

17/004.494

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de 8 Mai 1945 – Guelma -

Faculté des Mathématiques, d'Informatique et des Sciences de la matière

Département d'Informatique



Mémoire de Fin d'études Master

Filière : Informatique

14/88

Option : Informatique Académique

Thème :

**Recommandation de collaborateurs pertinents
dans un environnement d'apprentissage**

Encadré Par :

Mme MEHENAOUI Zahra

Présenté par :

ABBASSI Abdelheq

MERZOUG Ibrahim

Juin 2014



Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu tout puissant pour le courage qu'il nous a donné tout au long de travail sur ce mémoire.

Nous tenons à remercier vivement notre encadreur, Mme Mehenaoui zahra pour son suivi, son aide , ses critiques constructive et ses conseils précieux qu'elle nous a prodigué avec gentillesse tout au long de notre travail.

Nous remercions chaleureusement aussi ceux qui nous ont soutenu de près ou de loin pour bien accomplir ce travail.

Dédicace

Merci Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité
d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience
d'aller jusqu'au bout du rêve.

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le
symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon
bonheur et ma réussite, à ma mère ...

A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre
durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au
long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à
me protéger.

Que dieu les gardes et les protège.

A mes frères

A mon adorable sœur.....

A mes amies.

A tous ceux qui me sont chères.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime.

Je dédie ce travail.

Résumé :

Dans ce travail, nous proposons une nouvelle méthode de recommandation de collaborateurs pertinents dans un environnement d'apprentissage collaboratif. Nous adoptons une approche basée sur ensemble de critères : le profil cognitif des apprenants dans des matières bien définies, leurs préférences, leurs styles d'apprentissage selon le modèle Filder-Silverman [SOLO, 1996] et les collaborations antérieures entre les apprenants. Ces collaborateurs seront recommandés par un outil conçu à cet effet. Notre objectif est d'aider les apprenants à trouver de bons collaborateurs pour les aider à mener à bien leurs tâches.

Abstract :

In this work, we have suggested a new method of recommendation of relevant collaborators in a collaborative learning environment (apprenticeship). We adopt an approach based on a set (group) of criteria: the cognitive profile of the learners in well-defined materials (subjects), their preferences, their styles of learning according to the model "Filder-Silverman" [SOLO, 1996] and the previous collaborations between learners. These collaborators will be recommended by a tool conceived (designed) for that purpose. Our objective (goal) is to help the learners to find good collaborators to help them achieve their tasks or carry out their tasks.

Sommaire

Remerciment.....	I
Dédicace.....	II
Résumé.....	III
Abstract.....	IV
Sommaire	V
Liste des figures.....	IX
Liste des tableaux.....	XI
Introduction générale	1
Chapitre 01: Apprentissage Collaboratif Assisté par Ordinateur(ACAO)	
1. Introduction.....	3
2. Le domaine du CSCW (Computer Supported Cooperative Work).....	3
3. Définition de l'ACAO.....	5
4. Environnements informatiques pour l'apprentissage humain.....	6
5. Les familles d'apprentissage à distance.....	6
5.1. Historique.....	6
5.2. E-learning.....	7
5.2.1. Définition.....	7
5.2.2. Avantages et Inconvénients.....	8
5.3. La formation ouverte.....	9
5.4. L'enseignement à distance ou formation à distance (EAD/FAD).....	9
5.5. Formation Ouverte et A Distance (FOAD)	10
6. Pourquoi la formation à distance ?.....	10
7. Les types de formation à distance.....	11
8. Caractéristiques de l'enseignement à distance.....	11
9. Les caractéristique d'apprentissage en ligne.....	12
10. L'interaction et le travail collaboratif.....	13
11. Coopération et Collaboration.....	13
11.1. Apprentissage collaboratif.....	13
11.2. Apprentissage coopératif.....	13
12. Caractéristique d'une situation collaborative.....	14

13. Les conditions de l'apprentissage collaboratif.....	15
14. Les dimensions d'apprentissage collaboratif.....	16
15. Les avantages et inconvénients de l'apprentissage collaboratif en ligne.....	18
16. Conclusion.....	22

Chapitre 2 : Les systèmes de recommandation (filtrage)

1. Introduction.....	24
2. Histoire du système de recommandation.....	24
3. Définitions.....	25
4. L'objectif des systèmes de recommandation	26
5. Les étapes d'un système de recommandation.....	26
6. Les différents types des systèmes de recommandation.....	26
6.1. Filtrage basé sur le contenu.....	26
6.1.1. Technique de recommandation basée sur contenu.....	28
6.1.2. Avantages et inconvénients.....	29
6.2. Filtrage collaboratif.....	30
6.2.1. Les type de filtrage collaboratif.....	31
6.2.2. Technique de filtrage collaboratif	34
6.2.3. Avantages et inconvénients	35
6.3. Filtrage hybride.....	36
6.3.1. Des exemples de système de recommandation hybride.....	37
7. Comparaison entre SRC et BSC.....	38
8. Conclusion.....	39

Chapitre 03 : La conception du système

1. Introduction.....	41
2. L'objectif du système.....	41
3. Architecture globale du système.....	42
4. Analyse fonctionnelle.....	44
4.1. Acteur du système.....	44
4.2. Les fonctionnalités en commune	44

4.2.1. Inscription.....	44
4.3. <i>Les fonctionnalités d'apprenant</i>	44
4.3.1. Visualiser le profil de l'apprenant.....	45
4.3.2. Choisir les intérêts.....	45
4.3.3. Consultation des matières (apprentissage).....	46
4.3.4. Collaboration.....	46
4.3.5. Voir les recommandations.....	46
4.3.6. Evaluation.....	46
4.3.7. Partager des documents.....	46
4.3.8. Communication.....	46
4.4. Les fonctionnalités d'enseignant.....	46
4.4.1. Visualiser le profil.....	47
4.4.2. Gestion des documents.....	47
4.5. <i>Les fonctionnalités</i>	47
<i>d'administrateur</i>	
4.5.1. Gestion des comptes.....	47
4.5.2. Gestion des documents.....	47
5. <i>Le processus de recommandation</i>	47
5.1. Critère 1 : Profil cognitif.....	48
5.2. Critère 2 : <i>Style d'apprentissage</i>	51
5.3. Critère 3 : <i>Les interest</i>	53
5.4. Critère 4 : les collaborations antérieures.....	55
6. La structure des données.....	58
6.1. Le dictionnaire des données.....	58
6.2. MCD (modèle conceptuel des données).....	61
6.3. La table des entités.....	62
6.4. La table des relations	64
6.5. Le modèle logique des données (MLD relationnel).....	65
7. Conclusion.....	65

Chapitre 04 : Implimentation du système

1. Introduction.....	66
2. Les outils de développement du système.....	66
2.1. EasyPHP.....	66
2.2. Serveur Web Apache.....	66
2.3. MySQL.....	67
2.3.1. Les langages script.....	67
2.3.2. Java Script.....	67
2.4. CSS: Cascading Style Sheets.....	67
2.5. Dreamweaver.....	68
2.6. JQuery.....	68
3. Présentation du système (Interfaces et fonctionnalités)	69
3.1. Fenêtre principale (Page d'accueil).....	69
3.2. Interface apprenant.....	70
3.2.1. Initialisation du profil apprenant.....	70
3.2.2. Création de profil apprenant.....	72
3.3. Interface administrateur.....	78
3.4. Interface enseignant.....	80
5. Expérimentation.....	81
6. Conclusion.....	83
Conclusion generale et perspectives.....	85
Bibliographie et webographie	

Liste des figures

Figure 1.1 : Le trèfle fonctionnel des collecticiels.....	4
Figure 1.2 : Les familles de l'apprentissage à distance.....	7
Figure 2.1 : Filtrage basé sur le contenu.....	27
Figure 2.2 : Filtrage collaboratif.....	31
Figure 3.1 : Architecture globale du système.....	43
Figure 3.2 : Fonctionnalités communes aux acteurs du système.....	44
Figure 3.3 : Le processus suivi par l'apprenant.....	45
Figure 3.4 : Classification par niveau cognitif.....	48
Figure 3.5 : Organigramme pour le calcul de la similarité de profil cognitif.....	50
Figure 3.6 : Echelle pour définir le style d'apprentissage.....	52
Figure 3.7: Graphe de collaboration.....	55
Figure 3.8 : Organigramme pour le calcul de la possibilité de collaboration.....	57
Figure 3.9 : Les critères de recommandation.....	58
Figure 3.12 : Le modèle conceptuel des données (MCD).....	61
Figure 4.1: La page d'accueil de site de jQuery.....	68
Figure 4.2 . Page d'accueil du système SRC.....	69
Figure 4.3 : Formulaire d'inscription au système SRC.....	70
Figure 4.4 : Identification d'intérêts.....	71
Figure 4.5 : Exemple d'un CQM pour le test cognitif.....	71
Figure 4.6 : QCM concernant le style d'apprentissage.....	72
Figure 4.7 : L'interface de profil apprenant.....	73
Figure 4.8 : Histogramme du niveau cognitif d'un collaborateur recommandé.....	74
Figure 4.9 : Les appréciations moyennes données à un collaborateur recommandé.....	74
Figure 4.10 : Les styles d'apprentissage d'un collaborateur recommandé	75
Figure 4.11 : La liste des cours présenté pour l'apprentissage.....	75
Figure 4.12 : Interface d'une collaboration.....	76
Figure 4.13 : Demande de nouvelle collaboration.....	76
Figure 4.14 :Interface de l'apprentissage collaboratif.....	77

Figure 4.15 : Fenêtre d'envoi des messages asynchrone.....	77
Figure 4.16 : Fenêtre de conversations.	78
Figure 4.17 : Interface d'administrateur.....	79
Figure 4.18 : Interface de la Gestion des documents.....	79
Figure 4.19 : Interface de la Gestion des comptes.....	80
Figure 4.20 : Interface enseignant.....	80
Figure 4.21 : L'appréciation concernant l'utilisation du système SRC.....	81
Figure 4.22 : préférence des apprenants concernant la recommandation.....	82
Figure 4.23 : préférence des apprenants concernant les critères de recommandation	83

Liste des tableaux

Tableau 3.1: L'évaluation de similarité cognitive.....	49
Tableau 3.2: Echelle ILS.....	51
Tableau 3.3 : Les quatre dimensions ILS.....	52
Tableau 3.4 : Représentation des intérêts d'apprenant.....	54
Tableau 3.5 : Le dictionnaire des données.....	58
Tableau 3.6 : La table des entités.....	62
Tableau 3.7 : La table des relations.....	63

Chapitre 01 :

L'apprentissage collaboratif
assisté par ordinateur

1. Introduction :

L'apprentissage collaboratif à distance dans des environnements médiatisés, plus connu sous l'abréviation anglo-saxonne CSCL (Computer Supported Collaborative Learning), est un domaine de recherche et d'application relativement récent. Le premier atelier dans ce domaine date de 1991 et la première conférence internationale s'est tenue en 1995 à Bloomington (Indiana). Dans ce domaine, Il s'agit également de déterminer comment la collaboration et la technologie de communication facilitent l'expression, le partage et l'échange d'informations, de connaissances et de compétences entre les membres d'un groupe (communauté) [STFD, 2002].

En 1996, [KOSC, 1996] a introduit la perspective CSCL comme un paradigme émergent pour étudier l'éducation dans des environnements technologiquement enrichis. Partiellement, l'inspiration pour CSCL est sortie de la recherche du travail coopératif assisté par ordinateur CSCW (Computer-Supported Cooperative Work). Cette recherche a mis en relief quelques caractéristiques relatives à la nature collaborative du travail quand il était réalisé en utilisant un logiciel du type Groupware. Le champ du (Computer Supported Collaborative Work) a eu une avance très rapide, par les propres nécessités sociales, en créant des outils spécifiques, et peut se considérer comme le prédécesseur immédiat d'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur (ACAO).

Dans ce chapitre nous allons définir deux grandes parties, dans la première, nous présentons la définition de l'apprentissage à distance, les différentes familles, on définit aussi le rôle important pour la construction de la FAD (formation à distance) médiatisée par les ordinateurs et les réseaux informatiques dans la e-formation.

La deuxième partie de ce chapitre présente la définition de l'apprentissage en ligne et la distinction entre la collaboration et la coopération, ensuite nous décrivons les dimensions et les besoins de l'apprentissage collaboratif, ses avantages ainsi que ses obstacles.

2. Le domaine du CSCW (Computer Supported Cooperative Work) :

Le terme CSCW a été défini par Paul Cashman et Irène Grief en 1987 lors d'un atelier (workshop) organisé dans le but de regrouper des personnes de différentes disciplines qui s'intéressent à la façon dont les hommes travaillent et comment la technologie pourrait les

supporter [GRUD, 1992]. Un environnement de CSCW (ou TCAO, sigle français désignant le Travail Coopératif Assisté par Ordinateur) est : « Une application interactive multi-participante grâce à laquelle les hommes peuvent réaliser une tâche « en commun » à partir de leurs postes de travail respectifs » [DABE, 1996].

L'objectif du CSCW est de « permettre à un collectif d'acteurs de travailler ensemble via une structure informatique » [BDBF, 2002]. L'autre objectif des travaux de CSCW est de permettre à un groupe d'individus de communiquer, de produire ensemble et de se coordonner, ce que reflètent les trois ensembles de la figure 1.1. Cette conceptualisation permet d'analyser les travaux en fonction des outils utilisés et des objectifs visés [MARB, 2003].

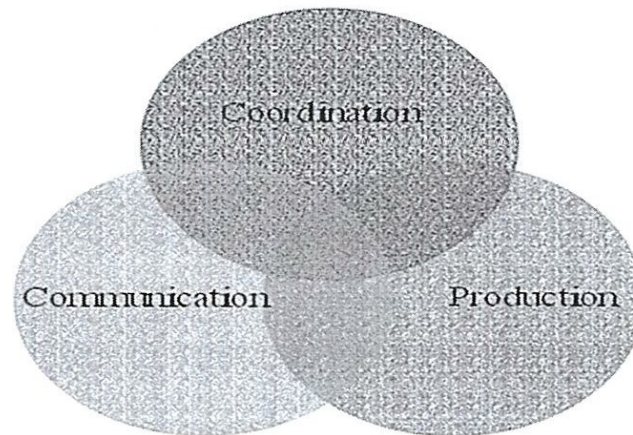


Figure 1.1: Le trèfle fonctionnel des collecticiels [MARB, 2003].

Au sein des travaux en CSCW, nous distinguons les travaux sur les collecticiels et les travaux sur les workflows.

2.1. Les collecticiels :

Un collecticiel (ou groupware) désigne un système informatique qui assiste un groupe d'utilisateurs à la réalisation d'un projet commun, d'une tâche commune, et qui fournit une interface à un environnement partagé [BDBF, 2002]. Les membres du groupe collaborent à distance, soit au même moment (activité synchrone), soit à des moments différents (activité asynchrone) [MARB, 2003].

