig 4.2. Session de préparation des séances futures d'apprentissage

4.2.1.2 Session de suivi des séances courantes

C'est à travers cette session que les apprenants peuvent accéder aux séances d'apprentissage collaboratif en cours.

Une séance d'apprentissage se déroule principalement en trois étapes importantes à savoir : l'étape de transformation sémantique du problème, l'étape de génération, filtrage et structuration des hypothèses et l'étape d'accomplissement d'informations et enfin la prise de décision finale.

Transformation sémantique du problème :

En médecine, il est largement reconnu que l'exploitation directe, sans transformation, de la plainte posée par un patient influence négativement la démarche du RC ainsi que sur la qualité du diagnostic généré. Ceci requiert d'attribuer un sens médical à cette plainte à travers la génération de ce qu'on appelle les axes sémantiques

(*homme/femme, unilatérale/bilatérale, aiguë/chronique*) via lesquelles les données médicales sont comparées et contrastées (Bordage, 1999, 2005; Steward et al., 1991). La figure (Fig 4.3) décrit un exemple de transformation sémantique d'une déclaration introduite par un patient.

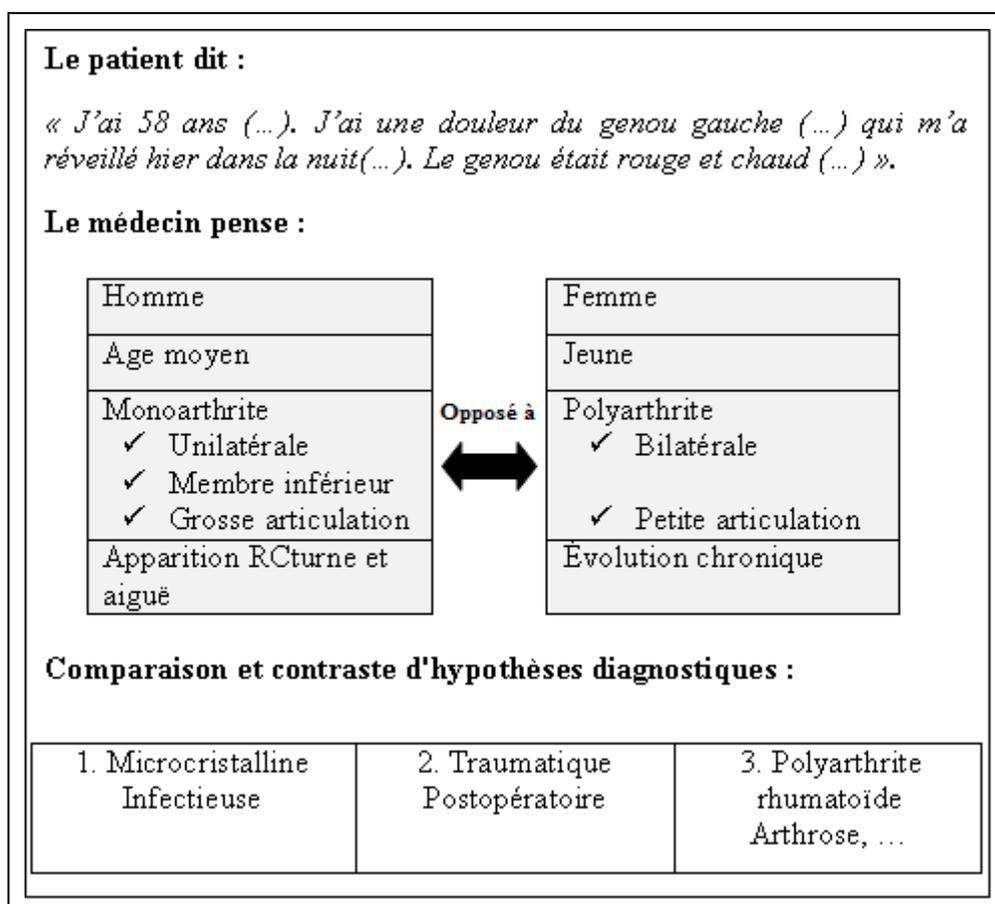


Fig 4.3. Exemple de transformation sémantique d'un cas clinique (Nendaz et al., 2005)

En se basant sur l'affirmation de Bowen (2006), stipulant que « Par rapport aux médecins expérimentés, les novices éprouvent souvent des difficultés pour construire une représentation mentale pertinente du cas rencontré, ce qui conduit à une génération aléatoire d'hypothèses et une recherche incertaine sur les données cliniques. Il semble très important de fixer la représentation du problème comme l'un des objectifs clés de l'apprentissage dans le milieu clinique», nous avons décidé d'intégrer dans notre environnement les moyens nécessaire pour mener une transformation sémantique de la pliante introduite par le tuteur. Cette transformation, qui permet de simplifier la création d'une description mentale du cas clinique, sert à optimiser, dans la mémoire de l'apprenant, l'indentification des hypothèses pertinentes.

En effet, lors de cette étape, qui est intégrée dans l'espace de travail partagé de l'environnement CCRL à travers la fenêtre ci-dessous (Fig 4.4.), l'apprenant peut exprimer sa représentation sémantique personnelle du problème clinique. Tous les autres apprenants participants ainsi que le tuteur peuvent y accéder à tout moment pour des fins de critiques. Grâce ces critiques, l'apprenant peut modifier sa représentation tout en adoptant la plus pertinente. A ce niveau, il peut consulter, à tout moment, le dossier médical du patient afin d'extraire les données qui lui semblent importantes pour la représentation sémantique du problème. Il peut d'ailleurs interroger la documentation suggérée par le tuteur afin d'enrichir ses connaissances à propos du problème. Dans cette situation, l'environnement CCRL met à la disposition des participants un éditeur de texte pour rédiger les notes et les remarques relatives au cas en cours du traitement.

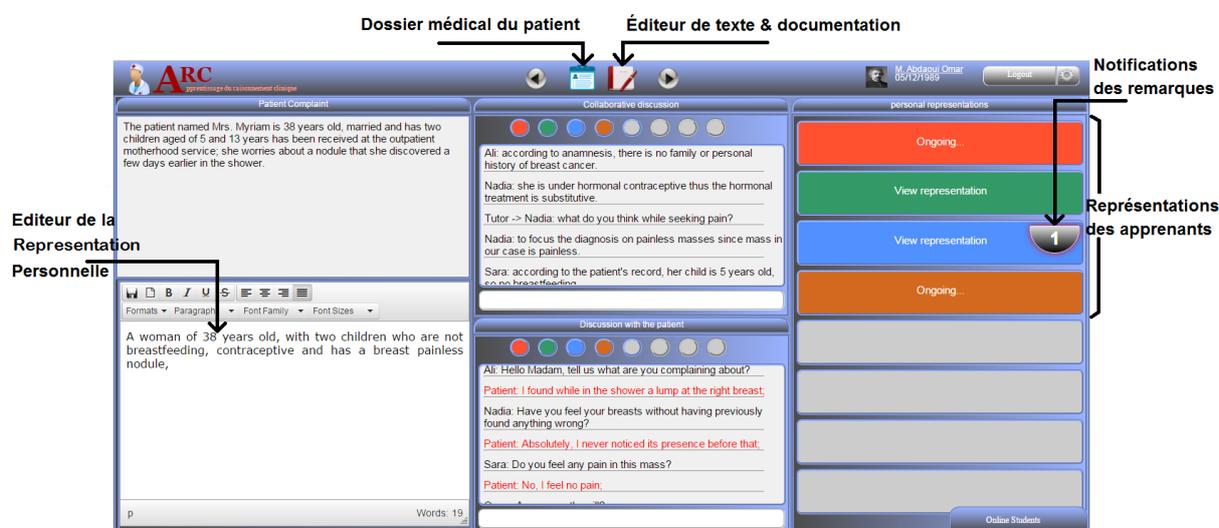


Fig 4.4. Interface de transformation sémantique du problème

Rappelons que la qualité des décisions cliniques est fortement influencée par la qualité des représentations sémantiques du problème. C'est ainsi que l'environnement CCRL offre aux apprenants les outils nécessaires pour comparer et confronter leurs différentes représentations sémantiques.

Génération, filtrage et structuration d'hypothèses :

Lors du développement de notre environnement, nous avons accordé un grand intérêt à l'aspect surcharge cognitive de l'apprenant. En effet, une fonctionnalité importante est également offerte par l'environnement CCRL pour permettre aux apprenants de lancer une génération précoce d'hypothèses qui permet de structurer le problème clinique et de limiter le nombre de ses propositions associées. Ceci permet à l'apprenant d'optimiser l'utilisation de sa mémoire de travail qui risque

d'être surchargée avec un tas d'informations inutiles pouvant perturber sa concentration (Elieson & Papa, 1994).

A travers l'espace de travail associé à cette fonctionnalité (Fig 4.5), les apprenants peuvent générer des hypothèses précoces dont chacune d'entre elles est affichée avec une couleur référençant son apprenant créateur. Des remarques peuvent donc être produites à propos de ces hypothèses afin de permettre aux apprenants d'exprimer leurs points de vue. Cependant, certaines hypothèses peuvent être inadéquates, d'où le besoin de passer par une étape de filtrage afin de les éliminer de la décision. Ceci donnera l'avantage de centrer l'attention de l'apprenant exclusivement sur les hypothèses le plus probables.



Fig 4.5. Interface de génération, filtrage et structuration d'hypothèses

Informations complémentaires :

D'après l'expérimentation que nous avons rapidement menée, dans le milieu médical, à propos de la question du recours à des informations complémentaires, nous avons constaté que la majorité des médecins considèrent souvent ces données complémentaires comme un moyen efficace pour infirmer ou confirmer toute hypothèse probablement proposée. Par conséquent, nous avons préféré d'intégrer dans la troisième étape de la séance d'apprentissage (Fig 4.6) les outils nécessaires pour permettre aux apprenants de solliciter à n'importe quel moment le patient afin de lui requérir de compléter son cas clinique par de nouvelles données jugées utiles. Parmi ces outils, nous citons, à titre d'exemple, le support d'affichage des examens graphiques (scanner, Électrocardiographie, examen radiologique, ...), qui nous semble assez important, notamment que les apprenants peuvent partager ces

graphes tout en les étiquetant par des remarques exprimés de manière graphique ou même textuel.

Dans cette dialectique, le tuteur est considéré dans notre approche comme un acteur important dans le processus d'apprentissage collaboratif du fait qu'il joue souvent le rôle du patient.

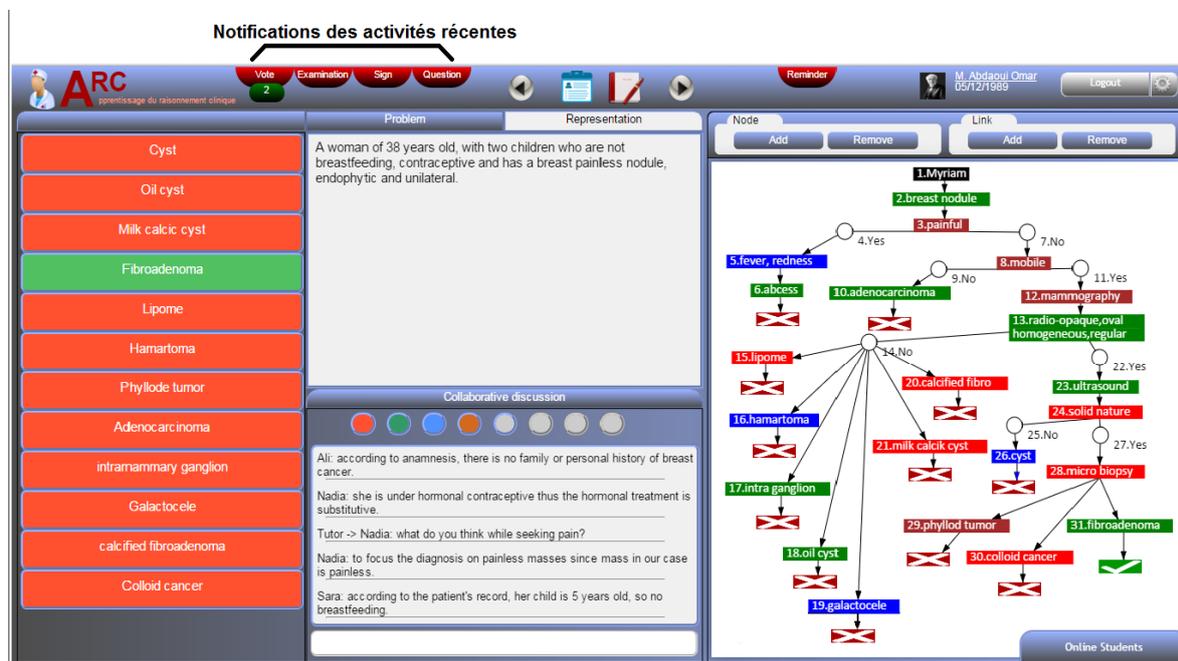


Fig 4.6. Interface de la troisième étape de la séance d'apprentissage

Par ailleurs, une hypothèse peut même être évaluée par le groupe en utilisant l'un des outils de négociation que nous avons greffé à l'environnement CCRL. Cet outil, qui également nommé « *outil de vote électronique* » (Fig 4.7), permet d'accélérer la prise de décisions tout en proposant des solutions efficaces aux obstacles induis par les cas conflictuels générés pendant le processus de collaboration. Quand les apprenants se trouvent en conflits, notamment à propos du choix d'une hypothèse donnée et que chacun d'eux réclame son point de vue, ils peuvent exploiter l'outil de vote qui les arbitrera afin que la collaboration puisse perpétuer. En effet, des couleurs sont automatiquement attribuées aux hypothèses de la façon suivante : Le *vert* est exploité quand il y a unanimité à propos d'adoption de l'hypothèse, ainsi l'*orange* est utilisé lorsque l'hypothèse est soumise à des points de vue divergents et enfin le *rouge* qui est adopté lorsque tous les apprenants sont d'accord à propos de non adoption de l'hypothèse.

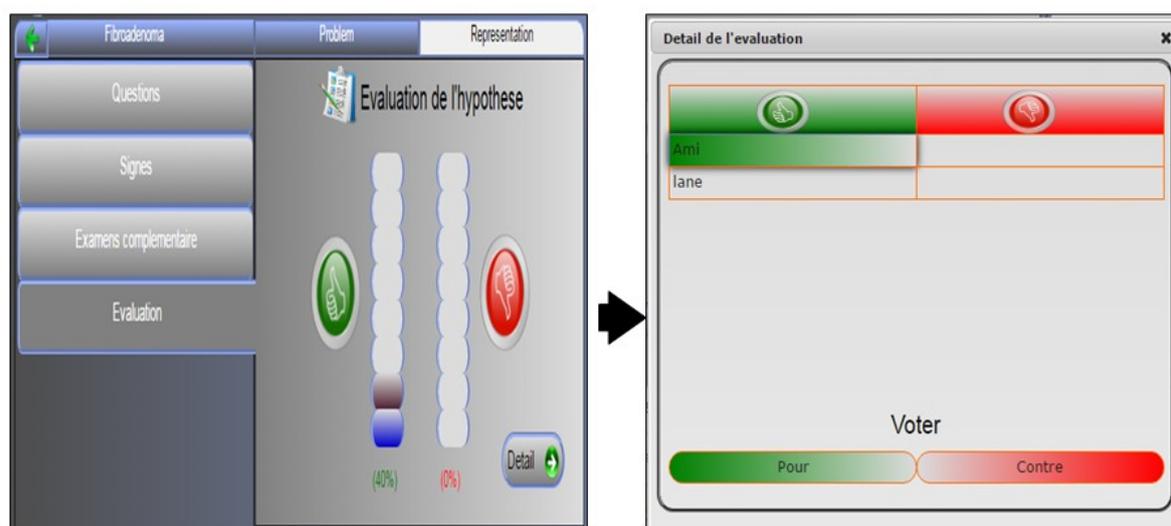


Fig 4.7. Interface de l'outil de vote

Sur le plan structurel, un organigramme résumant la démarche du raisonnement collaboratif du cas clinique peut éventuellement être développé, par les apprenants, de façon collaborative. Cet organigramme a un rôle assez important, notamment en termes d'organisation des connaissances, acquises pendant la session, dans la mémoire à long terme de l'apprenant. Ceci augmente la probabilité de la réutilisation de ces connaissances dans les cas clinique rencontrés ultérieurement. L'outil sous-jacent peut être alors exploité par les apprenants afin de construire une carte conceptuelle (§2.3.3) de la situation en cours de traitement. Cette carte conceptuelle peut même jouer un rôle primordial permettant d'activer les anciennes connaissances acquises à travers la fonctionnalité offerte par l'environnement CCRL en donnant aux apprenants la possibilité de consulter les organigrammes générés lors des séances précédentes.

L'aspect itératif, qui caractérise la méthode hypothético-déductive, nous a incité à intégrer dans notre environnement des fonctionnalités pour la remise en cause les anciennes représentations sémantiques du problème ainsi que les anciennes hypothèses générées. Ceci permettra sans aucun doute de proposer d'autres nouvelles hypothèses, notamment pour orienter le processus de diagnostic vers de nouvelles directions.

Dans le but de renforcer la conscience de groupe (Ramduny et al., 1998) à propos de l'activité partagée, un système de notifications a été développé pour diffuser les changements d'état de l'environnement et permettre à chaque participant de prendre connaissance de ce changements. Chaque participant (apprenant ou tuteur) peut à n'importe quel moment solliciter l'environnement afin de consulter la liste des

notifications générées lors de la session d'apprentissage en cours. Cette liste constitue un point de raccourci pour accéder directement aux endroits de changements effectués.

4.2.1.3 Session de révision des séances antérieures

Par sa nature, le cerveau de l'être humain n'est pas très capable de retenir rapidement de nouvelles informations, ce qui rend très utile d'optimiser cette activité grâce à des techniques efficaces. C'est ainsi que le concept de la « mémorisation », qui a également attiré l'attention de plusieurs chercheurs en psychologie cognitive, constitue l'un des aspects les plus fondamentaux de l'apprentissage.

Par ailleurs, en l'absence de répétition et de consolidation, les connaissances, fraîchement apprises, lors des séances d'apprentissage s'oublient avec le temps. En effet, la perte d'informations a largement été étudiée par *Hermann Ebbinghaus* en 1885, qui a proposé une courbe baptisée « courbe de l'oubli » (Fig 4.8). Depuis cette date, il y'a plus de 130 ans, cette courbe reste toujours utile et constitue encore un sujet d'actualité, notamment pour les chercheurs du domaine de « e-Learning ». En outre, toutes les recherches conclues que l'apprenant retient plus longtemps les connaissances récemment acquises lorsque les séances d'apprentissage se déroulent de manière répétée sur une période de temps donnée.

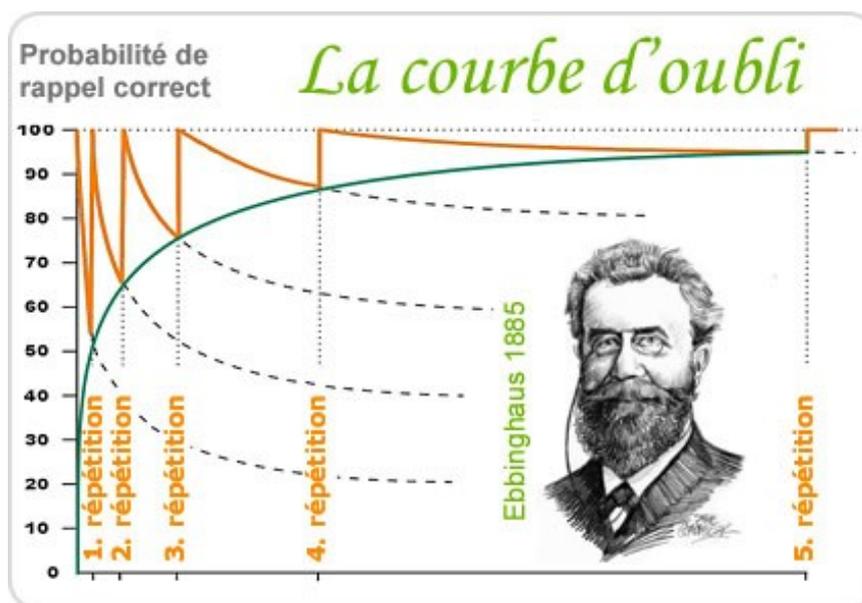


Fig 4.8. Courbe d'oubli d'Hermann Ebbinghaus (Ponce, 2015)

Partant de ce constat, nous avons accordé une importance extrême à ce sujet, tout en essayant de proposer de nouvelles solutions informatiques permettant d'assister les apprenants à prévenir la perte de mémoire au fil du temps. Dans cette perspective,

nous avons intégré, dans notre environnement *CCRL*, un espace de travail accessible par les apprenants de manière individuelle ou collective afin de rejouer, à n'importe quel moment, les séances d'apprentissage antérieures. A travers cet espace, qui constitue un espace de révision, les apprenants peuvent enrichir les anciennes séances d'apprentissage par de nouvelles questions et remarques.

4.2.2 Principe de fonctionnement de l'environnement CCRL

Pour établir un diagnostic pertinent, le médecin doit étudier minutieusement les signes, qui traduisent la lésion ou le trouble d'une fonction. Ces signes peuvent être souvent relevés suite à l'interrogatoire clinique, l'examen clinique (signes physiques, signes fonctionnels et généraux) ou les examens complémentaires (imagerie, biologie). Dans cette section, nous accordons une importance particulière au concept de l'interrogatoire clinique du fait qu'il constitue l'étape la plus cruciale de la consultation médicale. En effet, le médecin y écoute son patient, tout en le guidant par des questions, qui doivent être sélectionnées de manière à extraire le maximum d'informations à propos des antécédents du patient, des symptômes ressentis, l'ancienneté de la maladie et son évolution, les traitements déjà suivis, etc. Toutes ces informations constituent l'historique de la maladie (autrement dit : l'anamnèse).

Par ailleurs, le médecin devra convaincre le patient afin d'accepter son diagnostic et de suivre le traitement préconisé. Un tel traitement nécessite une surveillance et des éventuels contrôles réguliers jusqu'à la guérison totale du patient. Néanmoins, certains traitements peuvent être remises en cause, ce qui requière la reconsidération de l'ensemble du processus du diagnostic à partir du symptôme initial.

Bien que les patients de la dernière génération soient plus au moins cultivés en raison de la possibilité d'accéder aux informations médicales disponibles en ligne, il convient de noter que la relation médecin-patient reste complexe à discerner dans le cadre d'une seule section, mais elle mérite donc d'être analysée de manière approfondie pour être bien expliquée. En effet, de nombreuses études ont été menées afin de clarifier davantage la compréhension de la relation médecin-patient à savoir : (Manninen et al., 2014; Ong et al., 1995; Wahlqvist, 2007).

Parmi les approches permettant d'établir une relation médecin-patient, nous distinguons l'approche centrée patient, sur laquelle nous avons basé nos choix conceptuels de l'environnement *CCRL*. C'est ainsi que la proposition de scénarios typiques, concrétisant ce type de relation, constitue à notre sens un point important

de notre méthode d'évaluation préliminaire de l'ACRC assisté par l'environnement CCRL.

4.2.2.1 Scénario typique d'un cas clinique

Cette section présente une description détaillée d'un scénario typique d'une séance d'ACRC qui s'est déroulée en présence de quatre apprenants appelés : **Ali**, **Nadia**, **Sarra** et **Omar**.

Cas clinique : La patiente nommée M^{me} Myriam est âgée de 38 ans, mariée et une mère de deux enfants âgés de 5 et 13 ans. Elle a été reçue au service ambulatoire de la maternité ; elle s'inquiète d'un nodule dans le sein droit, qu'elle a découvert sous la douche.

Nous résumons, dans ce qui suit, les interviews cliniques effectués lors de la session d'apprentissage collaboratif assisté par l'environnement CCRL ainsi que les examens complémentaires sollicités par les différents apprenants afin de prendre les bonnes décisions.