2.2. Les Workflows :

Un workflow est un environnement permettant un enchaînement automatisé des différentes opérations et étapes d'une activité complexe.

Le but d'un workflow est de faciliter la réalisation de la tâche des acteurs, alors que dans un environnement de CSCL, le but est de développer la pratique de certaines compétences, ce qui peut se révéler une contrainte du strict point de vue de la réalisation de la tâche. Il s'agit donc de trouver un juste milieu entre une contrainte trop forte exercée sur les apprenants et la nécessité de les inciter à faire travailler les habiletés cibles [MARB, 2003].

3. Définition de l'ACAO :

L'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur ou Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL) en anglais, est une stratégie d'enseignement-apprentissage par lequel deux ou plusieurs sujets interagissent pour construire un apprentissage, à travers une discussion, une réflexion et la prise de décision. Dans ce processus les recours informatiques agissent comme médiateurs.

Ce type d'apprentissage implique deux idées importantes. En premier lieu, l'idée d'apprendre d'une forme collaborative, avec les autres, dans un groupe. Dans ce sens, l'apprenant n'est pas contemplé comme une personne isolée mais dans une interaction avec les autres. Il part de l'importance de partager des objectifs et de distribuer des responsabilités comme des formes désirables d'apprentissage. En deuxième lieu, le papier de l'ordinateur est souligné comme l'élément médiateur qui appuie ce processus. Il s'agit d'apprendre à collaborer et de collaborer pour apprendre [STFD, 2002].

Dillenbourg [DBBO, 1996] a défini l'apprentissage collaboratif comme « une *situation* dans laquelle *deux* ou *plusieurs* personnes *apprennent* ou essayent d'apprendre quelque chose *ensemble* ». Chaque élément de cette définition peut être interprété de différentes façons :

- « deux ou plusieurs » peut être entendu comme une paire, un petit groupe (3 à 5 sujets), une classe (20 à 30 sujets), une communauté (quelques centaines ou milliers d'individus), une société (quelques milliers ou millions de personnes).

- « apprendre quelque chose » peut être entendu comme « suivre un cours », « étudier un élément précis d'un enseignement », ...etc.
- « ensemble » peut être interprété comme différentes formes d'interaction : en présentiel ou à travers les ordinateurs, de façon synchrone ou non, fréquemment ou pas, avec un effort commun ou à travers une division systématique [MBAL, 2003].

4. Environnements informatiques pour l'apprentissage humain :

Le terme EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) dénote une évolution vers la recherche de partenariats entre l'homme et la machine, notamment à travers les Technologies de l'Information et de la Communication(TIC) [BALA, 1997].

Le champ scientifique des EIAH correspond aux travaux focalisés sur les environnements informatiques dont la finalité explicite est de susciter et d'accompagner l'apprentissage humain, c'est-à-dire la construction de connaissances chez un apprenant. Ce type d'environnement mobilise des agents humains (élève, enseignant, tuteur) et artificiels (agents informatiques, qui peuvent eux aussi tenir différents rôles) et leur offre des situations d'interaction, localement ou à travers les réseaux informatiques, ainsi que des conditions d'accès à des ressources formatives (humaines et/ou médiatisées), ici encore locales ou distribuées. Il comprend les questions scientifiques et technologiques soulevées par la conception, la réalisation et l'évaluation de ces environnements, ainsi que la compréhension de leurs impacts sur la connaissance, la personne et la société [LOIS, 2009].

5. Les familles d'apprentissage à distance :

5.1. Historique :

Les premiers systèmes du E-Learning sont apparus au début des années 1960 et se sont développés sous différents noms [TCHO, 2002] :

- ✓ **EAO** : Enseignement Assisté par Ordinateur, caractérisé par l'utilisation de tutoriels multimédia ou de simulateurs de situation.
- ✓ **EIAO** : tout d'abord Environnement Intelligemment Assisté par Ordinateur dans lesquels l'accent est alors mis sur l'introduction de techniques d'intelligence artificielle, puis environnement Interactif d'Apprentissage avec Ordinateur où l'accent est mis sur l'importance de l'interactivité des systèmes.

- ✓ **EIAH** : Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain, le terme EIAH dénote une évolution vers la recherche de partenariats entre l'homme et la machine, notamment à travers les TIC. Il élargit le champ d'étude à l'apprentissage humain dans toutes ses déclinaisons (enseignement, formation, diffusion de connaissances, etc.).

Plusieurs termes ayant une signification proche au e-learning [TCHO, 2002]. La figure suivante illustre ses termes.

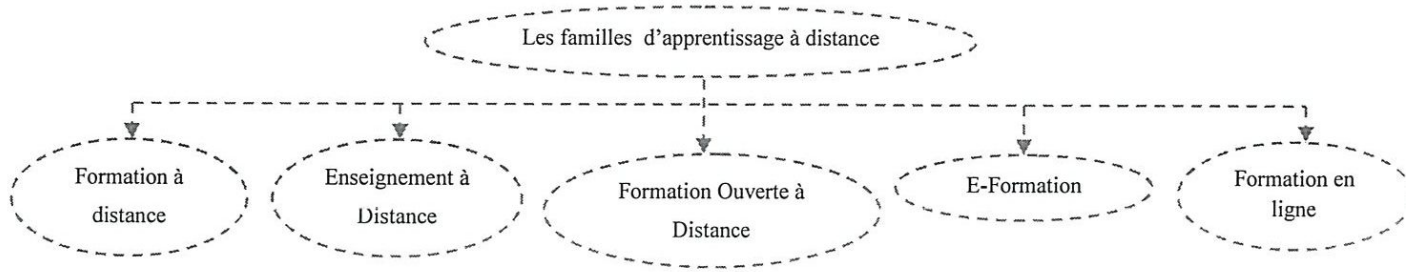


Figure 1.2 : Les familles de l'apprentissage à distance.

5.2. E-learning :

5.2.1. Définition :

Le E-learning, ou apprentissage en ligne, est une méthode d'apprentissage qui repose sur la mise à disposition de contenus pédagogiques via un support électronique (Cédérom, Internet, intranet, extranet, télévision interactive, etc.). Il s'appuie sur internet et les outils multimédia pour offrir des modules de formation courts, progressifs, adaptés aux niveaux et besoins des apprenants. Il consiste aussi à utiliser les ressources de l'informatique et de l'Internet pour acquérir à distance des connaissances [Lien1]. Le e-learning offre la possibilité de suivre un programme de formation à distance, en auto-formation ou accompagné, de manière individuelle ou collective.

Le E-Learning étudie d'un côté les contenus pédagogiques des formations et d'un autre côté les outils ou applications permettant de mettre ces contenus à disposition des apprenants. L'apprentissage, dans un tel contexte, vise des publics différents : élèves, étudiants, professionnel, etc. qui utilisent les supports à des fins différentes. En effet, un élève ou un étudiant utilisera les supports afin de valider sa formation académique alors qu'un professionnel les utilisera afin de mettre à jour ses connaissances [ADLB, 2008].

Dans une formation de type E-Learning, les apprenants (étudiants ou professionnels) peuvent sélectionner ou combiner les contenus pédagogiques dont ils ont besoin. Pour

cela, le contenu pédagogique doit exister en tant que tel et pouvoir être recherché par l'apprenant : on parle alors d'objet pédagogique (**OP**). Dans un tel contexte, l'information pédagogique doit être structurée et les OP doivent être décrites. Il est donc nécessaire de [HRVR, 2004]:

- Décrire et identifier les OP.
- Permettre de retrouver et d'évaluer les OP.
- Gérer les OP.

5.2.2. Avantages et Inconvénients :

A. Avantage :

Dans [BAKL, 2003] présente quelques avantages d'e-learning qui sont :

- La formation est ouverte à toute personne, quel qu'en soient son âge ou son niveau.
- L'accès aux informations sans limites de distance.
- Favoriser la créativité et l'esprit de découverte.
- Formation sur place : pas de déplacements ce qui favorise un gain de temps, une économie en argent et des conditions optimales de formation (à la maison par exemple) sans oublier que cet avantage est très bénéfique pour les personnes handicapées.
- Définir les orientations de la formation et adaptation aux objectifs assignés et fixés et aux exigences de l'apprenant (selon ses désirs, son niveau actuel, sa qualité professionnelle, l'exigence du travail, etc.) [BAKL, 2003].
- Le e-learning offre plus de souplesse dans la planification des sessions par rapport aux sessions en « direct » avec un formateur [Lien2].
- Le e-learning permet une approche plus modulaire des programmes de formation. Les découpages pédagogiques sont propices à une meilleure progression et mise en pratique immédiate par les stagiaires.
- Le e-learning permet de former un grand nombre de personnes en un minimum de temps En effet, le nombre de participants n'est pas limité contrairement aux formations traditionnelles [Lien2].

B. Inconvénients :

Comme nous avons pu le voir précédemment l'e-learning a de nombreux avantages. Malgré tout, cet apprentissage connaît également des inconvénients et des obstacles. Quelques inconvénients sont présentés dans [BAKL, 2003] :

- L'absence physique de l'enseignant avec tout son poids d'émotions, d'autorité et d'expressivités humaines.
- Les problèmes techniques reliés au fonctionnement des systèmes de formation (pannes des serveurs, attaques des documents électroniques par des virus ou des pirates, etc.).
- La formation à distance demande un peu plus d'investissement personnel et d'autonomie dans l'apprentissage.
- Les études à distance nécessitent de la rigueur et de la motivation. L'apprenant sera seul face aux cours.
- Sans camarades de classe, il est impossible de comparer son niveau, ce qui peut être déstabilisant.

5.3. La formation ouverte :

La formation ouverte ou Open Learning, permet aux apprenants des entrées et des sorties permanentes. Elle correspond à un mode d'organisation pédagogique diversifié qui s'appuie sur des apprentissages à distance, en auto-formation. En formation ouverte, l'apprenant peut alterner des séquences individuelles et collectives. L'auto-formation est un processus par lequel l'individu détermine son itinéraire d'apprentissage (rythme, contenu, temps de travail) de façon autonome et en étant éventuellement en relation avec un tuteur ou un groupe structuré [WKAN, 2004].

5.4. L'enseignement à distance ou formation à distance (EAD/FAD) :

La formation à distance (FAD) est un système de formation qui permet de se former sans se déplacer sur le lieu de formation et sans la présence physique d'un formateur. La transmission des connaissances et les activités d'apprentissage se situent en dehors de la relation directe en face à face, dite « en présentiel » entre l'enseignant et l'apprenant [Lien3].

- La formation à distance recouvre plusieurs modalités : cours par correspondance et e-learning.

- La formation à distance est incluse dans le concept plus général de Formation Ouverte et à Distance (FOAD).

Brandon Hall, spécialiste américain de l'e-formation, définit l'e-formation comme « un programme de formation qui est accessible via un navigateur Internet, à travers Internet ou un intranet. En utilisant le Web, ou le Web d'un intranet pour la formation, on fait référence par définition à l'environnement visuel et interactif propre à Internet. » [ALFO, 2006].

L'objectif d'e-formation est de réduire le temps de présentiel, c'est-à-dire le moment où l'on regroupe les personnes à former avec le formateur dans un même lieu et à la même heure. Ce mode de formation requiert des techniques spéciales de formation, de conception des cours, et des moyens de communication reposant sur une technologie électronique ou autre [MBAL, 2003].

5.5. Formation Ouverte A Distance (FOAD) :

Elle fait partie de la famille de la FAD mais elle se positionne sur l'intégration des Technologies de l'Information et de la Communication, de l'adaptation à l'individu et de la modularité de la formation. L'UNESCO caractérise les formations ouvertes par "une liberté d'accès aux ressources pédagogiques mises à disposition de l'apprenant, sans aucune restriction, à savoir: absence de conditions d'admission, itinéraire et rythme de formation choisis par l'apprenant selon sa disponibilité et conclusion d'un contrat entre l'apprenant et l'institution [Lien4].

6. Pourquoi la formation à distance ?

La formation à distance a été mise en place pour les raisons suivantes [ABBM, 2006] :

- ✓ **vaincre ou limiter les distances:** Il s'agit de permettre aux personnes éloignées de suivre une formation sans être obligées de se déplacer, surtout dans les pays ayant une grande superficie et une faible densité.
- ✓ **pallier les contraintes aux circonstances spécifiques ou exceptionnelles des apprenants :** Parfois l'état physique, le statut professionnel, les conditions de travail ne permettent pas aux personnes intéressées d'être présentes ou de se déplacer pour plusieurs raisons.

- ✓ **contribuer aux côtés des institutions publiques** : Les Ministères de l'Éducation ne peuvent, à eux seuls, répondre à toutes les attentes et tous les besoins en matière d'éducation.

7. Les types de formation à distance :

On distingue deux types de la formation à distance [Lien5] :

- ✓ **Formation asynchrone** : L'échange avec les autres apprenants ou avec les tuteurs s'effectue via des modes de communication ne nécessitant pas une connexion simultanée. Il peut s'agir de forums de discussion ou bien encore de l'échange de courriels.
- ✓ **Formation synchrone** : On parle de formation synchrone lorsque les participants se connectent simultanément à leur session de formation. Ils peuvent alors communiquer en temps réel, soit par web-conférence ou visioconférence, ou encore par "chat". Les formations synchrones permettent également de partager des applications, tableau blanc partagé, et d'interagir sur celles-ci au moment où le tuteur leur donne la main sur le document partagé.

8. Caractéristiques de l'enseignement à distance :

8.1. L'accessibilité :

Grace à la formation à distance le problème d'accès difficile aux publics est résolu, en proposant des situations d'enseignement-apprentissages qui tiennent compte des contraintes individuelles de chaque apprenant (contraintes spatiales, temporelles, technologique, psychosociale et socioéconomique) qui bloquent l'accès au savoir [DRIS, 2006] .

8.2. La contextualisation :

La formation à distance permet à l'individu d'apprendre dans son contexte immédiat. Elle maintient ainsi un contact direct, immédiat et permanent avec les différentes composantes de l'environnement, facilitant l'intégration des savoirs scientifiques aux savoirs pratiques et le transfert des connaissances [JACQ, 1993].

8.3. La flexibilité :

C'est la souplesse dans le mode d'organisation pédagogique (de formation et d'enseignement) permettant à l'apprenant de planifier dans le temps et dans l'espace ses activités d'étude et son rythme d'apprentissage. De plus, elle peut concevoir des activités offrant à l'apprenant des choix dans les contenus, les méthodes et les interactions et ainsi prendre en compte les caractéristiques individuelles de chacun. En ce sens, Monique Commandré [COMM, 2010] utilise la notion de souplesse pour désigner la flexibilité en l'association à la souplesse dans le mode d'organisation pédagogique. » Cette souplesse, dit l'auteur, peut se manifester sous différents aspects dans [DRIS, 2006] :

- La localisation des séquences pédagogiques,
- L'articulation entre temps de formation, temps de travail et temps de loisirs,
- Le rythme de progression et d'acquisition des compétences,
- La capacité offerte à chacun d'avoir la maîtrise de son propre parcours de formation.