Interrogatoire clinique

Un interrogatoire bien conduit dans un climat de confiance permet d'enlever le maximum d'ambiguïté et de jouer un rôle extrêmement important pour adopter la bonne démarche diagnostique du cas clinique. Le cas clinique précédent, après avoir été bien préparé par le tuteur en utilisant la session de préparation de la séance d'apprentissage, sera présenté aux apprenants géographiquement dispersés.

Nous rappelons que le tuteur jouera double rôles, le premier est également le rôle de la patiente M^{me} Myriam. C'est lui donc qui va participer à l'interview avec les différents apprenants pour leur fournir toutes les informations nécessaires à propos de son cas clinique. Quant au deuxième rôle il participe à la séance d'apprentissage comme étant un facilitateur tout en essayant de converger les apprenants au bon diagnostic.

La session d'apprentissage commence, les apprenants entament leurs discours avec la patiente. En effet, nous résumons l'interrogatoire clinique effectué avec elle en ce qui suit :

- ... ?
- **Ali :** *Bonjour Madame, dites-nous de quoi vous plaignez-vous ?*
- **Patiente :** *J'ai trouvé lors de la douche une boule au niveau du sein droit ;*
- **Nadia :** *est ce que vous avez constaté précédemment des anomalies dans le sein ?*
- **Patiente :** *Absolument, je n'ai jamais remarqué des anomalies auparavant ;*
- **Nadia :** *Vous sentez-vous une douleur dans cette masse ?*

- **Patiente** : Non, je ne sens aucune douleur ;
- **Omar** : êtes-vous sous pilule ?
- **Patiente** : Oui, je le suis maintenant ;
- **Nadia** : Connaissez-vous un cas similaire dans l'un de vos proches : mère, sœurs et tantes ?
- **Patiente** : Non ;
- **Sarra** : Est-ce qu'il y a une déformation au niveau du sein ?
- **Patiente** : Non ;
- ... ?

En suite, chaque apprenant essayera de construire une représentation personnelle du cas clinique. Il s'agit donc d'une transformation sémantique individuelle du problème (voir §4.2.1.2). Les différentes représentations personnelles constituent en outre le sujet de la discussion entre les apprenants afin d'arriver à un consensus (représentation partagée du cas clinique). Nous résumons ci-dessous une telle discussion :

- ... ?
- **Ali** : selon l'anamnèse, y a pas des antécédents familiaux/personnels du cancer du sein.
- **Nadia** : elle est sous contraceptif donc le traitement hormonal est substitutif.
- **Tuteur** → **Nadia** : A quoi pensez-vous en cherchant sur les douleurs ?
- **Nadia** : pour centrer le diagnostic sur les masses indolores puisque la masse dans notre cas est indolore
- **Sarra** : selon le dossier de la patiente, son petit enfant est âgé de 5 ans, alors pas d'allaitement.
- ... ?

La représentation partagée sur laquelle les apprenants sont consentis peut se résumer en ce qui suit :

- Il s'agit d'une femme de 38 ans, mère de deux enfants qui n'allait pas, sous contraceptif² et avec **nodule**³ de sein **indolore**⁴, **endophytique**⁵ et unilatéral.

Par ailleurs, la génération des hypothèses est une étape clé du processus d'ACRC. En effet, chaque apprenant propose ses hypothèses précoces qui seront affichées en temps réel sur l'espace de travail partagé avec une couleur référant son créateur. La liste des hypothèses générées peut constituer un sujet de négociation entre les

² Sous pilule

³ Est une formation anormale, arrondie, palpable dans ou sous la peau, qui peut être une tumeur

⁴ Qui ne fait pas mal, qui ne cause pas de souffrance, sans douleur.

⁵ Qualifie une tumeur qui bourgeonne vers l'intérieur

apprenants pour être raffinée de manière à éliminer les hypothèses inadéquates. La figure (Fig 4.9), qui présente l'étape de filtrage des hypothèses effectuée par les apprenants, indique que l'hypothèse « *Abcès* » est pratiquement inadéquate du fait que cette proposition se contredit avec la représentation sémantique partagée. Par conséquent, l'abcès affecte souvent les jeunes femmes qui allaitent alors que la patiente n'allait pas. Il est très douloureux tandis que le nodule de la patiente est indolore. Il est suivi d'une fièvre, des rougeurs et parfois un écoulement purulent.

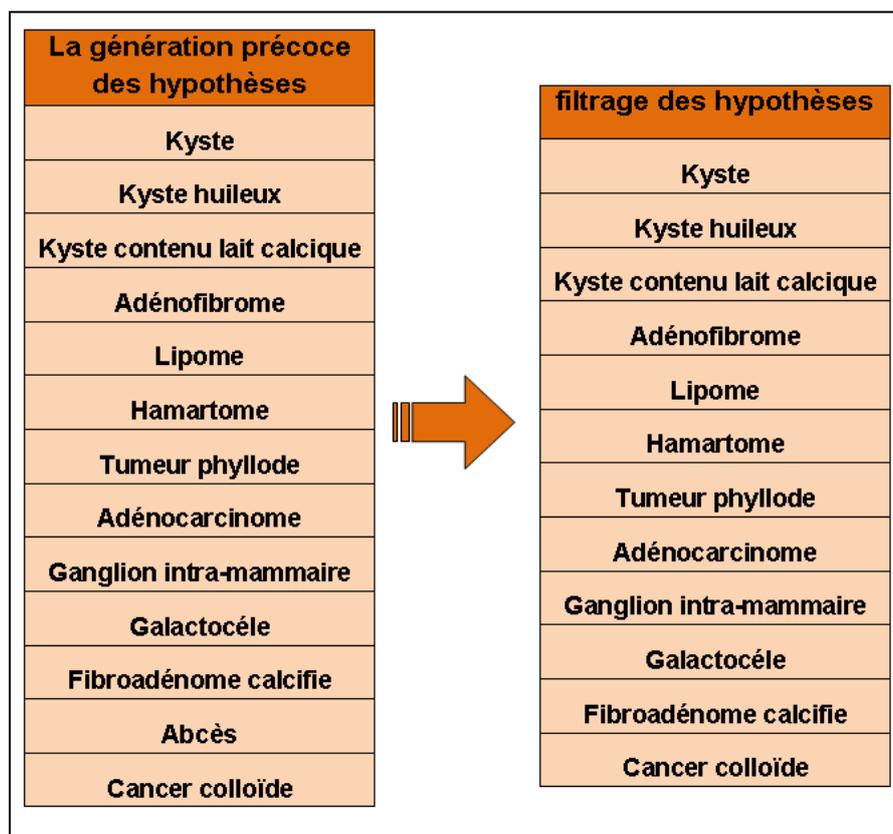


Fig 4.9. Génération et filtrage des hypothèses

Données complémentaires

Du fait que les données complémentaires constituent un moyen efficace pour infirmer ou confirmer toute hypothèse probablement proposée, les apprenants lors de la séance d'apprentissage peuvent solliciter de nouvelles données complémentaires. Sur la base de ces dernières, les apprenants suivent une démarche du RC collaboratif tout en essayant de filtrer les hypothèses proposées et de prendre en conséquence une décision finale. Une telle démarche est également résumée ci-dessous :

Omar - qui veut confirmer à travers un signe physique (la palpation) que la masse est mobile et dure

Participants	Interactions collaboratives effectuées
Omar	a voté contre l'hypothèse adénocarcinome en argumentant à ses camarades : " <i>L'adénocarcinome fait des adhérences aux plans adjacents donc l'adénocarcinome est immobile, ce n'est pas le cas ici.</i> ». « <i>Je me penche plutôt pour l'hypothèse adénofibrome⁶ puisque le nodule est mobile et indolore</i> »".
Sarra	a tenté d'attirer l'attention de son camarade Omar à travers une remarque que lui a formulé comme suit : " <i>Le Lipome et les tumeurs phyllodes sont aussi mobiles et indolores !</i> ".
Nadia	a retenu l'hypothèse d'un kyste en argumentant à ses camarades : " <i>J'ai voté pour cette hypothèse car le nodule est mobile et indolore, de plus les kystes surviennent en général chez les femmes jeunes, alors que la patiente est âgée de 38 ans</i> ".
Tuteur	a fait une remarque à l'apprenante Nadia : " <i>Les kystes peuvent être douloureux si la tension à l'intérieure est importante et je rejoins l'avis de Sarra à propos du fait que le Lipome et les tumeurs phyllodes sont aussi mobiles et indolores</i> ".
Sarra	a rejeté l'hypothèse d'un kyste en argumentant à ses camarades : " <i>Ce n'est pas un kyste puisque la patiente n'est pas allaitante et généralement les kystes touchent les jeunes femmes qui allaitent par l'obstruction des canaux galactophores</i> ".
Tuteur	a fait une remarque à l'apprenante Sarra : " <i>Ce n'est pas toujours le cas ! On peut y avoir des kystes suite à une réaction inflammatoire exsudative</i> ".

Table 4.1. Illustration de certaines interactions collaboratives

Suite à ces interactions collaboratives, **Sarra** préfère l'accomplissement d'un examen complémentaire radiologique, il s'agit d'une Mammographie. Après un minutieux examen, elle constate qu'il s'agit d' « *une masse radio-opaque, ovale, homogène et régulière.* ».

Les apprenants ont utilisé l'arbitrage, à travers l'outil de vote intégré dans l'environnement CCRL, afin de résoudre les problèmes conflictuels tout en essayant de trouver un consensus ; les motivations qui confirment leurs choix sont résumés dans la table ci-dessous (Table 4.2.) :

Hypothèses	Vote	Caractéristiques de la mammographie
Lipome	<i>Contre</i>	<i>masse radio-transparente</i>

⁶ Selon Wikipedia, L'**adénofibrome** (ou fibroadénome) est une tumeur bénigne du sein composée de tissus fibreux et de tissus glandulaires atteignant la glande mammaire . Cette tumeur bénigne est la plus fréquente des tumeurs solides du sein. Elle survient essentiellement chez les jeunes femmes, souvent avant 30 ans

Hamartome	<i>Contre</i>	<i>densité mixte adipo-glandulaire (sein dans le sein).</i>
Ganglion intra-mammaire	<i>Contre</i>	<i>opacité circonscrite contenant une clarté centrale ou périphérique.</i>
Kyste huileux	<i>Contre</i>	<i>masse radio-transparent et circonscrit d'un fin liseré.</i>
Galactocèle	<i>Contre</i>	<i>densité mixte chez la femme non allaitante.</i>
Fibroadénome calcifié	<i>Contre</i>	<i>macro calcifications grossières.</i>
Kyste contenant du lait calcique	<i>Contre</i>	<i>Contenu lait calcique.</i>

Table 4.2. Résultats du vote suite à l'examen de la mammographie

Par ailleurs, **Omar**- il favorise l'accomplissement d'un examen complémentaire radiologique de type échographie (Fig 4.10). Suite à une minutieuse étude, par les apprenants, de façon individuelle et collaborative, **Omar** constate que : « *La masse est de nature solide dont elle est échogène⁷, homogène, renforcement postérieur (blanc sur fond noir) avec limites nettes et régulières, plus large que haute d'aspect bénin.* ».

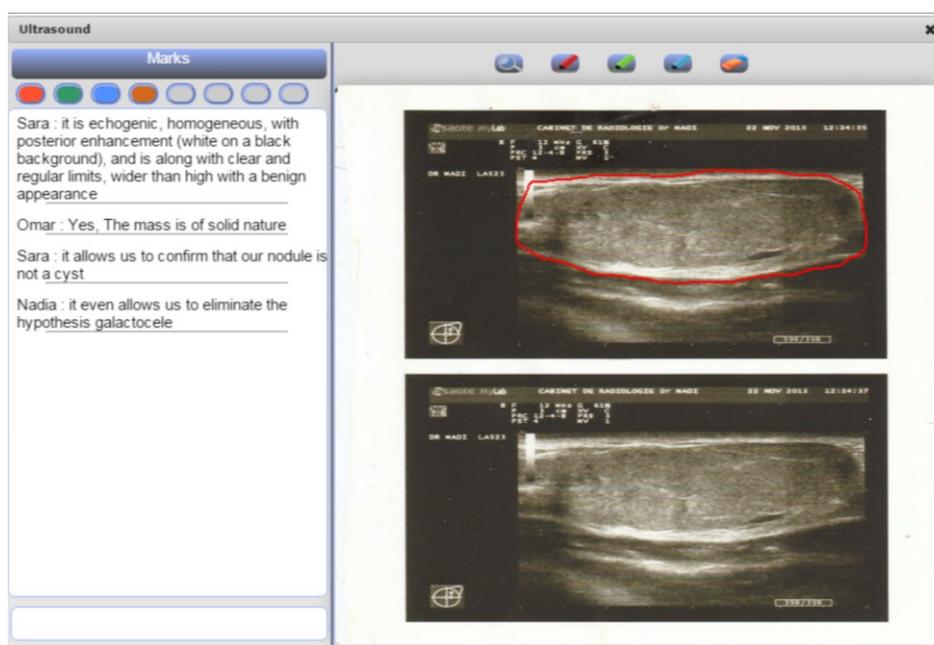


Fig 4.10. *Fenêtre partagée de l'examen d'échographie*

⁷ En échographie, échogène se dit d'un milieu qui, en fonction de son impédance acoustique, réfléchit plus ou moins les ultrasons.