8.4. La diversification des interactions (notion de groupe) :

En rapprochant le savoir des apprenants, la FAD reconnaît que l'apprentissage ne résulte pas essentiellement de l'interaction entre le professeur et l'apprenant ou entre ce dernier et d'autres apprenants mais aussi entre l'apprenant et l'ensemble des individus qui l'entourent (famille, communauté, travail...) [DRIS, 2006].

9. Les caractéristiques d'apprentissage en ligne :

L'apprentissage en ligne est une forme récente du E-Learning et succède à l'apprentissage non connecté. Cette forme récente d'apprentissage possède différents avantages. Le principal concerne l'éducation, ce type d'apprentissage rend possible une éducation sans barrières de temps ou de distance. Il permet également la personnalisation de l'apprentissage selon les besoins de l'utilisateur et du monde des affaires [DRUC, 2000].

Les caractéristiques les plus appréciées et recherchées dans le contexte de la forme récente du E-Learning sont les possibilités [BJOR, 2003]:

- De collaboration entre les enseignants et les apprenants ou entre les apprenants eux-mêmes.

- D'intégration sociale.
- De non-linéarité de l'apprentissage qui provoque un apprentissage plus intuitif.
- D'accentuation de la qualité de la formation et non de la quantité de formations proposées.

10. L'interaction et le travail collaboratif :

Le processus d'apprentissage repose essentiellement sur l'interaction entre l'apprenant et le tuteur et l'apprenant avec ses pairs. Dans ce sens, le processus d'apprentissage est autant individuel que collectif selon une négociation individuelle et sociale. En effet, le contenu de cours nécessite dans un premier temps une compréhension et une assimilation de la part de l'apprenant qui doit revoir et restructurer ses compréhensions individuelles par la suite. Cela se fait par le biais d'une interaction avec les autres apprenants et le tuteur qui lui permet de dégager une compréhension communément admise par les différents apprenants et le tuteur. Cette interaction peut s'inscrire aussi dans le cadre de travail collaboratif qui repose sur un échange apprenant/apprenant et apprenant/tuteur à l'occasion d'une activité d'apprentissage, dans laquelle chaque apprenant s'engage dans une participation active à la résolution conjointe de l'activité en question [OUER, 2004].

11. Coopération et Collaboration :

11.1. Apprentissage collaboratif :

Plusieurs chercheurs s'accordent à penser que l'apprentissage collaboratif ou bien collectif n'est pas une théorie d'apprentissage mais un moyen, une démarche, favorisant la construction des connaissances. Henry et Lundgren-Cayrol [HELU, 2001] proposent la définition suivante de l'apprentissage collaboratif :

L'apprentissage collaboratif est une démarche active et centrée sur l'apprenant. Au sein d'un groupe et dans un environnement approprié, l'apprenant exprime ses idées, articule sa pensée, développe ses propres représentations, élabore ses structures cognitives et fait une validation sociale de ses nouvelles connaissances.

11.2. Apprentissage coopératif :

L'apprentissage coopératif se fait de manière collective, et consiste à acquérir des connaissances en confrontant ses productions personnelles à celles des autres membres du

groupe afin de construire une œuvre collective. Chaque apprenant a une tâche à accomplir et est responsable de sa production. Il doit interagir avec le groupe pour assurer une certaine cohérence au travail final, lors de la mise en commun des productions de chaque membre du groupe [CATH, 2005].

12. Caractéristique d'une situation collaborative :

Dillenbourg [DBBO, 1996] identifie trois éléments qui caractérisent une situation collaborative.

- Premièrement, les paires qui collaborent ont plus au moins le même niveau de connaissances, compétences et de possibilités d'agir durant la situation collaborative. Ce qui implique un certain degré de symétrie dans l'interaction élaborée par les divers participants de l'activité collaborative.
- Deuxièmement, les participants partagent des objectifs et des intérêts communs qui sont à l'origine de l'interaction, à savoir, la réalisation de la tâche. Selon l'auteur il faut aussi tenir compte des buts personnels des individus qui sont leurs motivations personnelles.
- Troisièmement, il y a une division des tâches entre les participants. Selon, pour désambiguïser notre compréhension de ce qu'est une activité collaborative, il est essentiel de la distinguer de ce qui serait une activité coopérative. Ainsi une des définitions du travail collaboratif pourrait être déduite de cette distinction que l'on en fait par rapport aux activités que l'auteur définit comme coopératives, en prenant comme critère de différenciation, le degré de subdivision du travail. Pour Dillenbourg [DBBO, 1996], la coopération implique une subdivision de la tâche en sous-tâches effectuées séparément par les divers participants. Mais les situations sont considérées comme collaboratives lorsque les collaborant travaillent ensemble tout en adoptant des rôles précis durant l'activité de collaboration. L'un des apprenants s'occupe par exemple des tâches mécaniques en rapport à la gestion de l'interface tandis que l'autre s'occupe des aspects plus stratégiques. L'auteur appelle ce genre de découpage de la tâche « horizontale » par opposition à un découpage « verticale » où la tâche est découpée en sous-tâches effectuées séparément et indépendamment par les participants.

13. Les conditions de l'apprentissage collaboratif :

✓ **La participation :**

La participation constitue un facteur-clé dans l'apprentissage collaboratif à distance. Rappelons que l'apprentissage collaboratif consiste à travailler ensemble dans le but de réaliser un produit donné. D'où l'importance de la participation des apprenants au sein de la communauté virtuelle [Lien6].

✓ **La motivation :**

Seul face à son ordinateur, l'apprenant doit être motivé lors de la formation. C'est au formateur que revient la charge de susciter la motivation de ses apprenants en mettant l'accent sur les différents avantages de suivre une formation collaborative à distance [Lien6].

✓ **La cohésion et la productivité du groupe :**

Au début de l'apprentissage, le formateur doit accorder une importance particulière à former des groupes cohérents dont les membres arrivent à travailler ensemble. Pour réaliser cette cohésion, l'enseignant doit favoriser les relations interpersonnelles entre le groupe. On peut consacrer du temps au début de l'apprentissage à la présentation de chaque apprenant.

✓ **L'animation du groupe :**

L'animation du groupe est une tâche que le formateur doit assumer dans le cadre de l'apprentissage collaboratif à distance. Son animation peut prendre plusieurs formes: préparer des ressources, former des groupes, proposer des ressources d'informations, encourager les apprenants à participer aux activités, les guider dans leurs travaux [Lien6].

✓ **La bonne formation à la collaboration :**

The 'International Society for Technology in Education a publié un document intitulé " *National Educational technology Standards for Teachers* " où des critères sont mis en lumière en vue d'assurer des cours collaboratifs à distance [Lien6] :

- L'acquisition des concepts et des techniques en relation avec les technologies utilisées par le personnel enseignant,
- La planification et la construction d'environnements et d'expériences d'apprentissage basées sur les technologies,

- La gestion des activités d'apprentissage dans un environnement technologique,
- La maîtrise des stratégies et des procédures d'évaluation,
- La productivité et la pratique professionnelle,
- La compréhension des aspects humains, légaux, éthiques et sociaux des nouvelles technologies.

14. Les dimensions d'apprentissage collaboratif :

L'apprentissage collaboratif possède plusieurs dimensions. Nous présentons dans ce qui suit quelques une [LAFI, 2007].

14.1. Définir le type de la tâche (la ressource) :

Pour préciser l'objectif final de l'apprentissage collaboratif entre les apprenants, il faut définir le type de la tâche à réaliser, on trouve quelque nature de tâches. Au sein d'un groupe d'apprenant virtuel, il y a différentes tâches à accomplir pour atteindre à un objectif final, donc on distingue les types suivant [LAFI, 2007] :

- ✓ **Apprentissage d'un concept** : dans cette partie l'apprenant essaye d'étudier et d'apprendre un concept dans un domaine précis ou dans une matière bien définie.
- ✓ **Réalisation d'un produit** : le regroupement entre apprenants, avec l'utilisation des produits primaires comme entrée pour l'objectif de générer un produit final.
- ✓ **Résolution d'un problème** : dans cette partie les apprenants collaborent pour l'objectif de résoudre un problème commun.

14.2. L'endroit d'apprentissage :

Le choix de type d'apprentissage ou bien l'endroit d'apprentissage de l'apprenant joue un rôle plus important pour préciser la forme d'interaction entre les apprenants c'est pour ça nous distinguons deux types d'apprentissage collaboratif :

- ✓ **Apprentissage en ligne** : Ce type d'apprentissage ne prévoit pas la présence dans un même lieu d'un enseignant et des apprenants, Dans ce cas l'apprentissage peut reposer sur l'accès par réseau (intranet, Internet) à des documents, ressources et services.

- ✓ **Apprentissage présentiel** : Ce type d'apprentissage prévoit la présence dans un même lieu des apprenants, donc on trouve les interactions face à face entre les apprenants [LAFI, 2007].

14.3. La taille de groupe apprenant :

Un groupe est un ensemble auquel on s'identifie sans connaître forcément tous les apprenants. Les apprenants d'un groupe ont toutefois des points communs très forts.

On parle de groupe pour une équipe de travail réunie autour d'un projet, ou bien pour la réalisation d'une tâche précise, selon la tâche à réaliser, on détermine la taille du groupe qui est responsable dans cette réalisation [LAFI, 2007] :

- ✓ **Groupes de 2-5 apprenants** : (forme un groupe d'apprenant).
- ✓ **Groupes de 20-30 apprenants** : (forme une classe d'apprenant).
- ✓ **Groupes de plusieurs centaines d'apprenant jusqu'au millier d'apprenants** : (forme une communauté d'apprenant).
- ✓ **Groupes de plusieurs de centaines de milliers jusqu'aux millions d'apprenant** : (forme une société). Par exemple : une plate-forme d'enseignement à distance (FOAD).

14.4. Organisation des apprenants :

Selon la manière de regrouper les apprenants et l'unité de concentration (l'apprenant individuel ou tout le groupe) on distingue trois types d'apprentissage collaboratif [LAFI, 2007]:

- **Apprentissage collaboratif intra-groupe** : tous les apprenants forment un seul groupe, la concentration est portée sur l'apprenant individuel.
- **Apprentissage collaboratif intergroupe** : les apprenants sont divisés en petits groupes et la concentration est portée sur tout le groupe.
- **Apprentissage collaboratif intra-groupe et intergroupe** : c'est la combinaison des deux types précédents, c'est à dire la concentration est double à la fois sur l'apprenant individuel et sur tout le groupe.

14.5. Déterminer le type de communication :

On distingue quelques types de communication entre les apprenants, qui sont les suivants [LAFI, 2007] :

- communication face à face : même temps et même lieu.
- communication asynchrone : temps différents et même lieu.
- communication asynchrone répartie : temps et lieux différents.
- communication synchrone répartie : même temps et lieux différents.

15. Les avantages et inconvénients de l'apprentissage collaboratif en ligne :

15.1. Avantage :

✓ Flexibilité de temps et autonomie

Grâce à la connexion en ligne, la flexibilité de temps donne à l'apprenant en ligne une autonomie lui permettant de s'interroger, de revenir au début de l'exposé d'un concept, de retourner aux notions étudiées antérieurement, de reconstruire ses connaissances, de les expérimenter dans ses activités, de les confronter à celles acquises et exprimées par ses pairs, de comparer ses progrès ou difficultés à ceux de ses pairs, de trouver par lui-même des informations ou explications complémentaires sur le web, de reformuler ses représentations des notions acquises en fonction de toutes celles auxquelles il les aura confrontées, etc. La flexibilité de l'apprentissage en ligne permet à chaque apprenant non seulement un large choix d'activités d'apprentissage, mais elle l'amène aussi à gérer son temps [WALC, 2004].

Ainsi, la flexibilité de temps de l'apprentissage en ligne apporte à l'apprenant :

- un choix élargi d'activités plus adaptées aux besoins et aux intérêts de chacun,
- l'avantage pédagogiquement capital de l'autonomie dans la gestion de l'apprentissage

✓ Délai de réflexion et esprit critique

Dans l'apprentissage à distance, il y a une possibilité accrue de réflexion ainsi qu'une autonomie d'apprentissage favorisant une meilleure compréhension, une information complémentaire, une assimilation plus progressive et donc plus durable, et une réflexion

plus critique sur les notions enseignées et les travaux pédagogiques effectués [BATE, 1995]. Le rôle du délai de réflexion dans l'apprentissage est largement admis par les pédagogues. Cet avantage pédagogique majeur du délai permettant la réflexion de l'apprenant, facilitant sa compréhension et stimulant son esprit critique [HARA, 1990].

✓ **La formulation textuelle est plus exigeante et formative que la formulation orale**

La communication textuelle asynchrone s'impose naturellement dans l'apprentissage collaboratif en ligne, en particulier pour la conception d'idées, leur liaison, et leur structuration [HARA, 1990], et surtout lorsqu'on allie deux éléments : l'interaction en ligne textuelle asynchrone et des échanges entre des apprenants nombreux et dispersés. Cette flexibilité et cette autonomie permettent aussi à l'apprenant d'aller à son rythme, jusqu'au bout de sa réflexion, de rassembler ses idées et celles des autres pour les argumenter rigoureusement, et de les accorder dans un ensemble logique et cohérent [BATE, 1995], ceci est plus exigeant et formatif qu'une contribution orale improvisée dans un cadre présentiel où délai de réflexion et temps de parole sont très limités. Cet effort est particulièrement bénéfique d'un point de vue pédagogique, spécialement dans un optique constructiviste de l'apprentissage. Comparé à l'apprentissage collaboratif présentiel, l'apprentissage collaboratif en ligne en mode textuel asynchrone est donc pédagogiquement plus exigeant et formatif [WALC, 2004].

✓ **Le message écrit privilégie le contenu et équilibre les relations entre apprenants**

L'apprentissage collaboratif en ligne valorise non seulement le contenu des contributions, mais il fait aussi prévaloir la logique sur le caractère plus émotionnel de l'apprentissage présentiel. L'apprentissage collaboratif en ligne offre ainsi les avantages d'une équité accrue entre les participants, d'une logique, d'une objectivité et d'un impact pédagogique accrus [BATE, 1995]: c'est un saut qualitatif. Certains objectent que le contact humain et la dynamique de groupe rendent l'apprentissage collaboratif présentiel plus motivant et fructueux ; mais cette remarque ne résiste guère à l'analyse et surtout pas à l'expérience. Sans doute le contact humain est attrayant, mais l'interaction asynchrone peut l'être aussi, comme l'illustre la passion des jeunes pour le courrier électronique, la dynamique de groupe est aussi effective en ligne qu'en présentiel. Pratiqué dans de bonnes conditions, l'apprentissage collaboratif en ligne est même plus captivant [BATE, 1995] et fructueux que l'équivalent présentiel. Inversement, le mode présentiel ne garantit pas l'esprit de

collaboration des étudiants, mais suscite souvent des rivalités entre proches visant les mêmes objectifs professionnels [MASO, 1998]. On constate même que dans l'apprentissage collaboratif en ligne, les apprenants coopèrent d'autant mieux qu'ils sont dispersés [WALC, 2004].