Néanmoins, plusieurs points de vue ont été exprimés, ce qui incite les apprenants à recourir l'outil de vote pour trancher. Les motivations qui confirment leurs choix sont résumées ci-dessous (Table 4.3):

Hypothèses	Vote	Caractéristiques de l'échographie
<i>Galactocèle</i>	<i>Contre</i>	<i>contenu liquidien.</i>
<i>Kyste</i>	<i>Contre</i>	<i>contenu liquidien.</i>
<i>Tumeur phyllode</i>	<i>Contre</i>	<i>dans sa forme pathognomonique (pathognomonique = typique) elle est charnue mais sertie d'ilots liquidiens.</i>

Table 4.3. Résultats du vote suite à l'examen de l'échographie

Nadia- sollicite un examen complémentaire de type micro-biopsie percutanée, en se justifiant que : « *la biopsie percutané permet de distinguer entre une tumeur phyllode, cancer colloïde et adénofibrome.* ». Par conséquent, une biopsie percutanée réalisée avec une étude anatomopathologique, qui permet de déterminer toutes les caractéristiques de la tumeur, ayant posé le diagnostic histologique *d'adénofibrome*. Alors une exérèse de la masse est réalisée avec étude anatomopathologique.



Fig 4.11. Compte rendu de l'examen histo-pathologique qui confirme que c'est un adénofibrome

La représentation graphique du diagnostic, élaboré lors de la séance d'ACRC, est bien décrite sur la figure (Fig 4.12.). Elle schématise les différentes hypothèses

généérées de manière collaborative. L'ensemble des hypothèses sont référencées par leurs numéros qui indiquent l'ordre de leurs créations. En effet, l'apprenante **Nadia** a posé une question à la patiente pour vérifier les effets, en termes de douleurs, du *nodule*. La patiente a également répondu qu'il n'y a absolument pas de douleurs. C'est ainsi que **Nadia** ajoute à la représentation graphique le nœud numéro 3 avec le nom logique *douloureux*. Cette hypothèse permis, aux apprenants, de distinguer deux chemins sur le graphe. Le premier concerne les *nodules douloureux*, ce qui rend cette direction du diagnostic hors champ de recherche, alors que le second chemin concerne les *nodules non douloureux*. Par conséquent, les apprenants ont éliminé l'hypothèse *Abcès* indiquée sur le graphe par le nœud numéro 6 (chemin non valide avec un nœud terminal représenté sur le graphe par une icône rouge).

Suivant le même principe, le raisonnement perpétue à se construire, à travers le deuxième chemin référencé par la donnée *nodules non douloureux*. En outre, les interactions collaboratives, inter-apprenants et entre apprenants et tuteur, autour des résultats relatifs aux examens complémentaires sollicités lors de la séance, permettent d'orienter le diagnostic vers la bonne décision. Le dernier examen complémentaire penchant la décision vers la fin est également référencé sur le graphe par le numéro 28. Il s'agit de la *micro-biopsie* qui confirme le diagnostique *adénofibrome* qui est représenté sur le graphe par le nœud de référence 31. Ce nœud est référencé aussi par une icône verte indiquant sa validité.

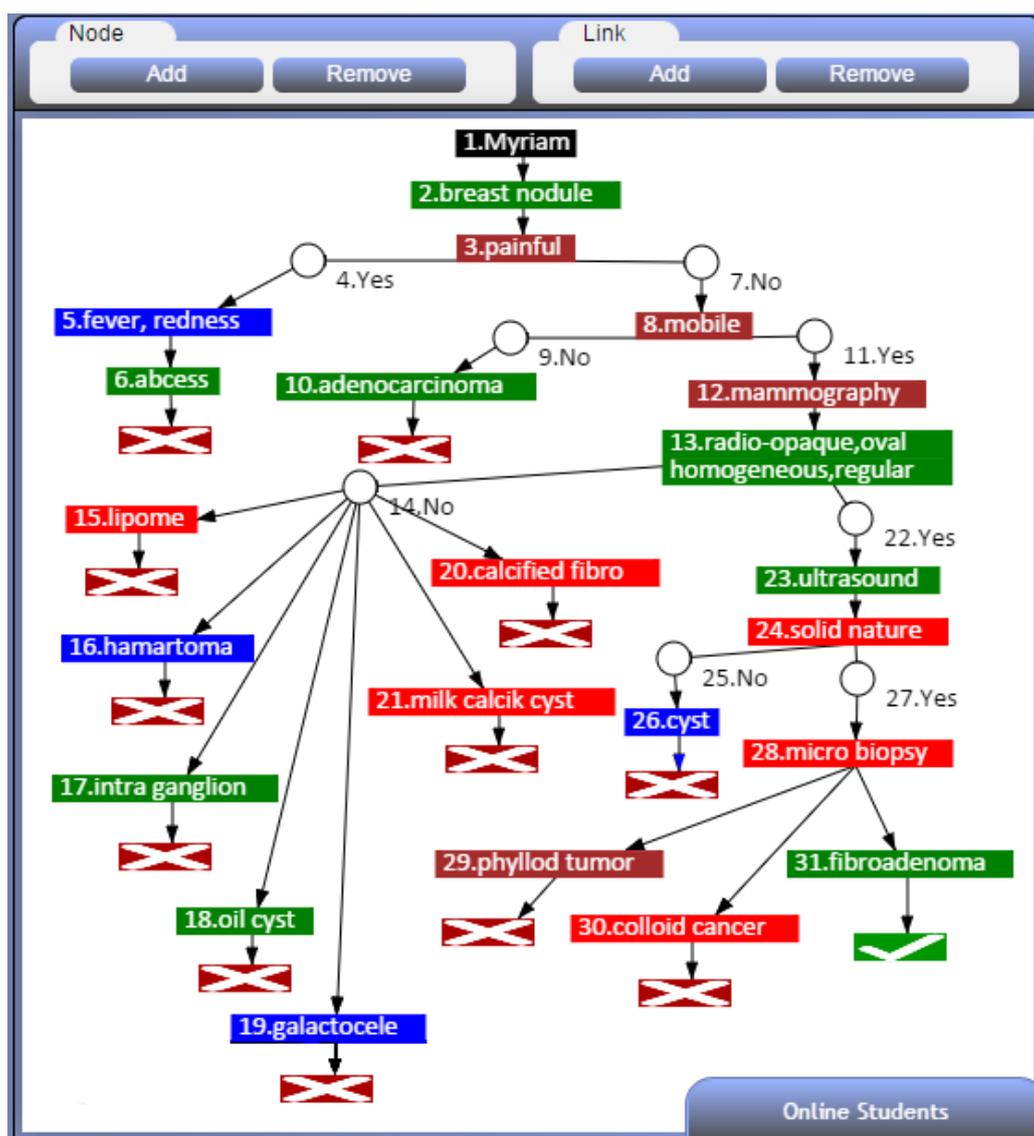


Fig 4.12. Représentation graphique du diagnostic médical associé au scénario typique

4.3 Évaluation préliminaire de l'environnement CCRL

Les environnements collaboratifs assistés par ordinateurs, notamment les environnements d'apprentissage collaboratif doivent passer, lors de leur cycle de développement, par une étape extrêmement importante, et ce afin de mesurer leurs performances et leurs acceptabilités par les utilisateurs effectifs. En effet, l'évaluation de tels environnements s'effectue souvent en utilisant des études expérimentales, qui requiert la mobilisation de plusieurs moyens matériels importants ainsi que la mobilisation de plusieurs spécialistes dans diverses disciplines, notamment dans les spécialistes en sciences humaines (psychologues, sociologues, etc.), en travaillant pendant une période de temps assez importante. C'est ainsi que nous avons préféré

tout d'abord de mener, dans le cadre de cette thèse, une étude d'évaluation préliminaire de notre environnement CCRL en perspective d'une éventuelle expérimentation qui peut faire l'objet d'une thèse à part terminera le présent travail de recherche.

4.3.1 Procédure d'évaluation

Pour mesurer objectivement la pertinence de notre stratégie d'ACRC, tout en évaluant les choix conceptuels adoptés, y compris la capacité de l'environnement CCRL à répondre aux besoins des apprenants, nous avons effectué une modeste étude quantitative. Cette dernière se base sur un questionnaire, adressé aux apprenants à la fin de chaque session d'apprentissage collaboratif, pour leur solliciter de répondre à un ensemble de questions à multiple choix de réponses dont chacun doit y sélectionner un seul.

L'étude a été menée en présence de vingt (20) apprenants (13 femmes et 7 hommes) que nous résumons dans la table ci-dessous (Table 4.4) leurs caractéristiques par rapport aux niveaux de compétence en informatique ainsi que l'intention à adopter les nouvelles technologies dans l'ARC.

	Fréquence	Pourcentage (%)
<i>Genre</i>		
<i>Male</i>	13	65
<i>Femelle</i>	7	35
<i>Niveau de compétence en Informatique</i>		
<i>Très bien</i>	6	30
<i>Bien</i>	10	50
<i>Intermédiaire</i>	4	20
<i>Pauvre</i>	0	0
<i>Intention d'exploiter la technologie dans l'apprentissage</i>		
<i>Fortement d'accord</i>	17	85
<i>D'accord</i>	3	15
<i>Neutre</i>	0	0
<i>Désaccord</i>	0	0
<i>Fortement en désaccord</i>	0	0

Table 4.4. *Cadre expérimental de notre évaluation préliminaire*

Au début de chaque session, une formation rapide, sur le principe de fonctionnement de l'environnement CCRL, est assurée aux apprenants. Ensuite un test mesurant la maîtrise des outils intégrés dans CCRL. Une fois les sessions d'apprentissage sont bien préparées (création des comptes des apprenants, préparation des problèmes

cliniques autour desquelles les apprenants vont se réunir), les apprenants ont l'accès aux outils à travers une connexion internet ou connexion sur un réseau local.

Les apprenants sont ensuite répartis en groupe de quatre (04). Ils collaborent en mode synchrone autour de la résolution d'un problème clinique donné. La génération collective d'un diagnostic médical à ce problème devant être entièrement médiatisée par notre environnement CCRL. La participation d'un tuteur pour jouer son rôle important est également requise pour toutes les sessions d'évaluation.

A la fin de chaque session d'ACRC, nous avons sollicité les apprenants à remplir un questionnaire, comportant des questions fermées dont la réponse se base sur une échelle de likert (Likert scale) à 5 points (de « 0 : *fortement en désaccord* » jusqu'à « 4 : *fortement d'accord* »). Nous avons aussi encouragé les apprenants à ajouter des commentaires additionnels pour justifier leurs réponses.