✓ **Convivialité, « mutualisation », pluralisme, multiculturalisme et esprit de synthèse**

L'apprentissage collaboratif en ligne permet en effet la collaboration d'apprenants de divers pays ou continents, ce qui permet des expériences multiculturelles très motivantes [BATE, 1995], exploitées dans l'apprentissage des langues notamment. La formulation textuelle des contributions permet leur mise en commun, la réutilisation d'un élément de la contribution de l'un par d'autres, la confrontation d'idées à première vue opposées [MASO, 1998], leur harmonisation et la réalisation collective de synthèses valorisant les connaissances et expériences de chacun [BATE, 1995]. Les excellents dispositifs de formulation textuelle, traitement de texte, interaction asynchrone, affichage commun et privé du groupe, hyperliens...etc, offerts par la télématique font de l'apprentissage collaboratif en ligne un outil idéal pour l'exploitation collective et constructive des idées les plus variées dans une optique pédagogique d'abord, mais aussi professionnelle et sociale à terme [WALC, 2004].

✓ **Effet d'émulation, d'entraînement et d'entraide**

La spontanéité des interactions en ligne au sein de petits groupes d'apprenants (8 maximum) ayant une activité commune et animés de façon appropriée produit un sentiment de proximité et de solidarité entre apprenants ainsi qu'un esprit d'entraide et d'encouragement mutuel. Une familiarité se crée ainsi entre apprenants en ligne [MASO, 1998], malgré les différences d'âge, de culture, de formation initiale et de profession, malgré la distance ou grâce à celle-ci et aux différences entre apprenants. Et dans ce climat de sympathie, de spontanéité et d'entraide, les relations des apprenants en ligne avec leur formateur perdent rapidement leur caractère hiérarchique [BATE, 1995]. Rappelons que la synergie des apprentissages collaboratifs en ligne est d'autant plus vive que les apprenants sont dispersés et différents et donc complémentaires, alors que des étudiants d'une même formation et d'un même site se considèrent souvent comme de futurs concurrents [WALC, 2004].

✓ **La permanence des contributions stimule leur production et permet leur « mutualisation » et leur évaluation**

La permanence des contributions dans l'apprentissage collaboratif en ligne est un avantage important. En voyant s'accumuler de jour en jour les contributions de ses pairs, l'apprenant en ligne est de plus en plus incité à produire la sienne : d'abord par émulation, ensuite parce que l'ensemble des contributions sera conservé et évalué (au moins par ses pairs, mais sans doute aussi par son formateur). par contre dans l'apprentissage collaboratif présentiel, seuls les plus confiants se risquent à parler, la majorité préférant s'abstenir [MASO, 1998].

De plus, la permanence des contributions est un prérequis de leur mise en commun et de leur « mutualisation » : parce qu'elle est écrite, chaque contribution est susceptible d'être commentée, critiquée, remaniée pour être intégrée à l'œuvre commune au bénéfice de chacun des membres du groupe [WALC, 2004].

✓ **Capacité de supervision des tuteurs décuplée**

Dernier avantage, fort apprécié des organisateurs de formations en ligne : Les formateurs, tuteurs ou animateurs d'apprentissage collaboratif ont la possibilité de superviser en ligne un beaucoup plus grand nombre de petits groupes qu'ils ne peuvent le faire en y étant physiquement présents [MASO, 1998].

L'économie de temps et de déplacements résultant de cette flexibilité permet aux formateurs d'au moins quintupler leur capacité d'animation et de supervision des apprentissages collaboratifs en ligne par rapport aux mêmes fonctions en mode présentiel [WALC, 2004].

15.2. Les inconvénients :

Comme nous avons pu le voir précédemment l'apprentissage collaboratif en ligne a de nombreux avantages. Malgré tout, cet apprentissage connaît également des inconvénients et des obstacles suivants [MARY, 2000] :

- Peut être relativement coûteux à développer et la difficulté de reproduire la qualité: l'inconvénient majeure de ce modèle est son coût et la difficulté de reproduire la qualité (beaucoup repose sur les compétences individuelles du formateur).
- Nécessite une période d'apprentissage et d'adaptation tant pour les formateurs que pour les apprenants.
- La bande passante impose des restrictions qui pourront entraver certaines méthodes d'apprentissage (nombreux graphiques, utilisation de la vidéo...).
- Il est impératif de mettre sur pied un service de soutien pour les enseignants et pour les étudiants afin de les familiariser avec la nouvelle technologie.
- Certains cours ne s'adaptent pas bien au format numérique.
- Les étudiants doivent posséder des traits de personnalité favorables à ce type d'apprentissage (être capable d'étudier seul, savoir se motiver, capacité de gérer son temps, soutien familial).
- Surcharge de travail pour la faculté lors de la première offre.
- L'utilisateur débutant peut se sentir écrasé en raison de la quantité d'information qu'il doit assimiler. La raison de cette surcharge est attribuable à la quantité et à la variété des liens possibles.
- Les étudiants doivent développer la pensée critique afin de faire front à la surcharge d'informations.

16. Conclusion :

L'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur ou Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL) en anglais, est une stratégie d'enseignement-apprentissage par lequel deux ou plus sujets interagissent pour construire un apprentissage, à travers une discussion, une réflexion et la prise de décision.

Ce type d'apprentissage implique deux idées importantes :

- En premier lieu, l'idée d'apprendre d'une forme collaborative, avec les autres, dans un groupe. Dans ce sens, l'apprenant n'est pas contemplé comme une personne isolée mais dans une interaction avec les autres.
- En deuxième lieu, il s'agit d'apprendre à collaborer et de collaborer pour apprendre.

On trouve aussi quelque famille de L'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur comme E-learning, E-formation,...etc. Tous les familles de (ACAO) ont un objectif commun qui est la formation d'un grand nombre d'apprenants dans un minimum de temps et sans déplacement, une économie en argent et des résultats optimales d'apprentissage.

Chapitre 02 :

Les systèmes de recommandation (filtrage)

1. Introduction :

Avec la très grande masse d'information aujourd'hui disponible sur l'Internet, il est devenu primordial de concevoir des mécanismes et techniques qui permettent aux utilisateurs d'accéder à ce qui les intéresse le plus rapidement possible [DOMI, 2010], parmi ces techniques on trouve les systèmes de recommandation.

Les systèmes de recommandations représentent un thème de recherche fondamental en plein essor, à l'intersection entre plusieurs grandes disciplines telles que l'apprentissage automatique, les systèmes multi-agents et les sciences cognitives [CAST, 2010]. Ils constituent en outre un cadre applicatif ambitieux pour la communauté des chercheurs en Intelligence Artificielle de par leur très grande complexité et les nombreuses contraintes qu'ils génèrent.

Les systèmes de recommandation sont devenus, à l'instar des moteurs de recherche, un outil incontournable pour tout site Web focalisé sur un certain type d'articles disponibles dans un catalogue riche, que ces articles soient des objets, des produits culturels (livres, films, morceaux de musique, ...etc.), des éléments d'information (news) ou encore simplement des pages (liens hypertextes) [DOMI, 2010] [THPI, 2011]. L'objectif de ces systèmes est de sélectionner, dans leur catalogue, les articles (ou items) les plus susceptibles d'intéresser un utilisateur particulier [ROMP, 2011].

Dans ce chapitre, nous nous intéressons aux systèmes de recommandation. Nous commençons par l'historique et la définition des systèmes de recommandation. Par la suite, nous détaillons les différents types de ces systèmes.

2. Historique des systèmes de recommandation :

Avec l'utilisation générale et le développement de l'internet, les systèmes de recommandations sont devenus un champ d'études considérables depuis l'apparition des premiers textes portant sur la filtration collaborative au milieu des années 90 [RESN, 1994].

Pendant ces dix dernières années, les industries, tout autant que les académies se sont consacrées à l'étude de ces systèmes dans le but d'élaborer de nouvelles approches.

L'origine des systèmes de recommandations remonte à l'étude approfondie dans les domaines : de la science cognitive, de la théorie d'approximation, de l'extraction d'informations, des théories de prévisions, de la science administrative, de la modélisation du choix du consommateur dans le marketing [ESMA, 2006].

3. Définition :

Les systèmes de recommandation (SR) sont des outils et techniques logiciels fournissant des suggestions d'items à un utilisateur. Les suggestions se rapportent à des processus décisionnels variés. Cela peut être des propositions d'items à acheter, de musique à écouter, ou de news à lire en ligne...etc. Ces systèmes de recommandation sont essentiellement orientés vers les individus qui n'ont pas suffisamment d'expérience personnelle ou de compétences pour évaluer la quantité potentiellement immense d'items alternatifs qu'un site Web, par exemple, peut offrir [ROMP, 2011].

Un système de recommandation utilise des informations implicites ou explicites obtenues d'un utilisateur pour lui suggérer de nouveaux éléments qu'il pourrait aimer. Il utilise des mécanismes qui lui permettent de déterminer ce qui est important pour l'utilisateur [DOMI, 2010]. Ainsi il utilise ses informations pour assister l'utilisateur en s'adaptant à lui et en lui suggérant des solutions à ses demandes [MARA, 2012].

Les systèmes de recommandation regroupent tous les systèmes capables de fournir des recommandations adaptées aux goûts, aux besoins ou aux moyens des utilisateurs [DOMI, 2010], Ces systèmes ont prouvé ces dernières années qu'ils sont un bon moyen pour faire face au problème de surcharge cognitive (ou surcharge d'information).

Nageswara Rao et Talwar [NAGR, 2008] distinguent plusieurs familles de systèmes de recommandation, en fonction de la manière dont la recommandation est effectuée et de la nature des données [DOMI, 2010] :

- ✓ **Le filtrage basé sur le contenu** : Ou filtrage thématique, s'appuie sur le contenu des articles par le biais de descripteurs, pour les comparer à un profil utilisateur lui-même constitué mêmes descripteurs.
- ✓ **Le filtrage collaboratif** : S'appuie sur les appréciations données par un ensemble d'utilisateurs sur un ensemble d'articles. Ces appréciations, traduites en valeurs numériques, peuvent être des notes, des comptes d'achats effectués, des nombres des visites, ...etc.
- ✓ **Le filtrage hybride** : C'est la combinaison entre le filtrage par contenu et le filtrage collaboratif [DOMI, 2010].

L'explication bien détaillée de ces différents types de recommandation est présentée dans la suite de ce chapitre.

4. L'objectif des systèmes de recommandation :

L'objectif des systèmes de recommandation est de filtrer un flux entrant d'informations de façon personnalisée pour chaque utilisateur, tout en s'adaptant en permanence au besoin d'information de chacun. Les moteurs de ces systèmes gèrent les profils d'utilisateurs, permettant de sélectionner les recommandations, et adaptent ces profils en exploitant le retour de pertinence fourni par les utilisateurs [Lien7].

Le but des systèmes de recommandation est de prédire l'affinité entre un utilisateur et un objet (contenu), en se fondant sur un ensemble d'informations déjà acquises sur cet utilisateur et sur d'autres, ainsi que sur cet contenu et sur d'autres [CAST, 2010].

L'autre objectif de ces systèmes est d'améliorer les interactions entre le grand public et les systèmes de recherche et d'accès à l'information. Il s'agit d'assister les utilisateurs dans leurs recherches, mais également de proposer des items susceptibles de les intéresser, qu'ils n'auraient pas consulté spontanément [CAST, 2010].

5. Les étapes d'un système de recommandation :

Le système apprend de manière classique en fonction d'éléments qui ont été aimés ou non. Un système de recommandation typique se décompose en 3 étapes [MARA, 2012] :

- L'utilisateur fournit une liste d'exemples de ses goûts, qui peuvent être explicites, comme des notes sur des éléments spécifiques, ou implicites, comme des URL visitées, ou une sélection d'un objet parmi une liste qui lui est présentée,
- Ces données sont utilisées par le système afin de créer une représentation du profil de l'utilisateur, ce qu'il aime et ce qu'il n'aime pas,
- Le système calcule des recommandations en fonction du profil de l'utilisateur, avec le choix d'une méthode mathématique pour ce calcul.

6. Les différents types des systèmes de recommandation (filtrage) :

On distingue trois principaux types de filtrage (recommandation) qui sont les suivants :

6.1. Filtrage basé sur le contenu :

Les systèmes de recommandation ont pour objectif d'orienter les utilisateurs d'une manière personnalisée vers des objets intéressants issus d'un large espace d'options possibles.

Ainsi que les systèmes de recommandation basés sur le contenu essaient de recommander des items similaires à ceux aimés par l'utilisateur dans le passé [ROMP, 2011]. En effet, le processus principal réalisé par un système de recommandation basé sur le contenu consiste à faire correspondre les attributs d'un profil utilisateur (où les préférences ou intérêts sont stockés) avec les attributs des items, dans le but de recommander à l'utilisateur de nouveaux objets intéressants [DOMI, 2010].

Le filtrage basé sur le contenu peut être vu comme un système de recherche d'information où la requête joue le rôle d'un filtre permanent ou à long terme.

Ce type de systèmes est basé sur un processus à deux phases [AMBE, 2008] :

- La première étant la sélection de ressources correspondant au profil de l'utilisateur,
- La deuxième étant la mise à jour du profil de l'utilisateur après retour de pertinence des résultats.

Ce type de système (recommandation objet ou basé sur contenu) vise à extraire un certain nombre de caractéristiques et attributs propres à un contenu, afin de pouvoir recommander à l'utilisateur des contenus additionnels possédant des propriétés similaires. Cette méthode crée un profil pour chaque objet ou contenu, c'est-à-dire un ensemble d'attributs/propriétés qui caractérisent l'objet [Lien7].

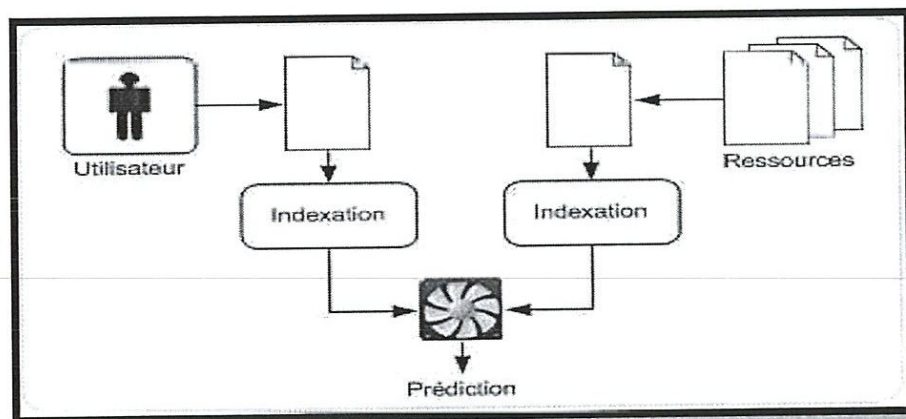


Figure 2.1 : Filtrage basé sur le contenu [AMBE, 2008].

Par exemple, dans le cas d'un site de vente de livre en ligne, on va se baser sur les caractéristiques du livre pour effectuer des recommandations, comme par exemple le sujet que traite l'ouvrage, son genre, son auteur, l'éditeur, etc. Un système de recommandation pourra donc accomplir cette tâche seulement s'il a à disposition 2 types d'information [lien8] :

- la description des caractéristiques du livre.

- Le profil utilisateur qui décrit les intérêts (passés) de celui-ci en termes de préférence de type de livre.

La tâche de recommandation consiste donc à déterminer les livres qui correspondent le mieux aux préférences de l'utilisateur.

Les algorithmes de recommandation objet permettent de développer des modèles afin de trouver des patterns ou motifs semblables entre différentes données. Ils évaluent à quel point un contenu pas encore vu par l'utilisateur est similaire aux contenus que celui-ci a évalués positivement dans le passé. Pour ce faire, on utilise la notion de similarité qui peut être mesurée de plusieurs manières [lien8].

6.1.1. Technique de recommandation basée sur contenue :

➤ **Recommandation basée sur les vecteurs de mots-clefs :**

Une autre façon de recommandation basée sur contenue serait de ne pas se baser sur le genre du livre, mais sur **les mots-clefs** ou le Modèle d'Espace Vectoriel (MEV) qui caractérisent l'ouvrage, et calculer la similarité de chevauchement entre les mots-clés du document qui va éventuellement être suggéré avec les mots-clés préférés de l'utilisateur [lien8]. La correspondance de mots-clefs est une représentation spatiale des documents textuels. Dans ce modèle, chaque document est représenté par un vecteur de dimension n , où chaque dimension correspond à un terme de l'ensemble du vocabulaire d'une collection de documents. Formellement, tout document est représenté par un vecteur poids sur des termes, où chaque poids indique le degré d'association entre le document et le terme. Soit $D = \{d_1, d_2, d_3, \dots, d_n\}$ dénotant un ensemble de documents ou corpus, et $T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$ le dictionnaire, ou l'ensemble des mots du corpus. Chaque document d_j est représenté par un vecteur dans un espace vectoriel à n dimensions, tel que $d_j = \{w_{1j}, w_{2j}, w_{3j}, \dots, w_{nj}\}$ où w_{kj} est le poids du terme dans le document [ROMP, 2011].

Le schéma de pondération de terme le plus communément utilisé est la pondération TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) basée sur des observations empiriques sur le texte :

- ✓ les termes rares ne sont pas moins pertinents que les termes fréquents.
- ✓ des occurrences multiples d'un terme dans un document ne sont pas moins pertinentes que de simples occurrences.

- ✓ des documents longs ne sont pas préférables à des documents courts (normalisation).

Dans les systèmes de recommandation basés sur le contenu s'appuyant sur le modèle d'espace vectoriel, les profils des utilisateurs et les items sont représentés comme des vecteurs de termes pondérés. La prédiction de l'intérêt d'un utilisateur sur un item donné peut être effectuée par calcul de similarité cosinus entre le vecteur de profil et le vecteur de l'item [ROMP, 2011].

6.1.2. Avantages et inconvénients :

A. Avantage :

- Le premier avantage du système de filtrage basé sur le contenu est qu'il peut répondre aux intérêts à long terme des utilisateurs, d'autre terme il permet d'associer des documents aux profils utilisateur. Notamment, en utilisant des techniques d'indexation et d'intelligence artificielle pour la mise à jour des profils et le recoupement entre profils et documents [TENG, 2006].
- Ce type de recommandation basé sur contenu n'a pas besoin d'une large communauté d'utilisateurs pour pouvoir effectuer des recommandations. Ainsi que l'utilisateur est indépendant des autres ce qui lui permet d'avoir des recommandations même s'il n'y a qu'un seul utilisateur du système [TENG, 2006].

B. Inconvénients :

Cependant, ce type de systèmes présente certaines limitations :

- Premièrement, cette technique de filtrage est soumise à l'effet « entonnoir », car le profil évolue naturellement par restriction progressive sur les thèmes recherchés. Ainsi, l'utilisateur ne reçoit que les recommandations relatives aux thèmes présentés dans son profil, une fois devenu stable. Par conséquent, il ne peut pas découvrir de nouveaux domaines potentiellement intéressants pour lui [TENG, 2006].
- Le filtrage basé sur le contenu est également victime d'un effet de masse, car ne bénéficiant pas des jugements de qualité que d'autres utilisateurs ont pu faire sur les documents qu'il reçoit, c'est l'utilisateur lui-même qui devra procéder à l'écumage des documents reçus, écumage qui fait intervenir d'autres critères que celui de la thématique [TENG, 2006].

- Les difficultés à recommander des documents multimédia (images, vidéos, etc.) et ceci à cause de la difficulté à indexer ce type de documents, c'est en fait la même problématique dont souffrent les systèmes de recherche [AMBE, 2008].
- Dernièrement le filtrage basé sur le contenu doit également faire face au problème de démarrage à froid, tel qu'un nouvel utilisateur rencontre plus ou moins de difficultés à définir les thèmes qu'il intéresse afin que le système instancie son profil, malgré certaines techniques d'apprentissage permettant d'en inférer à partir des textes « exemples » fournis par l'utilisateur [AMBE, 2008].

6.2. Filtrage collaboratif :

Le filtrage collaboratif compare les utilisateurs entre eux sur la base de leurs jugements passés pour créer des communautés ou groupes, et chaque utilisateur reçoit les documents jugés pertinents par sa communauté ou groupe. L'implémentation la plus simple et originale de cette approche est de recommander à un utilisateur actif les items que d'autres utilisateurs avec des goûts similaires ont aimés dans le passé. La similarité de goût entre deux utilisateurs est calculée en se basant sur la similarité de leur historique de notation [DOMI, 2010]. C'est la raison pour laquelle se réfère au filtrage collaboratif par l'expression « corrélation de personne à personne ». Le filtrage collaboratif est la technique la plus populaire et la plus répandue dans les systèmes de recommandation [TENG, 2006].

On distingue deux grandes approches de filtrage collaboratif :

- L'approche se référant aux utilisateurs: consiste à comparer les utilisateurs entre eux et à retrouver ceux ayant des goûts en commun [RESN, 1994], les notes d'un utilisateur étant ensuite prédites selon son voisinage.
- L'approche se référant aux articles: consiste à rapprocher les articles appréciés par les mêmes personnes et à prédire les notes des utilisateurs en fonction des articles les plus proches de ceux qu'ils ont déjà notés [DOMI, 2010] ;

Le schéma au dessous donne une explication bien détaillée sur les systèmes de filtrage collaboratif [TENG, 2006]:

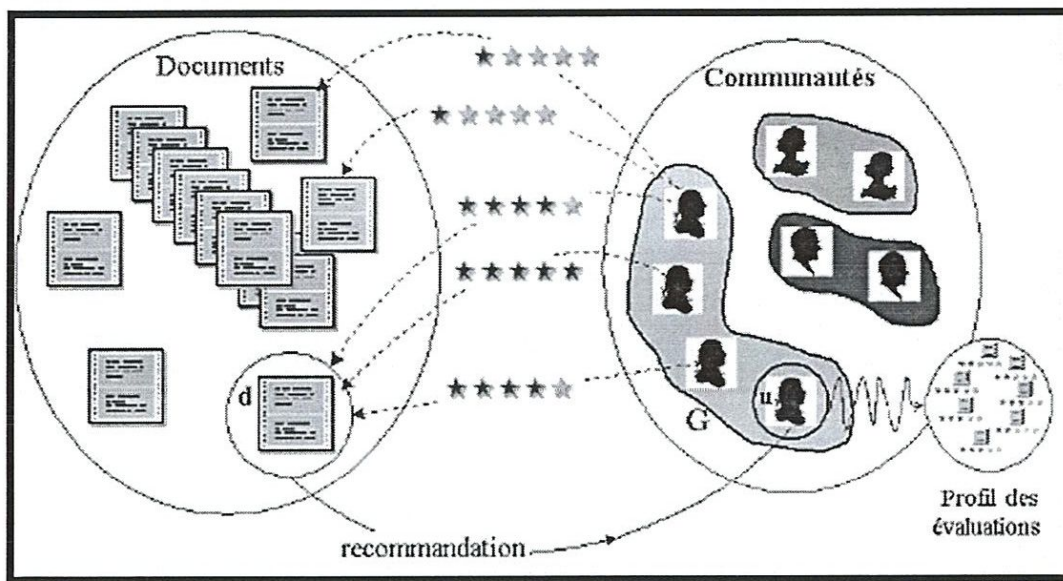


Figure 2.2 : Filtrage collaboratif [TENG, 2006].

6.2.1. Les types de filtrage collaboratif :

Il existe deux classes d'algorithmes de filtrage collaboratif : Les algorithmes basés sur la mémoire et les algorithmes basés sur un modèle. Cette classification s'inspire des travaux réalisés par [THPI, 2011] :

- Les algorithmes basés sur la mémoire fonctionnent sur la base de données entière pour réaliser des prévisions. Ils consistent à utiliser la totalité des informations disponibles pour générer les prédictions. La complexité du traitement dans cette méthode augmente avec l'augmentation du nombre d'utilisateurs et de ressources [CAST, 2010].
- Les algorithmes à base de modèles utilisent une partie de la base de données pour apprendre un modèle qui est alors utilisé pour prédire.

A. Algorithmes basés mémoire :

Les algorithmes basés sur la mémoire [REYN, 1994] utilisent l'ensemble de la matrice d'usage où chaque ligne correspond à un utilisateur $ci \in C$ et chaque colonne correspond à un item $Pj \in P$. En effet, les utilisateurs ont pu évaluer des items. Rappelons que la mesure d'intérêt d'un utilisateur c pour un item p est noté $u(p, c)$ ou bien l'évaluation ou la prédiction d'une ressource p par un utilisateur c . Dans ce type d'algorithme, on utilise l'ensemble des données pour générer une prédiction [THPI, 2011].

La prédiction pour l'utilisateur Ci sur l'item Pj est donnée par la formule suivante :

$$Pred(pj, ci) = \overline{u(ci)} + k \sum_{c \in C} (w(ci, c) * [u(pj, c) - \overline{u(c)}]) \dots\dots (2.1)$$

- $u(pj, c)$: l'intérêt mesuré de l'item pj par l'utilisateur c ;
- $\overline{u(c)}$: La moyenne de l'ensemble des mesures d'intérêts de l'utilisateur c ;
- $w(ci, c)$: est une fonction de pondération indiquant le coefficient de pondération liant l'utilisateur ci à l'utilisateur c (Coefficient de Pearson, cosinus entre les vecteurs, les moindres carrés...);
- k : est un coefficient de normalisation tel que la somme des valeurs absolues des poids soit égale à 1.
- C : l'ensemble ou bien le nombre des utilisateurs considérés pour le calcul.

Pour calculer la fonction de pondération $w(ci, c)$, on peut utiliser la similarité cosinus entre les vecteurs de notes ou la corrélation de Pearson comme des méthodes de calcul.

✓ **Cosinus des vecteurs :**

Le cosinus entre les vecteurs est une méthode pour calculer le poids de l'utilisateur 'i' par rapport à l'utilisateur actif 'a', ou bien le coefficient de pondération liant l'utilisateur 'i' à l'utilisateur 'a'.

Ce coefficient est calculé par la formule suivante [THPI, 2011]:

$$w(a, i) = \sum_j \frac{v_{a,j}}{\sqrt{\sum_{k \in I_a} v_{a,k}^2}} \frac{v_{i,j}}{\sqrt{\sum_{k \in I_i} v_{i,k}^2}} \dots\dots (2.2)$$

- $v_{a,j}$: est l'évaluation de l'utilisateur a pour la ressource j.

Les termes du dénominateur servent à normaliser les évaluations pour que les utilisateurs qui ont évalué plus d'items ne soient pas favorisés.

✓ **Corrélation de Pearson :**

Le coefficient corrélation de Pearson est calculé par la formule suivante [THPI, 2011]:

$$w(a, i) = \frac{\sum_j (v_{a,j} - \bar{v}_a)(v_{i,j} - \bar{v}_i)}{\sqrt{\sum_j (v_{a,j} - \bar{v}_a)^2 \sum_j (v_{i,j} - \bar{v}_i)^2}} \dots\dots (2.3)$$

- $V_{a,j}$: Est l'évaluation de l'utilisateur 'a' pour la ressource 'j'.
- V_a : Est l'évaluation moyenne de l'utilisateur 'a'.

B. Algorithmes basés modèle :

Le deuxième type d'algorithmes, est comme le nom l'indique basés sur des modèles, supposés réduire la complexité. Ces modèles peuvent être probabilistes et utilise l'espérance de l'évaluation pour calculer la prédiction. Comme ils peuvent être basés sur des classificateurs permettant de créer des classes pour réduire la complexité [AMBE, 2008].

✓ **Clustering :**

L'idée du modèle cluster est de regrouper (en clusters) les utilisateurs ayant les mêmes goûts, et de regrouper (en clusters) les ressources portant sur les mêmes sujets, ou qui ont tendance à plaire aux mêmes personnes. Ainsi, pour prédire la note qu'un utilisateur donnera à une ressource, on pourra utiliser les avis des utilisateurs qui appartiennent à son groupe. En d'autres termes, on veut associer une classe (ou plusieurs) à chacun des utilisateurs, ainsi qu'à chacune des ressources. Ces classes étant a priori inconnues, elles doivent être dérivées du processus d'estimation [AMBE, 2008].

✓ **K-Moyennes :**

C'est l'algorithme le plus connu et le plus utilisé, car étant simple à mettre en œuvre. L'algorithme des K-moyennes se décompose en 4 étapes [AMBE, 2008]:

- Choisir aléatoirement K objets pour former les K clusters initiaux. Ces objets représentent entre autres les centres des clusters, ne contenant qu'un seul élément.
- Réaffecter les objets à un cluster. Chaque objet 'x' est assigné à la classe dont il est le plus proche du centre, selon une mesure de distance : Pearson, Euclidienne, ...
- Recalculer les nouveaux centres des K clusters.
- Répéter les étapes 2 et 3 jusqu'à ce que plus aucune réaffectation ne soit possible.

L'algorithme est certes simple à mettre en œuvre mais présente certains inconvénients, lié à la criticité du choix des clusters initiaux, pouvant influencer sur la qualité de la classification [AMBE, 2008].

6.2.2. Technique de filtrage collaboratif :

✓ **Recommandation basées sur le voisinage :**

Les systèmes de recommandation basés sur le voisinage automatisent utilise le principe de bouche-à-oreille, où l'on se fonde sur l'avis de personnes partageant les mêmes idées ou d'autres sources fiables pour évaluer la valeur d'un item (film, livre, article, album, etc.), selon nos propres préférences.