4.3.2 Données recueillies

Cette évaluation préliminaire vise en premier lieu à recueillir la perception des apprenants en médecine vis-à-vis les outils intégrés dans notre environnement CCRL, et en deuxième lieu à mesurer objectivement sa capacité à soutenir les activités collaboratives d'ARC, notamment en tenant compte les facteurs suivants :

- *La méthode globale de l'apprentissage*
- *La démarche de l'apprentissage*
- *L'ergonomie de l'interface*
- *Les outils d'interaction collaborative*
- *La motivation des apprenants*
- *La pertinence de la représentation graphique du diagnostic médical*
- *La pertinence de la session de révision*

4.3.3 Résultats et analyse

Dès la collecte des données auprès des apprenants participants à l'évaluation à travers le questionnaire, des données descriptives (moyenne et pourcentage) ont été calculées. Une synthèse a été ensuite dégagée suite aux commentaires additionnels fournis par les apprenants en justifiant leurs réponses par rapport au questionnaire. La table ci-dessous (Table 4.5) résume en effet ces données descriptives :

Facteurs d'évaluation	Moyenne	SD
<i>La méthode globale de l'apprentissage</i>	2.98	0.47
<i>La démarche de l'apprentissage</i>	2.88	0.34
<i>L'ergonomie de l'interface</i>	3.15	0.35
<i>Les outils d'interaction collaborative</i>	3.03	0.39
<i>La motivation des apprenants</i>	2.98	0.53
<i>La pertinence de la représentation graphique du diagnostic médical</i>	3.17	0.51
<i>La pertinence de la session de révision</i>	2.80	0.40

SD : Standard Deviation (en français : l'écart type)

Table 4.5. Moyennes et écarts types par facteur d'évaluation

En observant la colonne de SD, nous remarquons que les valeurs sont toutes de petites tailles, ce qui signifie qu'il ya peu d'écart dans les scores de chaque question d'évaluation.

En analysant ces résultats, nous avons tiré plusieurs conclusions que nous présentons sur plusieurs angles à savoir :

- **Méthode globale de l'apprentissage** : Les apprenants ont trouvé que l'expérience de l'apprentissage collaboratif est plus bénéfique que l'apprentissage individuel (70% des apprenants ont donné la réponse « *D'accord* » qui représente la valeur « 3 » dans l'échelle proposée). Il convient de noter que malgré notre environnement a attiré l'enthousiasme de la majorité des apprenants, il a été préféré pour être exploité comme étant une méthode d'apprentissage complémentaire plutôt qu'une alternative de la méthode classique.
- **Démarche d'apprentissage** : Sur cet angle, qui représente également la démarche adoptée par les participants pour raisonner de manière collaborative le cas clinique ainsi que la concordance de ses étapes, les apprenants ont trouvé qu'une telle démarche semble pertinente, du fait que 80% des apprenants ont répondu « *D'accord* » pour la question associée à ce facteur. Par ailleurs, les apprenants ont renforcé leurs réponses par un commentaire stipulant que « *A la fin de la session d'apprentissage, s'est avéré que la démarche adoptée par le groupe, nous a clairement expliqué les connaissances mobilisées ainsi que les étapes intermédiaires appliquées afin d'atteindre le diagnostic final.* ». Cela montre l'attitude des apprenants, qui nous semble encourageante et motivante pour notre approche, en particulier pour notre modèle d'ACRC.

- **Ergonomie de l'interface** : Dans le domaine d'ergonomie, la problématique consiste à concevoir et implémenter des interfaces Homme-Machine pour un travail efficace (Long et Dowell, 1989). Ainsi, la littérature de ce domaine précise que l'efficacité du travail se mesure par plusieurs paramètres à savoir : le temps de la réalisation d'une tâche représentative, le nombre de recours à l'aide et les taux d'erreurs classées par catégorie : erreurs involontaires en action, erreurs de plan, etc. (Reason, 1990).

Dans le cadre de cette thèse, nous n'avons pas attribué une grande importance à ce sujet. Néanmoins, nous avons consacré une partie du questionnaire à l'évaluation préliminaire de l'aspect ergonomique de l'environnement CCRL, notamment sur le plan simplicité et facilité d'utilisation de l'interface graphique. En effet, la majorité des apprenants participants (75%) ont répondu « D'accord » pour l'ergonomie de l'interface, et ce du fait qu'ils l'ont trouvé simple et offre une utilisation conviviale, intuitive et facile à assimiler.

- **Outils d'interaction collaborative** : Dans la phase de conception d'un environnement virtuel d'apprentissage collaboratif, il est important de tenir compte de nombreux paramètres à savoir : moyens physiques d'interaction (souris, clavier, écrans digitaux, etc.), la métaphore d'interaction ou encore le domaine d'application de l'environnement virtuel (Hrimech, 2009). Par conséquent, pour mesurer les performances, en termes d'interaction collaborative, de l'environnement CCRL, nous avons décidé de travailler sur la question de recherche suivante : « Examiner comment les apprenants avec leur tuteur travaillent ensemble en groupe et comment les mécanismes technologiques intégrés dans l'environnement CCRL peuvent soutenir la collaboration ? »

Par ailleurs, l'environnement CCRL crée une médiatisation de collaboration d'ARC. Du ce fait, le processus d'apprentissage passe d'une situation réelle de coprésence (face-à-face) à une situation virtuelle générée par les programmes de l'environnement pour permettre aux apprenants d'apprendre ensemble. Cependant, ce mode d'apprentissage dégrade chez aussi bien les apprenants que les tuteurs les informations de la conscience de groupe (les actions, les intentions, les points de vue, etc des autres apprenants et tuteurs), qui sont extrêmement importantes pour le déroulement du processus collaboratif.

Dans cette dialectique, en utilisant l'environnement CCRL, lors du processus d'apprentissage, les participants peuvent interagir entre eux de trois manières : interactions *apprenants-apprenants*, interactions *apprenants-tuteur* et interactions *apprenant-patient*. Ces interactions collaboratives sont également mises en place à

travers plusieurs outils que nous avons intégrés, parmi lesquels nous citons : les outils d'échange de messages dynamiques, de génération des remarques relatives aux hypothèses, de notification, etc. Pour mesurer les performances de tels outils, nous avons consacré une partie importante du questionnaire à ce sujet. En effet, un taux de 70% des apprenants trouvent que ces outils sont d'une importance non négligeable, du fait qu'ils favorisent la co-construction de connaissances ainsi que le partage du savoir et savoir-faire. Par ailleurs, la supervision, par un tuteur, du processus d'ARC constitue au sens des apprenants un autre point important d'efficacité de la collaboration et de l'acquisition de connaissances cliniques.

Un autre point important, que nous avons apprécié lors d'observation des différentes sessions d'expérimentation, explique clairement les moyens exploités pour que l'activité de négociation, qui nous semble extrêmement importante pour une collaboration efficace, ait lieu. En effet, pendant les différentes sessions d'apprentissage, tous les participants ont pratiquement configuré leurs espaces pour être notifiés sur certains événements produits, notamment les événements relatifs aux hypothèses. Cela montre leur ardeur à être informé sur leurs activités mutuelles en cours. Ils ont aussi échangé un nombre considérable de messages. Nous pouvons donc mentionner que l'outil intégré de messagerie a joué le rôle d'un outil de négociation et que sa disponibilité a facilité vraiment la tâche aussi bien des apprenants que des tuteurs.

- **Motivation des apprenants** : Une grande partie des apprenants trouvent que ce mode d'apprentissage peut jouer son rôle important, notamment pour les novices, afin de surmonter le stress de l'apprentissage dans les milieux cliniques et devant les lits des patients. Ce stress, qui est souvent créé par la timidité et la crainte d'être mal jugé par autrui, peut constituer un facteur de l'absence de bonnes idées en termes de RC. C'est ainsi que 70% des apprenants ont également exprimé que cette expérience a leur permis d'être plus motivés pour intervenir, de façon plus décontractée, à l'apprentissage collaboratif. En effet, le fait d'être protégé derrière l'anonymat en accédant à l'environnement CCRL, permet d'écarter l'identité des idées des apprenants. En outre, l'anonymat crée entre autres plus d'autonomie et de franchise dans les commentaires et favorise donc un apprentissage plus productif. Toutes ces affirmations ont été justifiées en analysant les réponses au questionnaire dont nous avons constaté que 70% des apprenants ont répondu « *D'accord* » à la question associée à ce point de motivation.
- **Pertinence de la représentation graphique du diagnostic médical** : Le diagnostic médical élaboré par les apprenants de manière collaborative constitue un élément

clé de la réussite de notre modèle d'ACRC. C'est ainsi que nous avons consacré une partie de notre approche d'évaluation à la mesure de performance de l'outil de représentation permettant de visualiser graphiquement la logique du raisonnement des apprenants pour atteindre le diagnostic final. En se basant sur la métaphore des objets de coordination, cette représentation graphique, qui apparaît au niveau de l'interface comme une hiérarchie à plusieurs niveaux, a vraiment permis aux règles de coordination d'être facilement installées pour mener un apprentissage collaboratif efficace.

Les apprenants ont apprécié cet outil dont 80% d'entre eux ont trouvé que cette représentation graphique est très utile pour leur apprentissage. Ils ont même indiqué qu'elle leur offre une vue globale et commune de l'état d'avancement du diagnostic, ce qui permet de soulager le système cognitif pour bien concentrer sur le problème clinique afin de proposer un meilleur diagnostic.

Pertinence de la session de révision : La session de la révision est destinée en particulier aux apprenants retardataires ou absents. Elle s'est révélée être utile même pour les apprenants qui ont participé aux sessions. En effet, 75% des apprenants ont trouvé que la session de la révision est utile pour renforcer les connaissances acquises.

4.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons largement discuté le principe de fonctionnement de l'environnement *CCRL*, que nous avons développé pour le support de l'ARC, tout en concrétisant le principe de notre modèle proposé. En effet, nous avons insisté sur l'aspect usage de l'environnement, qui constitue un facteur déterminant de son acceptation par aussi bien les apprenants que les tuteurs. Nous avons également précisé l'importance de ses différentes sessions adoptées afin de permettre au concept de la conscience de groupe d'être bien installé pour jouer son rôle capital de suivi des dynamiques régissant les activités collaboratives. L'environnement se compose également de trois sessions. Une session privée au gestionnaire de sessions (ou au tuteur), dont elle est exploitée par ce dernier afin de préparer le contenu du cas clinique à présenter aux apprenants pour des fins pédagogiques, une deuxième session pour concrétiser la séance d'apprentissage collaboratif du diagnostic médical, et une troisième session réservée aux apprenants pour constituer un espace de révision des séances d'apprentissage antérieures.

Obéissant au principe du RC réel, nous avons intégré dans la session d'apprentissage collaboratif plusieurs fonctionnalités se déroulant en trois étapes principales à

savoir : l'étape de transformation sémantique du problème, l'étape de génération, filtrage et structuration des hypothèses, l'étape d'accomplissement d'informations et enfin la prise de décision finale.

Par ailleurs, pour analyser la pertinence de notre démarche d'ARC, nous avons consacré une partie importante de ce chapitre à la présentation de l'étude quantitative, basée sur les expérimentations, menée en présence de plusieurs apprenants de la faculté de médecine de notre université. Les résultats de cette étude nous ont permis de tirer plusieurs conclusions pertinentes que nous avons largement discuté à la fin de ce chapitre.

Conclusion générale et perspectives

Le travail de recherche réalisé dans le cadre de la présente thèse a été essentiellement motivé par le souci majeur d'explorer les possibilités fournies par l'approche TCAO, dont le succès auprès des secteurs socio-économique est plus qu'avéré, pour le support de la collaboration entre plusieurs apprenants avec leur tuteur géographiquement distants. L'originalité de cette recherche repose surtout sur le fait qu'actuellement très peu de travaux se sont intéressés à modéliser la tâche de téléapprentissage collaboratif du RC, motivant ainsi notre volonté de nous y investir afin de l'explorer.

A travers notre contribution, nous ne cibons nullement à résoudre tous les problèmes posés par l'activité d'ARC. Notre intérêt était plutôt de soulager les facultés de médecine *Algériennes* et leur permettre de bénéficier des avancés des *TIC* afin d'offrir à ses étudiants des solutions technologiques leur permettant de suivre des séances d'apprentissage indépendamment de leurs locations géographiques. Ainsi du côté des tuteurs, ils n'auront plus à fournir des efforts démesurés, en termes de déplacements, pour transférer leurs savoirs-faires aux apprenants. En effet, la mise en œuvre d'un environnement Groupware concrétisant telles solutions, requiert de mener des études sérieuses permettant d'analyser scrupuleusement aussi bien les caractéristiques des différentes théories d'apprentissage (behaviorisme, constructivisme, etc.) que le processus du RC afin de bien décerner les besoins particuliers des apprenants et tuteurs en médecine, notamment pendant le traitement collectif d'un cas clinique partagé. Par conséquent, nous avons consacré le chapitre 1 à présenter l'étude que nous avons mené sur l'apprentissage collaboratif

indépendamment du contexte dans lequel il est appliqué. Ensuite, nous avons présenté dans le chapitre 2, les principes caractérisant le processus d'apprentissage collaboratif appliqué dans le contexte médical, particulièrement le contexte d'ARC. Enfin à travers les deux derniers chapitres (3 et 4), nous avons essayé de détailler le principe de notre contribution qui se base essentiellement sur un modèle inspiré d'une étude effectuée, par notre encadreur, dans un contexte purement industriel afin d'assister le transfert du savoir-faire en termes de maintenance industrielle (Hedjazi, 2011).