Ainsi, dans le filtrage basé sur le voisinage, les notes des utilisateurs stockées par le système sont directement utilisées pour prédire les notes pour de nouveaux items. Cela peut être fait de deux manières connues sous le terme de recommandations basées sur les utilisateurs ou recommandations basées sur les items [ROMP, 2011].

A. Recommandations basées sur le voisinage utilisateur :

Les systèmes basés sur le voisinage utilisateur évaluent l'intérêt d'un utilisateur u pour un item I en utilisant les notes de cet item. Ces notes sont données par d'autres utilisateurs, appelés voisins, qui ont des habitudes de notation similaires. Les voisins d'un utilisateur u sont typiquement les utilisateurs v dont les notes sur les items sont les plus proches de celles de u sur ces items. Les plus proches voisins sont les utilisateurs les plus similaires à u dans leur notation [ROMP, 2011].

B. Recommandations basées sur le voisinage des items :

Alors que les méthodes basées sur le voisinage utilisateur s'appuient sur l'avis d'utilisateurs partageant les mêmes idées pour prédire une note, les approches basées sur les items prédisent la note d'un utilisateur u pour un item i en se basant sur les notes de u pour des items similaires à i . Dans de telles approches, deux items sont similaires si plusieurs utilisateurs du système les ont notés d'une manière similaire [ROMP, 2011].

6.2.3. Avantages et inconvénients :

A. Avantage :

Les principaux avantages des systèmes de filtrage collaboratif :

- Tous les utilisateurs du système de filtrage collaboratif peuvent tirer profit des évaluations des autres en recevant des recommandations pour lesquelles les utilisateurs les plus proches ont émis un jugement de valeur favorable, et cela sans que le système dispose d'un processus d'extraction du contenu des documents [TENG, 2006].
- Le filtrage collaboratif permet de résoudre les problématiques liées au filtrage par contenu, et donc de filtrer tout type d'information (ressources physiques, images, vidéos, etc.).
- L'effet entonnoir est atténué par le filtrage collaboratif, car tout document évalué par une personne peut être recommandé, en d'autre terme l'utilisateur peut bénéficier de nouveaux axes de recherche auxquels il n'a jamais pensé [TENG, 2006].
- Le filtrage collaboratif permet d'exprimer d'autres facteurs et critères tels que : la qualité de l'information, le public visé, la zone géographique, etc, chose qui n'est pas possible dans un système de filtrage thématique [AMBE, 2008].
- Pas besoin de se baser sur l'analyse des propriétés intrinsèques d'un contenu, la recommandation sociale est capable de recommander des contenus sans avoir besoin de comprendre le sens ou la sémantique du contenu lui même. [lien8].

B. Inconvénients :

- ✓ **Scalability** : souvent, les plateformes sur lesquelles sont utilisés les filtres collaboratifs ont des millions d'utilisateurs, de produits et contenus. Ça demande donc beaucoup de puissance de calcul pour pouvoir proposer des suggestions aux utilisateurs. La recommandation collaborative (sociale) de type **user-centric** est aussi appelée **memory-based**, car la base de données des ratings est maintenue en permanence en mémoire dans le serveur et utilisée directement pour générer des recommandations à l'utilisateur actif. Bien que cette approche memory-based soit théoriquement plus précise, car elle a disposition en permanence et en temps réel toutes les données pour générer les recommandations, elle souffre de problèmes de *scalability* pour des bases de données de millions d'utilisateurs et de millions de contenus [lien8].

- ✓ **Rareté (Sparsity)** : le nombre de produits ou contenus est énormes sur certaines plates-formes, et même les utilisateurs les plus actifs auront noté ou valorisé qu'un tout petit sous ensemble de toute la base de données. Donc, même l'article le plus populaire n'aura que très peu de bonnes notes. Dans une telle situation, deux utilisateurs auront peu d'articles valorisés en commun, ce qui rend plus difficile la tâche de corrélation. C'est une situation qu'on retrouve lorsque le système dispose d'un ratio élevé de contenu par rapport aux utilisateurs, [lien8].
- ✓ **Démarrage à froid** : Ce phénomène se définit en début d'utilisation du système, dans des situations critiques où le système manque de données pour procéder à un filtrage personnalisé de bonne qualité. En général, la communauté d'un utilisateur évolue au cours du temps grâce aux évaluations produites par l'utilisateur lui-même. Lorsqu'il s'inscrit pour utiliser le système, sa communauté est encore inconnue, ce qui conduit à l'impossibilité de fournir des recommandations pertinentes [TENG, 2006].

6.3. Filtrage hybride :

Le filtrage hybride c'est la combinaison des deux approches de filtrage (filtrage collaboratif et basé sur contenu). Cette combinaison se fait à l'objectif de constatant les avantages et inconvénients et de limiter les inconvénients de chacune des deux approches (filtrage collaboratif et basé sur contenu) [TENG, 2006].

En général, les méthodes hybrides sont de plus en plus utilisées, car elles permettent de résoudre des problèmes comme le *cold start* (*démarrage à froid*) et la *sparsity* (rareté) qu'on retrouve dans une approche de recommandation collaboratif.

D'autre part, si par exemple on considère deux utilisateurs avec les mêmes goûts mais qui n'ont pas évalué ou "*raté*" des objets en commun, un filtrage collaboratif pur ne les considérera pas comme similaires ou voisins. L'idée est alors de pouvoir assigner une valeur par défaut aux éléments qui ont été "*ratés*" seulement par un des deux utilisateurs, afin d'améliorer la qualité de prédiction en cas de rareté. En appliquant préalablement un algorithme de recommandation basé sur les contenus pour en exploiter leurs descriptions et caractéristiques, accompagné ensuite d'un algorithme de recommandation collaboratif pour effectuer les recommandations peut aider à résoudre ces limitations [lien8].

6.3.1. Des exemples de Système de recommandation hybride :

✓ Amazon :

Utilise 3 approches (personnalisée, collaboratif et basé sur contenu). Amazon possède un système très sophistiqué, les recommandations sont d'une part personnalisées en se basant sur le comportement individuel passé de l'utilisateur (historique de navigation et historique d'achat), et d'autre part Amazon utilise aussi les caractéristiques de l'article lui-même (recommandation par contenu) et les comportements d'autres personnes (recommandation sociale). Tous ceux qui ont déjà fait un achat sur Amazon ont probablement dû lire le message de la part d'Amazon qui nous dit "les gens qui ont acheté x ont aussi acheté y" [lien8].

✓ Netflix :

Est aussi un bon exemple de système de recommandation hybride. Il propose des recommandations en comparant les habitudes de visionnage des films d'utilisateurs similaires (recommandation collaboratif) et suggère aussi des films qui partagent des caractéristiques avec des films que l'utilisateur a noté positivement (recommandation basé sur contenu) [lien8]

✓ Google :

Lui se focalise aussi sur une combinaison de 3 approches pour améliorer son produit phare qui est son moteur de recherche [lien8]:

- Recommandation Personnalisée:
 - Google customise nos résultats de recherche, quand cela est possible, en se basant sur notre localisation et/ou nos dernières recherches.
 - Lorsqu'on est connecté à notre compte Google, il propose un contenu encore plus pertinent en fonction de notre historique de recherche.
- Recommandation collaboratif (Sociale):
 - L'algorithme du PageRank est de manière intrinsèque un outil basé sur la recommandation sociale dans la mesure où il utilise les liens entre les pages web.
- Recommandation basé sur contenu :
 - Google utilise aussi une approche sémantique pour sa fonction « Did you mean » de son moteur de recherche.

7. Comparaison entre SRC et BSC :

Dans cette partie on trouve que la recommandation basée sur le contenu présente de nombreux avantages par rapport à celui basé sur la collaboration [ROMP, 2011] :

- ✓ **Indépendance utilisateur** : Les systèmes de recommandation basés sur le contenu n'utilisent que le comportement de l'utilisateur actif pour construire son profil. Au contraire, l'approche collaborative a besoin de notes d'autres utilisateurs pour trouver les plus proches voisins de l'utilisateur actif et fournir les items aimés par ces voisins.
- ✓ **Transparence** : Des explications sur la manière dont le système de recommandation fonctionne peuvent être fournies en listant explicitement les caractéristiques ou les descriptions qui ont engendré l'apparition d'un item dans une liste de recommandations. Au contraire, les systèmes collaboratifs sont des boîtes noires, puisque la seule explication d'une recommandation d'item est que des utilisateurs inconnus avec des goûts similaires ont aimé cet item.
- ✓ **Démarrage à froid** : Les systèmes de recommandation basés sur le contenu sont capables de recommander des items pas encore notés par des utilisateurs. Ainsi, ils ne souffrent pas du problème de démarrage à froid, qui affecte les systèmes collaboratifs qui se basent uniquement sur les notes des utilisateurs pour faire des recommandations. Dans ces systèmes, un item qui n'a pas reçu assez de notes des utilisateurs n'est pas recommandé.

Néanmoins, les systèmes basés sur le contenu ont plusieurs inconvénients [ROMP, 2011]:

- ✓ **Analyse limitée du contenu** : Les techniques basées sur le contenu ont une limite naturelle sur le nombre et le type des caractéristiques qui sont associées, soit automatiquement ou manuellement, aux objets à recommander. La connaissance du domaine est souvent nécessaire. Par exemple, pour de la recommandation de films, le système a besoin de connaître les acteurs et directeurs. Aucune recommandation basée sur le contenu ne peut fournir des suggestions convaincables si l'analyse du contenu ne contient pas assez d'information pour discriminer les items que l'utilisateur aime des items qu'il n'aime pas.
- ✓ **Sur-spécialisation** : Les systèmes de recommandation basés sur le contenu n'ont pas de méthode inhérente pour trouver quelque chose d'inattendu. Le système suggère des items dont les scores sont hauts lorsqu'ils sont mis en correspondance avec le profil. De ce fait, l'utilisateur se voit recommander des items similaires à ceux recommandés précédemment.

Par rapport aux méthodes basées sur le contenu, le filtrage collaboratif présente quelques avantages [ROMP, 2011] :

- ✓ **Indépendance vis-à-vis du contenu** : Contrairement aux systèmes basés sur le contenu, les systèmes collaboratifs n'ont pas besoin de décrire très précisément les items pour de bonnes recommandations. Ces dernières sont faites indépendamment de la représentation des items. Ainsi, elles peuvent s'appliquer à tout type d'items dont le contenu est soit indisponible, soit difficile à analyser.
- ✓ **Pas de sur-spécialisation** : Les recommandations des systèmes collaboratifs ne se fondent pas sur la dimension thématique des profils. Ainsi, ils ne sont pas soumis au problème de sur-spécialisation (aussi appelé effet « entonnoir ») tel qu'il existe pour les systèmes de recommandation basés sur le contenu.

Néanmoins, ces systèmes présentent aussi quelques inconvénients [ROMP, 2011] :

- ✓ **Recommandations limitées** : Lorsque des items n'ont pas encore été notés ou libellés par des utilisateurs, les systèmes collaboratifs ne peuvent pas recommander ces items, car ils se basent sur ces informations pour les recommandations. Cela engendre des problèmes de démarrage à froid.
- ✓ **Cas extrêmes** : Le filtrage collaboratif ne peut pas couvrir les cas extrêmes. Si l'échelle des profils possibles est trop petite ou si les utilisateurs ont des goûts qui leur sont uniques, il n'est pas possible d'émettre des correspondances fiables entre profils.

8. Conclusion :

Dans ce chapitre nous concluons les points suivant :

- L'objectif des systèmes de recommandation est de filtrer un flux entrant d'informations de façon personnalisée pour chaque utilisateur, tout en s'adaptant en permanence au besoin d'information de chacun. Les moteurs de ces systèmes gèrent des profils d'utilisateurs permettant de sélectionner les recommandations, et adaptent ces profils en exploitant le retour de pertinence fourni par les utilisateurs.
- Nous distinguons trois grandes approches de filtrage [NAGR, 2008]: filtrage basé sur le contenu, filtrage collaboratif et filtrage hybride. Le filtrage basé sur le contenu compare les nouveaux documents au profil de chaque utilisateur et recommande ceux qui sont le plus proche. Le filtrage collaboratif compare les utilisateurs entre eux sur la base de leurs jugements passés pour créer des

communautés, et chaque utilisateur reçoit les documents jugés pertinents par sa communauté, Le filtrage hybride combine ces deux approches.

- De la comparaison des deux (SR), nous déduisons que pour chaque type de système nous trouvons des avantages et inconvénients. Mais Les méthodes collaboratives donnent de meilleurs résultats, qualitativement, que les méthodes basées sur le contenu.

Chapitre 03 :
La conception du système

1. Introduction :

Les systèmes de recommandation appelés aussi «Systèmes de Filtrage», sont nés de la volonté de pallier le problème de surcharge d'information du web combinant des techniques de : Personnalisation, intelligence artificielle, réseaux sociaux et interaction personne-machine. Ces systèmes constituent une technique de personnalisation qui permet de recommander à des utilisateurs des items qui peuvent les intéresser.

Les interactions entre les apprenants permettent de développer et d'améliorer les capacités de ces derniers. Dans ce chapitre nous proposons une nouvelle méthode de recommandation des apprenants dans un environnement d'apprentissage collaboratif basée principalement sur le calcul de similarité en utilisant un ensemble des critères : le profil cognitif des apprenants dans des matières bien définies, leurs préférences, leurs styles d'apprentissage selon le modèle Filder-Silverman [Solo, 1996] et les collaborations antérieures entre les apprenants. Notre objectif est d'aider un apprenant à trouver de bons collaborateurs pour l'aider à mener à bien ses tâches. Ces collaborateurs seront recommandés par un outil conçu à cet effet.

Dans ce chapitre nous allons décrire l'architecture générale de notre système SRC (système de recommandation collaboratif) : en présentant les fonctionnalités de chaque acteur du système, ainsi que la conception de la base de données qui maintient l'ensemble des données nécessaires au bon fonctionnement du système.

2. L'objectif du système :

L'objectif principal du système est de proposer un outil de recommandation de collaborateurs pertinents dans un environnement d'apprentissage collaboratif. Cet outil permet d'aider les apprenants à mener à bien leurs tâches. Pour valider la méthode de recommandation proposée, nous avons développé un système d'apprentissage collaboratif. Ce système offre la plupart de fonctionnalités des environnements d'apprentissage collaboratif : apprentissage, collaboration, accès et téléchargement des objets d'apprentissage, auto-évaluation, communication, définition des styles d'apprentissage. De plus, le système développé offre un outil pour la recommandation des collaborateurs pertinents.

D'autres objectifs peuvent être cités :

- Créer un espace propre à chaque acteur : enseignant, apprenant.