Les travaux de recherche menés dans le contexte d'éducation, notamment l'apprentissage collectif des sciences médicales ont souvent démontré que dans une séance d'un tel apprentissage les étudiants concourt à l'activité globale d'apprentissage collaboratif à travers la réalisation de plusieurs tâches correspondantes aux phases d'apprentissage aussi bien individuel que collectif et aux phases de synchronisation/prises de décisions collaboratives. Les différents apprenants en médecine apprennent donc collectivement et/ou indépendamment les uns des autres. Dans cette optique, nous avons pris en considération, lors de la conception de notre modèle, que nous avons prototypé ses caractéristiques à travers l'environnement CCRL. Ceux-ci montrent que toute solution technologique devra incontestablement envisager l'intégration des espaces de travail individuel, qui représentent un endroit réservé pour réaliser des tâches dans la perspective de les exprimer aux collaborateurs, ainsi que des espaces de travail partagé qui matérialiseront le lieu d'échange et de partage de connaissances. Ils suggèrent aussi le besoin de disposer non seulement d'outils de communication synchrone et asynchrone, mais aussi des outils pour maintenir la conscience du groupe et en conséquence pour garantir la coordination entre les activités des différents apprenants et tuteurs. En outre de ces suggestions, notre idée permettant de mettre en œuvre un outil collaboratif de manipulation de la représentation graphique du diagnostic clinique semble extrêmement importante, du fait qu'elle constitue aux apprenants un moyen efficace pour être conscients de leurs actions mutuelles.

Par ailleurs, un autre mécanisme qui n'est pas moins utile que les autres est celui de la notification intégré dans l'environnement CCRL. L'association d'un tel mécanisme aux activités des autres membres du groupe, permet de simplifier la tâche des apprenants et tuteur, tout en leur offrant la possibilité de déterminer intuitivement l'auteur de n'importe quelle activité avant de prendre toute décision d'accès ou de commenter.

Lors d'une séance d'apprentissage, les apprenants peuvent éventuellement échanger des messages et/ou des commentaires afin de partager leurs points de vue à propos de la résolution du problème clinique partagé. De ce fait, l'outil de la messagerie instantanée, que nous avons intégré dans l'environnement *CCRL*, a également prouvé ses avantages, notamment en termes de combinaison de la communication avec la réalisation de tâches.

Pratiquement, nous avons développé une première version de notre environnement en utilisant plusieurs outils technologiques orientés web à savoir : *HTML5*, *CSS*, *AJAX*, *JavaScript* et *PHP*. L'étude menée afin d'évaluer un tel prototype sur un réseau local nous a permis de tirer certaines bonnes conclusions, particulièrement en termes de déroulement de l'activité collaborative de l'apprentissage et de spécification des besoins revendiqués par les participants afin de préserver leur conscience de groupe et en conséquence pour coordonner leurs actions mutuelles. En se basant sur les résultats obtenus par cette étude, nous sommes actuellement entrain de raffiner les fonctionnalités intégrées dans l'environnement *CCRL*. En effet, notre modeste expérience a montré que les apprenants préfèrent souvent le contact direct durant leurs discussions. C'est ainsi que nous prévoyons intégrer un outil de communication vocale pour soutenir la communication naturelle entre les apprenants. Nous espérons que cet outil permettra aux règles sociales de s'installer naturellement dans l'environnement et de compléter les mécanismes de coordination déjà développés. Cependant, ces tests effectués jusqu'à présent restent encore préliminaires.

En conséquence, afin de mesurer objectivement les performances de notre approche en complétant ces tests préliminaires et en tirant en effet les bonnes conclusions, nous prévoyons aussi accomplir ce travail de recherche par une étude expérimentale à grande échelle. Cette dernière consiste à mener des expériences réelles avec la présence d'un nombre suffisant de cliniciens et étudiants en médecine, et ce pendant une période de travail assez importante. Ceci requière, sans aucun doute, la présence de plusieurs chercheurs de diverses disciplines, notamment les spécialistes en sociologie, psychologie cognitive, etc.

Références

- Abid., L. (2014). Effectifs médicaux dans les services hospitalo-universitaires en Algérie. Rapport-23, *Académie Algérienne des Sciences et Technologies*. Repéré le Juin 13, 2014, à <http://www.santemaghreb.com/algerie/abid0614.htm>.
- Adams, D., & Hamm, M. (1996). *Cooperative Learning: Critical Thinking and Collaboration Across the Curriculum..* Charles C. Thomas, Publishers, 2600 South First Street, Springfield, IL 62794-9265 (Clothbound: ISBN-0-398-06587-X, \$47.95; paperback: ISBN-0-398-06588-8, \$32.95).
- Al-Ismaïel, O. A. (2013). Collaborative blended learning with higher education students in an Arabic context. Doctor of Philosophy thesis, Faculty of Education, University of Wollongong. Repéré à <http://ro.uow.edu.au/theses/3983>.
- AMH (Algerian Ministry of Health). (2011). Ministère de la Santé Algérien : *Conférence Nationale sur la Politique de Santé et la Réforme Hospitalière*. Palais des Nations, Alger : février 3 5, 2011, Repéré à http://www.sante.dz/conference_nationale.htm.
- AMH (Algerian Ministry of Health). (2015). Ministère de la Santé Algérien : Les Réformes en Santé, Evolution et Perspectives. Rapport: Alger - Décembre 2015, Repéré à http://www.sante.dz/Rencontre_evaluation_alger_2015/reformes_sante.pdf
- Arrada, M. (2014). Politique de formation et de recherche en santé en Algérie. *Colloque International sur les politiques de santé, Alger* : Janvier 18 19, 2014, Repéré à http://www.sante.dz/colloque/docs/04_formation_recherche_arrada.pdf.
- Audétat, M. C. (2012). L'identification et la remédiation des difficultés de raisonnement clinique en médecine (État des pratiques, recherche d'outils et processus pour soutenir les cliniciens enseignants).
- Barnier, G. (2009). Théories de l'apprentissage et pratiques d'enseignement, formateur, IUFM d'Aix-Marseille.
- Bandura, A. (1986). Social foundation of thought and action: A social-cognitive view. *Englewood Cliffs*.
- Bannon, L. (1994) Issues in Computer Supported Collaborative Learning. In C. O'Malley (ed.) *Computer Supported Collaborative Learning. Proceedings of NATO Advanced Research Workshop on Computer Supported Collaborative Learning, Aquafredda di Maratea, Italy, Sept. 24-28, 1989. NATO ASI Series, SERS F Vol.128. Berlin: SpringerVerlag. ISBN 3-540-57740-8.*
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer Publishing Company.
- Basque, J., Rocheleau, J., & Winer, L. (1998). Une approche pédagogique pour l'école informatisée. *Centre de recherche LICEF, Télé-université*.
- Baudrit, A. (2007). Apprentissage coopératif/Apprentissage collaboratif: d'un comparatisme conventionnel à un comparatisme critique. *Les Sciences de l'éducation-Pour l'Ère nouvelle*, 40(1), 115-136.
- Bertrand, A., & Garnier, P. H. (2005). *Psychologie cognitive* (Vol. 611). Studyrama.
- Bonito, J. A. (2002). The Analysis of Participation in Small Groups Methodological and Conceptual Issues Related to Interdependence. *Small Group Research*, 33(4), 412-438.

- Bordage, G. (1999). Why did I miss the diagnosis? Some cognitive explanations and educational implications. *Academic Medicine*, 74(10), S138-43.
- Bordage, G. (2005). La prise de décision en médecine : quelques mécanismes mentaux et des conseils pratiques. *La revue de médecine interne*, 26, S14-S17.
- Boukobza, P. (2013). Carte conceptuelle et carte heuristique. Repéré à <http://www.heuristiquement.com/2013/03/carte-conceptuelle-et-carte-heuristique.html>
- Bowen, J. L. (2006). Educational strategies to promote clinical diagnostic reasoning. *New England Journal of Medicine*, 355(21), 2217-2225.
- Bridges, S., Chan, L. K., & Hmelo-Silver, C. E. (Eds.). (2016). *Educational technologies in medical and health sciences education*. Springer.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
- Brubacher, M., Payne, R. W., & Rickett, K. (Eds.). (1990). *Perspectives on Small Group Learning: Theory and Practice*. Oakville, Ont.: Rubicon Pub.
- Buchs, C., Darnon, C., Quiamzade, A., Mugny, G., & Butera, F. (2008). Conflits et apprentissage. Régulation des conflits sociocognitifs et apprentissage. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, (163), 105-125.
- Buekenhoudt, A. (2011). De la théorie de Lev Vygotski aux pratiques de Célestin Freinet Passage d'un apprentissage de l'inter à l'intra-psychique dans une situation d'apprentissage dyadique . Institut de formation en sciences de l'éducation pour adultes-FOPA. Université Catholique de Louvain. Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.
- Cavalier, J. C., Klein, J. D., & Cavalier, F. J. (1995). Effects of cooperative learning on performance, attitude, and group behaviors in a technical team environment. *Educational technology research and development*, 43(3), 61-72.
- Chachoua., L. (2014). Le système national de santé de l'indépendance à nos jours. *Colloque International sur les politiques de santé*, Alger : Janvier 18 19, 2014, Repéré http://www.sante.dz/colloque/docs/01_systeme_sante_chachoua.pdf.
- CHAMBERLAND, M. (1998). Les Séances d'Apprentissage du Raisonnement Clinique (ARC): un exemple d'activité pédagogique contextualisée adaptée aux stages cliniques en Médecine. In *Annales de médecine interne* (Vol. 149, No. 8, pp. 479-484). Masson.
- Chamberland, M., Hivon, R., Tardif, J., & Bedard, D. (2001). Évolution du raisonnement clinique au cours d'un stage d'externat: une étude exploratoire. *Pédagogie médicale*, 2(1), 9-17.
- CHAMBERLAND, M. (2007). Les séances d'apprentissage du raisonnement clinique (ARC): description de la méthode pédagogique. Université de Sherbrooke.
- Chan, D. S. (2004). The relationship between student learning outcomes from their clinical placement and their perceptions of the social climate of the clinical learning environment. *Contemporary Nurse*, 17(1-2), 149-158.
- Charlier, B., Daele, A., Depover, C., Libon, E., & Winckel, F. (2003). L'enseignement a distance en mutation: diagnostic et perspectives en communauté française de Belgique.