- Fournir un espace propre à l'administrateur pour faciliter le suivi du travail des acteurs du système et le processus de recommandation et d'apprentissage.
- Permet à l'apprenant et l'enseignant de consulter et modifier les informations de leurs profiles.
- Permet à l'apprenant de consulter les ressources pédagogiques dans différent matières de manière autonome, et de collaborer avec ses pairs, et évaluer ses connaissances (auto-évaluation)
- Offrir à l'enseignant un espace qui lui permet de créer et gérer ses cours et exercices d'apprentissage de façon simple et facile.
- Le système contient des outils de communication comme (message) permettant de faciliter les interactions entre les apprenants de système.

3. Architecture globale du système :

Les principaux composants du système sont :

- une base de données qui rassemble les fonctionnalités des acteurs du système.
- Trois interfaces principales des acteurs du système : Apprenant, Enseignant, Administrateur.

Plus un serveur web. Le schéma au-dessous donne une représentation générale de notre système :

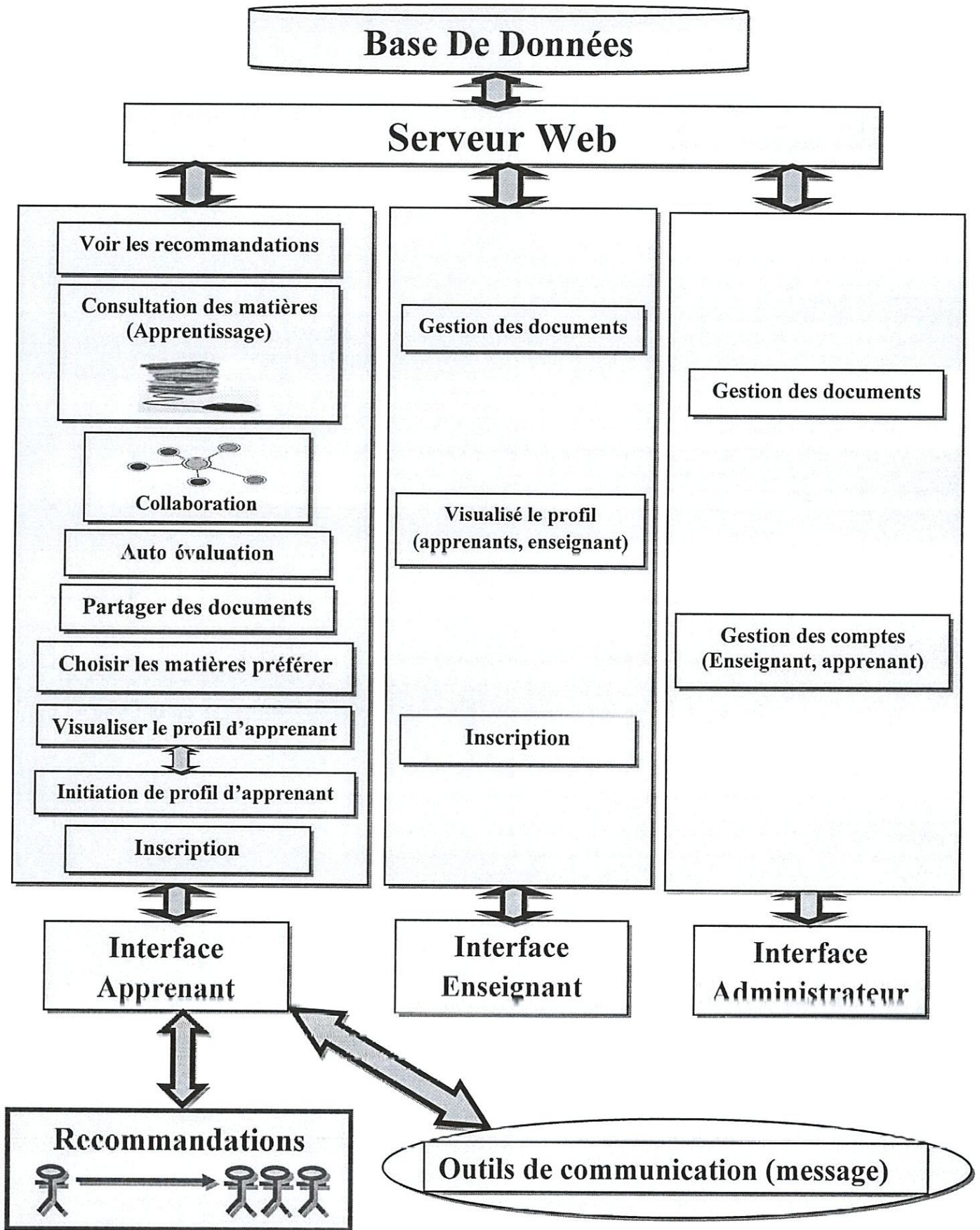


Figure 3.1 : Architecture globale du système.

4. Analyse fonctionnelle :

4.1. Acteurs du système :

A travers les fonctionnalités fournies par le système, on peut définir trois acteurs :

- **Apprenant** : le rôle joué par un apprenant est d'être consommateur des ressources pédagogiques. Dans son espace, l'apprenant peut acquérir des nouvelles connaissances, encourager la responsabilité et de développer ses habiletés sociales et cognitives.
- **Enseignant** : il peut créer le contenu de la formation (les ressources pédagogiques), comme par exemple les cours, les exercices et les travaux pratique. De plus il peut accéder à ces ressources.
- **Administrateur** : c'est le premier responsable du système.

Par la suite, nous allons détailler le rôle de chaque acteur.

4.2. Les fonctionnalités communes :

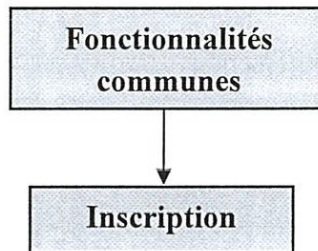


Figure 3.2 : Fonctionnalités communes aux acteurs du système.

4.2.1. Inscription :

Chaque acteur accède au système par une page d'accueil qui lui permet d'entrer dans son environnement via un e-mail et un mot de passe qui ont été définis lors de l'inscription.

L'inscription est effectuée une seule fois par l'utilisateur qui doit remplir un ensemble d'informations tel que : Nom, prénom, adresse e-mail,...etc.

4.3. Les fonctionnalités d'apprenant :

L'environnement de l'apprenant lui offre tous les moyens nécessaires pour satisfaire ses besoins. Pour accéder à cet environnement l'apprenant doit s'inscrire au système, en remplissant un formulaire qui concerne ses informations personnelles (nom, prénom,

email,...etc.). Si cette inscription est valide, l'apprenant passe un test cognitif dans des différentes matières sous forme de QCM pour évaluer ses connaissances prérequis et un autre test pour définir son style apprentissage. Dès que le compte apprenant est validé par l'administrateur, l'apprenant peut accéder à son espace et commencer son apprentissage. L'espace Apprenant met à la dispositions de l'apprenant un ensemble de fonctionnalités qui lui permet de bien suivre son apprentissage. Le schéma suivant illustre ces fonctionnalités :

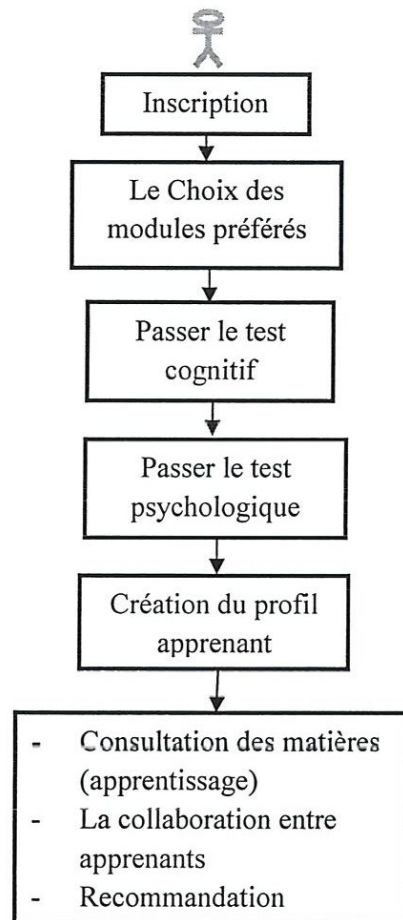


Figure 3.3 : Le processus suivi par l'apprenant.

4.3.1. Visualiser le profil d'apprenant :

Chaque apprenant a la possibilité de voir et de modifier ses informations personnelles.

4.3.2. Choisir les intérêts :

Parmi une liste de matières proposées, l'apprenant doit choisir ses matières préférées.

4.3.3. Consultation des matières (apprentissage) :

L'apprenant peut choisir l'une des matières existantes, ensuite il commence son apprentissage par la consultation des ressources pédagogiques (cours, exercice..) de cette matière ou par la consultation des exercices collaboratifs.

4.3.4. Collaboration :

Chaque apprenant a la possibilité d'envoyer et d'accepter des demandes de collaboration de la part des autres apprenants dans une matière où une tâche bien définie. A la fin de collaboration chaque apprenant donne une appréciation sur la collaboration sous forme de note à son partenaire.

4.3.5. Voir les recommandations :

Chaque apprenant a la possibilité de voir la liste des collaborateurs proposés par le système, ainsi leurs profils.

4.3.6. Evaluation :

Le système offre à l'apprenant la possibilité d'évaluer ses connaissances par lui-même durant le processus d'apprentissage sous forme d'exercices QCM à multiple choix (auto-évaluation), la note de la dernière évaluation sera gardée par le système.

4.3.7. Partager des documents :

Chaque apprenant a la possibilité de partager des cours et exercices avec ses pairs.

4.3.8. Communication :

Les outils de communication sont très intéressants pour permettre aux apprenants de communiquer entre eux. Deux types d'outils de communication ont été utilisés dans notre système : communication synchrones (discussions instantané) et communication asynchrone (E-mail) pour l'envoi et la réception des messages et les demandes de collaboration et d'aide.

4.4. Les fonctionnalités d'enseignant :

Chaque enseignant qui veut accéder à son espace, s'identifie par un e-mail et un mot de passe, puis il peut mettre à jour les cours qu'il a construits et les exercices qu'il a créé. Le système met à la disposition de l'enseignant un ensemble de fonctionnalités qui l'aide durant sa période d'enseignement.

4.4.1. Visualiser le profil :

Chaque enseignant à la possibilité de voir et modifier ses informations personnelles, aussi il peut consulter les profils des apprenants.

4.4.2. Gestion des documents :

Chaque enseignant à la possibilité d'élaborer, modifier et supprimer ses ressources pédagogiques. Aussi il peut créer les exercices d'apprentissage et de collaboration.

4.5. Les fonctionnalités d'administrateur :

L'administrateur est le responsable principale du système, via son espace, il peut suivre les apprenants, les enseignants et toutes les étapes du processus d'apprentissage.

Le système met à la dispositions de l'administrateur un ensemble de fonctionnalités qui l'aide dans son travail :

4.5.1. Gestion des comptes :

Cette fonctionnalité permet à l'administrateur d'activer (valider), ou supprimer les comptes des enseignants et des apprenants.

4.5.2. Gestion des documents :

Cette fonctionnalité permet à l'administrateur d'ajouter des nouvelles cours et exercice, elle permet aussi de modifier ou supprimer les matières existantes dans le système.

5. Le processus de recommandation :

Le système offre un outil de recommandation de bons collaborateurs pour les apprenants. Cet outil fournit des suggestions aux apprenants du système pour les aider à mener à bien leurs tâches. La notion de pertinence est basée sur le calcul de quelques paramètres de similarités et possibilités de collaboration entre les apprenants.

La recommandation est basée sur les critères suivants : le niveau cognitif des apprenants, leurs styles d'apprentissage, leurs intérêts (les modules préférer), et leurs collaborations antérieures (appréciations).

Par la suite nous allons détailler les paramètres de pertinences (critères) qui sont utilisés pour la recommandation :

5.1. Critère 1 : Profil cognitif

Le profil cognitif décrit l'évaluation de l'apprenant pour chaque matière. Après son inscription, l'apprenant passe un test cognitif dans différentes matières sous forme de QCM pour évaluer ses connaissances. Cette évaluation permet de classer les apprenants selon les résultats obtenus en trois classes :

- **Classe Faible** : contient les apprenants qui ont obtenu une note entre de 0 et 0.33. l'apprenant est considéré comme faible.
- **Classe Moyenne** : contient les apprenants qui ont obtenu une note entre de 0,34 et 0.67. l'apprenant est considéré comme moyen.
- **Classe Forte** : contient les apprenants qui ont obtenu une note entre de 0,68 et 1. l'apprenant est considéré comme fort.

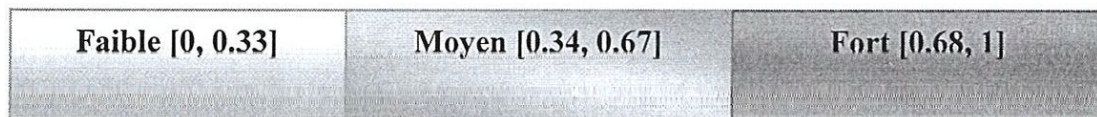


Figure 3.4 : Classification par niveau cognitif.

La formule utilisée pour calculer le profil cognitif PC_i d'un apprenant dans une matière i est :

$$PC_i = \frac{\text{Nombre de bonnes reponses}}{\text{Nombre total des questions}} \quad \dots (3.1)$$

La formule utilisée pour calculer le profil cognitif PC général de l'apprenant dans toutes les matières est :

$$PC = \frac{\sum_{i=1}^n PC_i}{N} \quad \dots (3.2)$$

Tel que :

N : est le nombre total des matières.

➤ Règle de similarité cognitive :

Pour pouvoir recommander l'apprenant y à l'apprenant x, y doit avoir un profil cognitif meilleur que celui de x et au même temps y est le plus proche de x. Pour recommander y à x on prend : $\text{Min}(PC_y - PC_x)$.

Le calcul de similarité cognitive (Sim_cog) entre les apprenants est illustré dans le tableau suivant :

Apprenant y	Faible	Moyen	Fort
Apprenant x			
Faible	$\text{Sim_cog}(x,y) = 0$	$\text{Sim_cog}(x,y) = 1$	$\text{Sim_cog}(x,y) = 1$
Moyen	$\text{Sim_cog}(x,y) = -1$	$\text{Sim_cog}(x,y) = 0$	$\text{Sim_cog}(x,y) = 1$
Fort	$\text{Sim_cog}(x,y) = -1$	$\text{Sim_cog}(x,y) = -1$	$\text{Sim_cog}(x,y) = 1$

Tableau 3.1: L'évaluation de similarité cognitive.

➤ Calcul de la similarité de profil cognitif des apprenants :

Pour calculer la similarité de profil cognitif, on utilise les règles suivantes :

- ✓ Si la $\text{Sim_cog}(x,y) = 0$ ou bien $\text{Sim_cog}(x,y) = -1$, alors la similarité entre les apprenants x et y est : $\text{Sim_PC}(x,y) = 0$,
- ✓ Si la $\text{Sim_cog}(x,y) = 1$, alors la similarité entre les apprenants est calculée comme suit :

$$\text{Sim_PC}(x,y) = \frac{1}{(PC(y) - PC(x)) * 10} \dots\dots (3.3) \quad [\text{MEHLE, 2014}]$$

Si $PC(y) - PC(x) = 0$ alors $\text{Sim_PC}(x,y) = 1$.