- Charlin, B., Bordage, G., & Van Der Vleuten, C. (2003). L'évaluation du raisonnement clinique. *Pédagogie médicale*, 4(1), 42-52.
- C.I.E (Cambridge International Examinations). (October 2011). Active learning. Repéré à <http://www.cie.org.uk/images/271174-active-learning.pdf>.
- Coleman, D., & Shapiro, R. (1992). Defining groupware. *Special Advertising Section to Network World*.
- Collard, A. (2014). *Le développement du raisonnement biomédical et clinique au cours du cursus médical* (Doctoral dissertation, Université de Liège, Liège, Belgique).
- Cossette, P. (2002). Comme exigence partielle de la maîtrise en philosophie (Mémoire présenté à l'Université du Québec à Trois-Rivière).
- Croskerry, P. (2005). The theory and practice of clinical decision-making. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*, 52, R1-R8.
- Croskerry, P. (2006). Critical thinking and decisionmaking: avoiding the perils of thin-slicing. *Ann Emerg Med*, 48(6), 720-722.
- Croskerry, P., & Nimmo, G. R. (2011). Better clinical decision making and reducing diagnostic error. *The journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh*, 41(2), 155-162.
- Custers, E. J., Regehr, G., & Norman, G. R. (1996). Mental representations of medical diagnostic knowledge: a review. *Academic Medicine*, 71(10), S55-61.
- Daniel, B. K. (2014). A research methodology for studying distributed communities of practice. *International Journal of Web Based Communities*, 10(4), 506-516.
- de Dreu, C. K. W., & Beersma, B. (2001). Minority influence in organizations: its origins and implications for learning and group performance. In C. K. W. de Dreu, & N. K. de Vries (Eds.), *Group consensus and minority influence: implications for innovation* (pp. 258-283). Oxford, UK: Blackwell.
- Demeester, A., Eymard, C., & Vanpee, D. (2012). Apprentissage du raisonnement clinique: difficultés identifiées en formation initiale sage-femme. *Revue française de pédagogie*, (4), 43-54.
- Desnoyers, L. (1993). Les indicateurs et les traces de l'activité collective. *Les aspects collectifs du travail, Actes du XXVIIe Congrès de la Société d'Érgonomie de Langue Française*, 53-66.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning?. In P. Dillenbourg (Ed) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. Oxford: Elsevier. 1-19.
- Doleck, T., Jarrell, A., Poitras, E., & Lajoie, S. (2015, June). Towards investigating performance differences in clinical reasoning in a technology rich learning environment. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 566-569). Springer International Publishing.
- Dolmans, D. H. J. M., & Schmidt, H. (1996). The advantages of problem-based curricula. *Postgraduate Medical Journal*, 72(851), 535-538.
- Droui, M. (2013). L'impact d'une simulation sur des dispositifs mobiles et en situation de collaboration sur la compréhension de l'effet photoélectrique au niveau collégial.

- Duquerroux, V. (2009). *Etude du raisonnement du clinicien expérimenté et de l'étudiant : apports de la psychologie cognitive* (Doctoral dissertation, Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE).
- Egan, T., & Jaye, C. (2009). Communities of clinical practice: the social organization of clinical learning. *Health*, 13(1), 107-125.
- Elieson, S. W., & Papa, F. J. (1994). The effects of various knowledge formats on diagnostic performance. *Academic Medicine*, 69(10), S81-83.
- Ellis, C. A., Gibbs, S. J., & Rein, G. (1991). Groupware: some issues and experiences. *Communications of the ACM*, 34(1), 39-58.
- Elstein, A. S., Shulman, L. S., & Sprafka, S. A. (1978). *Medical problem solving an analysis of clinical reasoning*. Cambridge, MA. Harvard University Press.
- Elstein, A. S. (1994). What goes around comes around: return of the hypothetico-deductive strategy. *Teaching and Learning in Medicine: An International Journal*, 6(2), 121-123.
- Escudero, I., León, J. A., Perry, D., Olmos, R., & Jorge-Botana, G. (2013). Collaborative versus individual learning experiences in virtual education: The effects of a time variable. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 83, 367-370.
- Eva, K. W. (2002). The aging physician: changes in cognitive processing and their impact on medical practice. *Academic Medicine*, 77(10), S1-S6.
- Eva, K. W. (2005). What every teacher needs to know about clinical reasoning. *Medical education*, 39(1), 98-106.
- Eustache, F., Lechevalier, B., & Viader, F. (1996). *La mémoire: neuropsychologie clinique et modèles cognitifs* (Vol. 3). De Boeck Supérieur.
- Farhat, M. N. (2014). *Apprentissage par projet*. Université Saint-Joseph. Mission de pédagogie universitaire.
- Feltovich, P. J., Spiro, R. J., & Coulson, R. L. (1989). The nature of conceptual understanding in biomedicine: The deep structure of complex ideas and the development of misconceptions. In *Portions of this chapter were presented at a Macy Foundation sponsored meeting of grantees, Sep 1986*. The MIT Press.
- Ferradji, M. A., & Zidani, A. (2016). Collaborative Environment for Remote Clinical Reasoning Learning. *International Journal of E-Health and Medical Communications (IJEHMC)*, 7(4), 62-81.
- Frantz, J. M., Bezuidenhout, J., Burch, V. C., Mthembu, S., Rowe, M., Tan, C., Van Wyk, J., & Van Heerden, B. (2015). The impact of a faculty development programme for health professions educators in sub-Saharan Africa: an archival study. *BMC medical education*, 15(1), 28.
- Frenay, M. (1998). Favoriser un apprentissage de qualité. M. Frenay, B. Noël, P. Parmentier, & M. Romainville (Éd.), *L'étudiant-apprenant. Grille de lecture pour l'enseignant universitaire*, 111-128.
- Ghedia, A. (2013). Réflexions sur le système de santé algérien. Repéré le Juillet 8, 2013, à <http://www.agoravox.fr/tribune-libre/article/reflexions-sur-le-systeme-de-sante-138362>.
- Gholami, M., Moghadam, P. K., Mohammadipoor, F., Tarahi, M. J., Sak, M., Toulabi, T., & Pour, A. H. H. (2016). Comparing the effects of problem-based learning and the traditional

- lecture method on critical thinking skills and metacognitive awareness in nursing students in a critical care nursing course. *Nurse Education Today*, 45, 16-21.
- Gladstein, D. L. (1984). Groups in context: A model of task group effectiveness. *Administrative science quarterly*, 499-517
- Grimm, D. (2004). Individual learning versus group learning in a suburban second-grade classroom. Theses and Dissertations.1156. Repéré à <http://rdw.rowan.edu/etd/1156>.
- Guéraud, V., & Leroux, P. (2009). Atelier Instrumentation des activités du tuteur: Environnements de supervision, usages et ingénierie (EIAH 2009)-Actes.
- Gurpinar, E., Kulac, E., Tetik, C., Akdogan, I., & Mamakli, S. (2013). Do learning approaches of medical students affect their satisfaction with problem-based learning?. *Advances in physiology education*, 37(1), 85-88.
- Guze, P. A. (2015). Using Technology to Meet the Challenges of Medical Education. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*, 126, 260-270.
- HEDJAZI, D. (2011). Conception d'un modèle coopératif de support de la télémaintenance industrielle (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).
- Hedjazi, D. (in press). Constructing collective competence: A new CSCW-based Approach, *Inderscience : Int. J. of Information and Communication Technology*.
- Henri, F., & Lundgren-Cayrol, K. (1998). Apprentissage collaboratif et nouvelles technologies. *Centre de recherche LICEF*.
- Henri, F., & Lundgren-Cayrol, K. (2001). Apprentissage collaboratif à distance: pour comprendre et concevoir les environnements d'apprentissage virtuels. *Presses Universitaires du Québec, Sainte Foy, Québec*.
- Hrimech, H. (2009). Evaluation de métaphores d'interaction pour le travail collaboratif entre sites distans d'immersion virtuelle (Doctoral dissertation, Arts et Métiers ParisTech).
- Jallais, C. (2006). EFFETS DES HUMEURS POSITIVE ET NEGATIVE SUR LES STRUCTURES DE CONNAISSANCES DE TYPE SCRIPT (Doctoral dissertation, Université de Nantes).
- Joly, V. (2008). Conditionnement classique et conditionnement opérant. Paradoxa Entre psychologie et autre chose. Repéré le 18 décembre, 2008 à <https://paradoxa1856.wordpress.com/2008/12/18/conditionnement-classique-et-conditionnement-operant/>.
- Kannampallil, T. G., Franklin, A., Mishra, R., Almoosa, K. F., Cohen, T., & Patel, V. L. (2013). Understanding the nature of information seeking behavior in critical care: implications for the design of health information technology. *Artificial intelligence in medicine*, 57(1), 21-29.
- Karau, S. J., & Williams, K. D. (1993). Social loafing: A meta-analytic review and theoretical integration. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65(4), 681- 706.
- Karsenty, A. (1994). Le collectifiel: de l'interaction homme-machine à la communication homme-machine-homme. *TSI n spécial IHM 13(1)*.
- Kavale, K. A., & Forness, S. R. (1996). Social skill deficits and learning disabilities: A meta-analysis. *Journal of learning disabilities*, 29(3), 226-237.
- Kayser, D. (1997). *La représentation des connaissances* (p. 308). Hermes.

- Koumene. (2009) Chapitre2:theories d'apprentissage. Repéré le 11 juillet, 2009 à <http://josialekenne.over-blog.com/article-33706364.html>.
- Kuiper, R., Pesut, D. J., & Arms, T. E. (2016). *Clinical Reasoning and Care Coordination in Advanced Practice Nursing*. Springer Publishing Company.
- Labédie, G., & Amossé, G. (2001). Constructivisme ou socio-constructivisme. *Recuperado de <http://www.ph-ludwigsburg.de/html/2b-frnz-s-01/overmann/glossaire/constructivismeetsocioconstructivisme.Doc>*.
- Ladner, J., Boussouf, N., Abdelaziz, A. B., Benmaïza, S., Alaoua, O., & Tavolacci, M. P. (2010). Utilisation de l'internet chez les étudiants en médecine à Batna (Algérie), Rouen (France) et Sousse (Tunisie). *Santé Publique*, 22(6), 637-646.
- Lafifi, Y. (2007). *SACA: un système d'apprentissage collaboratif* (Doctoral dissertation, PhD Thesis, Computer science department, University of Annaba, Algeria).
- Laflamme, A. (2011). Les cartes conceptuelles : Un outil pour soutenir l'acquisition des connaissances. Conseiller pédagogique. BENA Université de Montréal, v 0.32300.
- Larmer, J. (2014). Project-Based Learning vs. Problem-Based Learning vs. X-BL. *Retrieved January 6, 2014*.
- Lawson, A. E., & Daniel, E. S. (2011). Inferences of clinical diagnostic reasoning and diagnostic error. *Journal of biomedical informatics*, 44(3), 402-412.
- Lecomte, J. (1998). Lev Vygotski (1896-1934): pensée et langage. *Sciences humaines*, 81, 18-33.
- Legault, B. (1992). Le cognitivisme: théorie et pratique. *Pédagogie collégiale*, 6(1), 41-42.
- Legros, M., & Chaoui, F. (2012). Les systèmes de santé en Algérie, Maroc et Tunisie, Défis nationaux et enjeux partagés. *Les notes IPEMED, études et analyses*, (13).
- Lemaire, P. (2006). *Psychologie cognitive. De Boeck Supérieur*.
- Levesque, B (2013). L'apprentissage par projets comme source d'expression. Repéré le 8 Octobre, 2013 à <http://rire.ctreq.qc.ca/2013/10/abc/>.
- Lewis, R. (1996). Editorial: Cooperation or collaboration. *Journal of computer assisted learning*, 12(2), 65.
- Littlepage, G. E. (1991). Effects of group size and task characteristics on group performance: A test of Steiner's model. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 17(4), 449-456.
- Long, J., & Dowell, J. (1989, October). Conceptions of the Discipline of HCI: Craft, Applied Science, and Engineering. In *People and Computers V: Proceedings of the Fifth Conference of the British Computer Society* (Vol. 5, p. 9). Cambridge University Press.
- Lottici, E. (2013). Apprentissage coopératif: les représentations et pratiques des enseignants de maternelle (Mémoire d'initiation à la recherche).
- Lou, Y., Abrami, P. C., & d'Apollonia, S. (2001). Small group and individual learning with technology: A meta-analysis. *Review of educational research*, 71(3), 449-521.
- Makrakis, V. (1998). Guidelines for the Design and Development of Computer-Mediated Collaborative Open Distance Learning Courseware. *Proceedings of EDMEDIA / ED-TELECOM 98*.

- Malone, T. W., & Crowston, K. (1990, September). What is coordination theory and how can it help design cooperative work systems?. In *Proceedings of the 1990 ACM conference on Computer-supported cooperative work* (pp. 357-370). ACM.
- Malt, B. C., & Smith, E. E. (1984). Correlated properties in natural categories. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 23(2), 250-269.
- Mamede, S., Schmidt, H. G. (2017). Reflection in Medical Diagnosis: A Literature Review. *Health Professions Educatio*, 3(1), 15-25.
- Mangenot, F. (2011). Apprentissages formels et informels, autonomie et guidage. In Dejean, C., Mangenot, F. & Soubrié, T.(coord., 2011), *Actes du colloque Échanger pour apprendre en ligne*.
- Manninen, K., Henriksson, E. W., Scheja, M., & Silén, C. (2014). Patients' approaches to students' learning at a clinical education ward-an ethnographic study. *BMC medical education*, 14(1), 131.
- Marchand, C., & d'Ivernois, J. F. (2004). Les cartes conceptuelles dans les formations en santé. *Pédagogie médicale*, 5(4), 230-240.
- Masciotra, D., & Medzo, F. (2005). Le socioconstructivisme, un cadre de référence pour un curriculum par compétences: curriculum de la formation générale de base. Ministère de l'éducation, du loisir et du sport, Direction de la formation générale des adultes.
- Mazyad, H. (2013, January). Une approche Multi-agents à Architecture P2P pour l'apprentissage collaboratif. Université du Littoral Côte d'Opale.
- Mazzoni, E., Gaffuri, P., & Gasperi, M. (2010, May). Individual versus collaborative learning in digital environments: the effects on the comprehension of scientific texts in first year university students. In *Seventh International Conference on Networked Learning, Aalborg (Danmark)* (pp. 03-04).
- Meyer, P. (2010). Les cartes conceptuelles: un outil créatif en pédagogie. *Recherche en soins infirmiers*, (3), 35-41.
- Michaud, J. P., Marchand, C., Pignat, I. B., & Ruiz, J. (2008). Elaboration d'une carte conceptuelle en éducation thérapeutique avec un groupe de patients diabétiques: intérêts pédagogiques. *Santé*, 26(1).
- Michinov, E., & Michinov, N. (2013). Travail collaboratif et mémoire transactive: revue critique et perspectives de recherche. *Le travail humain*, 76(1), 1-26.
- Nabil, N. M., A. Guemei., H. F. Alsaaid., S. Raneem., and All (2013). Impact of introducing a diagnostic scheme to medical students in a problem based learning curriculum. *Medical Science Educator*, 23(1), 16-26.
- Nendaz, M., Charlin, B., Leblanc, V., & Bordage, G. (2005). Le raisonnement clinique : données issues de la recherche et implications pour l'enseignement. *Pédagogie médicale*, 6(4), 235-254.
- Norman, G. (2005). Research in clinical reasoning: past history and current trends. *Medical education*, 39(4), 418-427.

- Oddou, M. (2011). THÉORIES DE L'APPRENTISSAGE ET ACTIVITÉS FLE . Repéré le 1 juin, 2011 à <http://www.moddou.com/index.php?post/Th%C3%A9ories-de-l-apprentissage-et-activit%C3%A9s-FLE>.
- Ong, L. M., De Haes, J. C., Hoos, A. M., & Lammes, F. B. (1995). Doctor-patient communication: a review of the literature. *Social science & medicine*, 40(7), 903-918.
- Papa, F. J., Stone, R. C., & Aldrich, D. G. (1996). Further evidence of the relationship between case typicality and diagnostic performance: implications for medical education. *Academic Medicine*, 71(1), S10-12.
- Patterson, J. F., Day, M., & Kucan, J. (1996, November). Notification servers for synchronous groupware. In *Proceedings of the 1996 ACM conference on Computer supported cooperative work* (pp. 122-129). ACM.
- Pelaccia, T., Tardif, J., Tribby, E., Ammirati, C., Bertrand, C., & Charlin, B. (2011). Comment les médecins raisonnent-ils pour poser des diagnostics et prendre des décisions thérapeutiques? Les enjeux en médecine d'urgence. *Annales françaises de médecine d'urgence*, 1(1), 77-84.
- Peraya, D. (2003). De la correspondance au campus virtuel: formation à distance et dispositifs médiatiques. *Technologie et innovation en pédagogie. Dispositifs innovants de formation pour l'enseignement supérieur*, 79-92.
- Pestiaux, D., & Vanwelde, C. (2008). Le difficile enseignement de la démarche clinique. *Santé conjugée*, 40-48.
- Poirier Proulx, L. (1997). Enseigner et apprendre la résolution de problèmes. *Pédagogie collégiale*, 11(1), 18-23.
- Ponce, J. Y. (2015). Ebbinghaus et la courbe de l'oubli pour bien mémoriser. Repéré à :<https://www.potiondevie.fr/ebbinghaus-courbe-de-loubli-memoriser/>.
- Pottier, P., & Planchon, B. (2011). Description of the mental processes occurring during clinical reasoning. *La Revue de médecine interne/fondée... par la Société nationale française de médecine interne*, 32(6), 383-390.
- Quénu-Joiron, C. (2002). *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)* (Doctoral dissertation, Université de Picardie Jules Verne).
- Quinn, C. (2009). Social networking: Bridging formal and informal learning. *Learning Solutions Magazine*.
- Quintin, J. J. (2008). *Accompagnement tutoral d'une formation collective via Internet-Analyse des effets de cinq modalités d'intervention tutorale sur l'apprentissage en groupes restreints* (Doctoral dissertation, Université de Mons-Hainaut; Université Stendhal-Grenoble III).
- Ragoonaden, K. (2001). Les interactions collaboratives dans des cours à distance sur Internet. These de doctorat, Faculté des sciences de l'éducation de l'Université de Montréal.
- Ramduy, D., Dix, A., & Rodden, T. (1998, November). Exploring the design space for notification servers. In *Proceedings of the 1998 ACM conference on Computer supported cooperative work* (pp. 227-235). ACM.

- Ranasinghe, P., Wickramasinghe, S. A., Pieris, W. R., Karunathilake, I., & Constantine, G. R. (2012). Computer literacy among first year medical students in a developing country: A cross sectional study. *BMC research notes*, 5(1), 504.
- Reason, J. (1990). *Human error*. Cambridge university press.
- Resta, P., & Laferrière, T. (2007). Technology in support of collaborative learning. *Educational Psychology Review*, 19(1), 65-83.
- Ryan, G., Dolling, T., & Barnet, S. (2004). Supporting the problem-based learning process in the clinical years: evaluation of an online Clinical Reasoning Guide. *Medical Education*, 38(6), 638-645.
- Saihi, A. (2014). La Réforme des services publics de santé : Etat des problématiques. *Colloque International sur les politiques de santé*, Alger : Janvier 18 19, 2014, Repéré à http://www.sante.dz/colloque/docs/02_reforme_saihi.pdf.
- Schmidt, K., & Simonee, C. (1996). Coordination mechanisms: Towards a conceptual foundation of CSCW systems design. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 5(2), 155-200.
- Schwartz, A., & Elstein, A. S. (2008). Clinical reasoning in medicine. *Clinical reasoning in the health professions*. 3rd ed. Edinburgh: Elsevier, 223-34.
- Sébastien, G. (2001). *Apprentissage collectif à distance, SPLACH: un environnement informatique support d'une pédagogie de projet* (Doctoral dissertation, Université du Maine).
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem based learning: Definition and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(1), 9-20.
- Sherman, L. W. (1995, October). A Postmodern, constructivist and cooperative pedagogy for teaching educational psychology, assisted by computer mediated communications. In *The first international conference on Computer support for collaborative learning* (pp. 308-311). L. Erlbaum Associates Inc.
- Smith, B. L., & MacGregor, J. T. (1992). What is collaborative learning. National Center on Postsecondary Teaching, Learning, and Assessment at Pennsylvania State University.
- Spiro, R., Feltovich, P. J., Jacobson, M. J., & Coulson, R. L. (1995). Cognitive Flexibility, Constructivism, and Hypertext: Random Access instruction for advanced acquisition in ill-structured domains. *Constructivism in Education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- SrivaSTava, T. K., Waghmare, L. S., Jagzape, A. T., Rawekar, A. T., Quazi, N. Z., & Mishra, V. P. (2014). Role of information communication technology in higher education: Learners perspective in rural medical schools. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 8(6), XC01-XC06. <http://doi.org/10.7860/JCDR/2014/8371.4448>.
- Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. *Cambridge handbook of the learning sciences*, 2006, 409-426.
- Steward, D., BORDAGE, G., & LEMIEUX, M. (1991). Semantic structures and diagnostic thinking of experts and novices. *Academic Medicine*, 66(9), S70-S72.

- Sultan, S., & Hussain, I. (2012). Comparison between individual and collaborative learning: Determining a strategy for promoting social skills and self-esteem among undergraduate students. *The Journal of Educational Research*, 15(2), 35.
- Thomson-, B. D. (2014). Use Of Schema-Based Reasoning In Clinical Problem Solving Recommendations From The Patan Academy Of Health Sciences Kathmandu, Nepal. *The Internet Journal of Medical Education*, 4(1).
- Vanpee, D., Gillet, J. B., & Godin, V. (2002). Séance d'apprentissage au raisonnement clinique : Une méthode potentiellement intéressante pour l'enseignement de la médecine aiguë. *Louvain médical*, 121(10), 425-429.
- Wahlqvist, M. (2007). Medical students' learning of the consultation and the patient-doctor relationship. Inst of Medicine. Dept of Public Health and Community Medicine.
- Wang, Y., Gräther, W., & Prinz, W. (2007, November). Suitable notification intensity: the dynamic awareness system. In *Proceedings of the 2007 international ACM conference on Supporting group work* (pp. 99-106). ACM.
- WANNIER-MORINO, P., & CHARLIER, B. (2004). Apprentissage par problèmes: Quel rôle pour le tuteur?. *Université de Fribourg. Suisse* (accès 21.02. 2016), Repéré à [https://www.unifr.ch/didactic/assets/files/travaux% 20participants/wannier_diplome. pdf](https://www.unifr.ch/didactic/assets/files/travaux%20participants/wannier_diplome.pdf).
- Weimer, M (2009). Problem-Based Learning: Benefits and Risks. Repéré le 12 Novembre, 2009 à <http://www.facultyfocus.com/articles/effective-teaching-strategies/problem-based-learning-benefits-and-risks/>.
- WHO (World Health Organization). (2013). World Health Statistics, Repéré à http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/EN_WHS2013_Full.pdf.
- Wikipedia. (2016). PHP. Repérer le 26 Avril 2016 à <https://fr.wikipedia.org/wiki/PHP>
- Wikipedia. (n.d.). JavaScript. Repérer le 4 Juillet 2017 à <https://fr.wikipedia.org/wiki/JavaScript>.
- Woreta, S. A., Kebede, Y., & Zegeye, D. T. (2013). Knowledge and utilization of information communication technology (ICT) among health science students at the University of Gondar, North Western Ethiopia. *BMC medical informatics and decision making*, 13(1), 1.
- Zehnat., A. (2010, Juin). Les inégalités de répartition des praticiens privés de santé sur le territoire en Algérie. Cas de 20 spécialités médicales. *Journal d'Epidémiologie et de Santé Publique (JESP)*, n°4, pp.19-31.
- Zidani, A., Boufaïda, M., & Djoudi, M. (2000). JamEdit: un outil interactif et coopératif pour l'édition coopérative de documents. *Revue Technique et Science Informatiques*, 19(1), 1-23.

Annexes

Nos Publications

- Ferradji, M. A., & Hedjazi, D. (2017). Towards Virtual Collaborative Learning of Clinical Skills. In IEEE International Conference on Internet of Things, Embedded Systems and Communications, Gafsa, Tunisia.
- Ferradji, M. A., & Hedjazi, D. (2017). Modeling collaborative learning: case of clinical reasoning. *Medical Technologies Journal*, 1(3), 52-53. doi:10.26415/2572-004X-vol1iss3p52-53.
- Ferradji, M. A., & Hedjazi, D. (2017). Modeling collaborative learning: case of clinical reasoning. In International Conference on Health Sciences and Medical, Technologies, Tlemcen, Algeria.
- Ferradji, M. A., & Zidani, A. (2016). Collaborative Environment for Remote Clinical Reasoning Learning. *International Journal of E-Health and Medical Communications (IJEHMC)*, 7(4), 62-81. doi: 10.4018/IJEHMC.2016100104.
- Ferradji, M. A., & Zidani, A. (2016). A Collaborative Learning Environment of the Medical Diagnosis on the Basis of the Clinical Reasoning Theory. In *ICT4AgeingWell* (pp. 80-87), Rome, Italy.
- Ferradji, M. A., & Zidani, A. (2014). Un modèle pour l'apprentissage collaboratif du diagnostic médical. 4eme journées Doctorales en informatique, Guelma, Algérie.