Le schéma ci-dessous présente l'organigramme qui encapsule le calcul de la similarité de profil cognitive des apprenants :

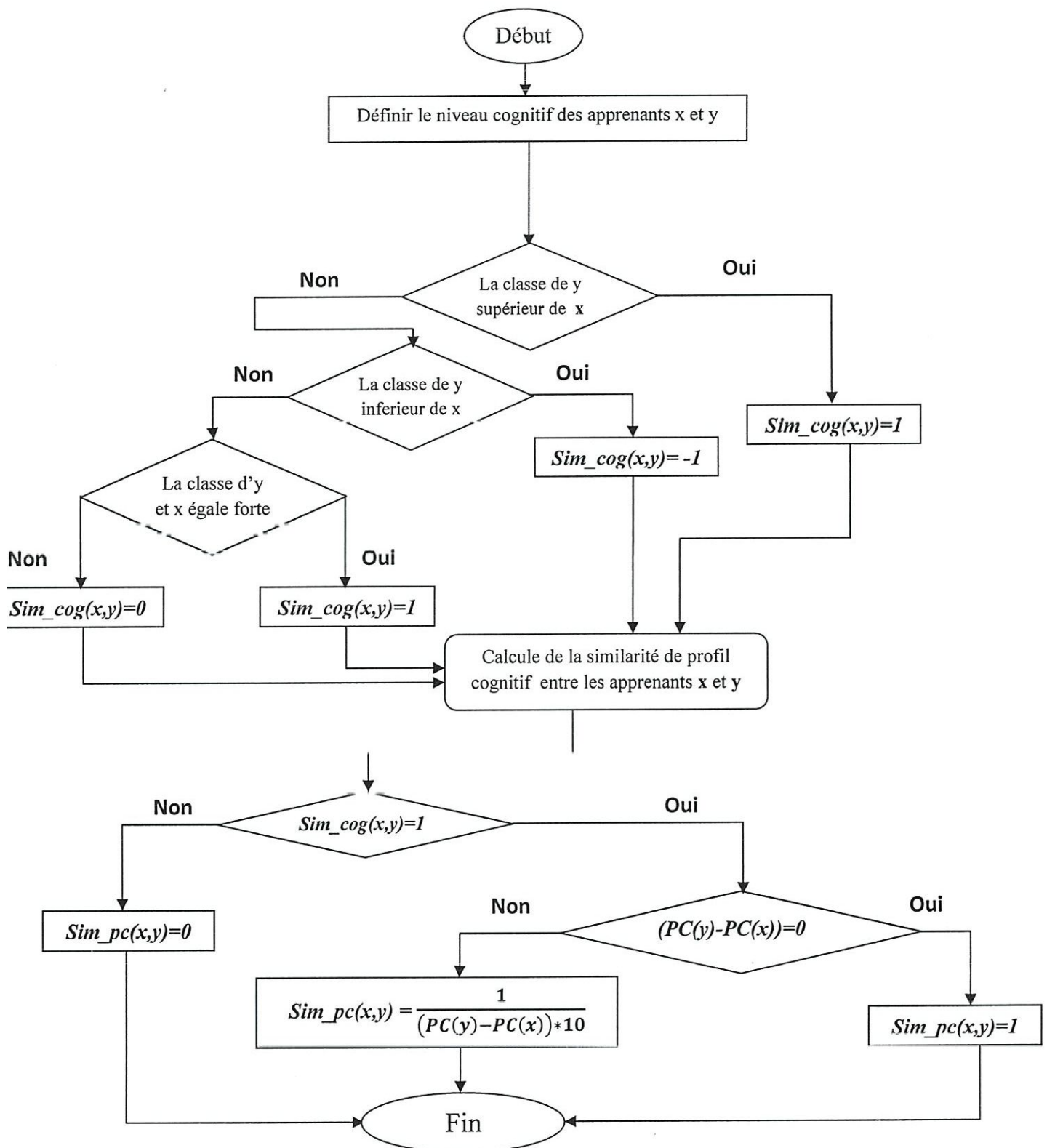


Figure 3.5 : Organigramme pour le calcul de la similarité de profil cognitif.

Tel que pour le bloc d'instruction, pour les commentaires

Pour les conditions.

5.2. Critère 2 : Style d'apprentissage

Dans cette partie, les apprenants doivent rependre à un test psychologique qui vise à extraire les styles d'apprentissage des apprenants d'après leurs résultats.

Par extension, le style d'apprentissage d'un individu, c'est son mode personnel de saisie et de traitement de l'information. En pratique, et en d'autres termes, le style d'apprentissage c'est donc la manière préférentielle d'aborder et de résoudre un problème [THER, 1994].

Pour définir les styles d'apprentissage des apprenants, on suivre une instrumentation précis, nous avons choisi l'instrument « *Index of Learning Styles* » (ILS) dont les bases ont été formulées par Felder et Silverman en 1988 ; l'outil qui en découle a été mis au point dans sa forme actuelle huit ans plus tard [SOLO, 1996].

Cet instrument est composé de 44 questions à choix forcé, 11 pour chacune des quatre dimensions comme la plupart des instruments de mesure dans ce domaine, il part d'échelles polaires. Ainsi, sur chaque dimension, le score est un chiffre impair entre -11 et +11 ; plus on s'éloigne de zéro, plus la préférence est forte (voir tableau). Puisqu'il s'agit d'une échelle polaire, l'un est forcément négatif et l'autre positif, mais cela ne signifie en rien que les scores positifs soient « meilleurs » : on pourrait très bien inverser les deux pôles sans incidence. De la même façon, un score proche de zéro reflète un équilibre entre les deux extrêmes, mais n'est pas forcément souhaitable : une préférence forte peut très bien convenir à certains métiers ou pour certaines tâches dans des contextes donnés. Par ailleurs, chaque individu est capable d'exhiber tous les traits dans différents contextes : il ne s'agit que de tendances et non pas d'absolus qui s'excluent, même avec un score élevé. Enfin, l'instrument ne mesure que les Préférences, non les aptitudes [BOUL, 2010] :

Echelle :	-11	-9	-7	-5	-3	-1	+1	+3	+5	+7	+9	+11
Préférence :	Fort		moyen		faible		Faible		moyen		Fort	

Tableau 3.2 : Echelle ILS [BOUL, 2010].

Les quatre dimensions sont les suivantes : « *Actif-Réflexif* », « *Sensoriel -Intuitif* », « *Visuel-Verbal* », « *Séquentiel-Global* ». Le tableau 2 présente très brièvement l'ensemble de ces dimensions.

Actif Apprend en expérimentant, travaille bien en groupe.	Réfléctif Apprend en réfléchissant, préfère travailler seul ou avec un seul partenaire habituel.
Sensoriel A une réflexion concrète, pratique, orientée vers les faits et les procédures.	Intuitif A une réflexion abstraite, novatrice, orientée vers les théories et les sens sous-jacents.
Visuel Préfère les représentations visuelles de nouvelles informations : images, schémas, graphiques...	Verbal Préfère les explications verbales- écrites ou orales.
Séquentiel A une réflexion linéaire, apprend de façon incrémentale étape par étape.	Global A une réflexion holistique, apprend soudainement à partir d'une vue d'ensemble.

Tableau 3.3 : Les quatre dimensions ILS [BOUL, 2010].

➤ **Règles de recommandation :**

Il est possible de recommander l'apprenant y a un autre apprenant s'ils ont le même style d'apprentissage, sauf si y est réfléctif, dans ce cas, on ne peut pas recommander y aux autres apprenants parce que le réfléctif préfère travailler seul ou avec un seul partenaire habituel.

Après avoir répondu aux questionnaires ILS, Le score obtenu est un nombre impair entre le -11 et +11.

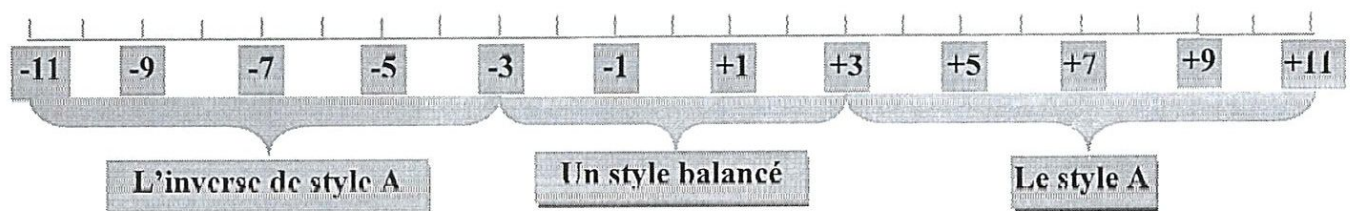


Figure 3.6 : Echelle pour définir le style d'apprentissage.

Pour chaque style d'apprentissage, on peut avoir trois valeurs possibles : 1, -1, ½.

- ✓ Si l'apprenant à un score qui appartient à l'intervalle [-11, -3], alors le style de l'apprenant est évalué par la valeur 0 (le style d'apprentissage est le symétrique du style A).
- ✓ Si l'apprenant à un score qui appartient à l'intervalle [3, 11], alors le style de l'apprenant est évalué par la valeur 1 (le style d'apprentissage A).
- ✓ Si l'apprenant à un score qui appartient à l'intervalle [-3, 3], alors il est balancé entre les deux styles. Cette balance est évaluée par la valeur 1/2.

La similarité entre les apprenants en fonction des styles d'apprentissage est calculée par la formule suivante :

$$Sim_SA1(x, y) = S_1(y) + \sum_{i=2}^4 S_i(x) * S_i(y) + \overline{S_i(x)} * \overline{S_i(y)} \quad \dots (3.4) \text{ [MEHE, 2014]}$$

Tel que :

Sim_SA1(x, y) : la similarité de style d'apprentissages entre x et y.

I : {i=1: *Actif-Réfléctif*, i=2 : *Sensoriel -Intuitif*, i=3: *Visuel-Verbal*, i=4: *Séquentiel-Global*}.

$S_i(x)$: C'est le style d'apprentissage i d'un apprenant x.

Pour obtenir une valeur normalisée dans l'intervalle [0 1], la valeur obtenue est divisée par 4 (le nombre de dimensions).

$$Sim_SA(x, y) = \frac{Sim_ST1(x, y)}{4} \quad \dots (3.5) \text{ [MEHE, 2014]}$$

5.3. Critère 3 : Les intérêts

Après son inscription, l'apprenant doit spécifier les matières qu'il préfère parmi une liste de modules proposés par le système. Ses préférences sont utilisées pour calculer la similarité entre les apprenants en fonction d'intérêts communs.

Le tableau suivant présente un exemple des préférences de deux apprenants x et y.

Modules	Module M ₁	Module M ₂	Module M ₃	Module M _k
Apprenant				
Apprenant x	Pr(x, M1) = 1	Pr(x, M2) = 0	Pr(x, M3) = 1	Pr(x, Mk) = 0
Apprenant y	Pr(y, M1)=0	Pr(y, M2)=0	Pr(x, M 3)=1	Pr(y, Mk)=0

Tableau 3.4 : Représentation des intérêts d'apprenant.

Pr(x, M1) = 1 si l'apprenant x a ajouté le module M₁ à la liste de ses préférences, sinon

Pr(x, M1) = 0. La formule utilisée pour calculer la similarité entre les intérêts est la suivante :

$$Sim_int(x, y) = \sum_{i=1}^n Pr(x) * Pr(y) \quad \dots (3.6) \quad [MEHE, 2014]$$

Tel que :

N : est le nombre de module.

Pour obtenir une valeur normalisée dans l'intervalle [0 1], *Sim_int(x, y)* est divisée par le nombre total de modules :

$$Sim_itr(x, y) = Sim_int(x, y)/k \quad \dots (3.7) \quad [MEHE, 2014]$$

Tel que :

K : est le nombre total de modules choisis par l'apprenant x.

Le schéma ci-dessous montre la séquence des étapes pour le calcul de la similarité d'intérêts entre les apprenants :

5.4. Critère 4 : Les collaborations antérieures

La possibilité de collaborations futures entre les apprenants est calculée à base des appréciations données par ces derniers à leurs pairs durant les collaborations antérieures pendant la phase d'apprentissage.

Chaque apprenant peut envoyer une demande de collaboration à un autre apprenant dans un module précis. Après l'acceptation de la demande par le récepteur, ces deux derniers peuvent commencer la collaboration. A la fin de cette collaboration, chacun des deux collaborateurs donnent une appréciation à l'autre sous forme de note entre 0 et 10.

Les collaborations effectuées sont modélisées par un graphe orienté. Chaque apprenant est représenté par un nœud. Un arc représente une collaboration entre deux apprenants dans une matière bien définie. Chaque arc de x vers y est évalué par une note qui présente l'appréciation donné par x à y.

Les appréciations entre les apprenants peuvent être modélisées par le graphe suivant :

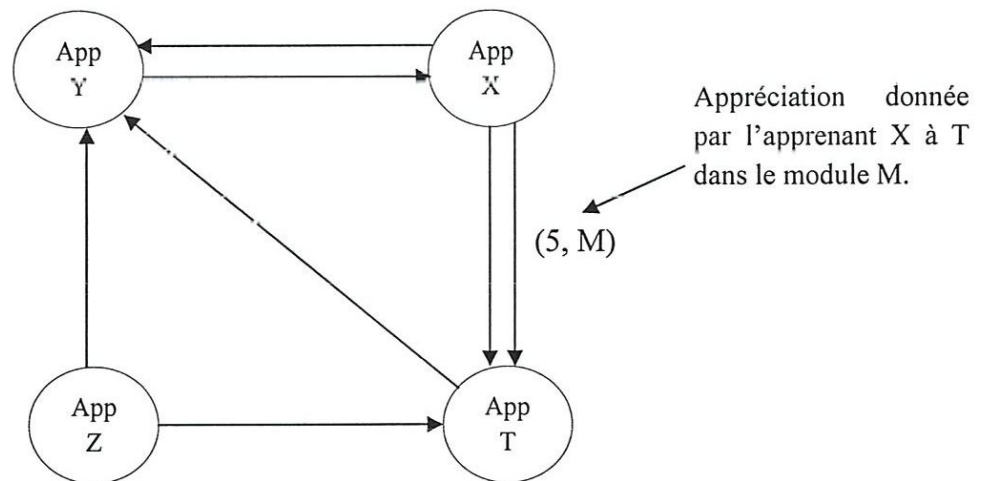


Figure 3.7 : Graphe de collaboration.

La formule utilisée pour calculer la possibilité de collaborations est la suivante :

$$poss_c(x, y) = \frac{(\sum_{i=1}^n U_i^+(ap,y)) - U^+(x,y)}{(d^+ y) - 1} + U^+(x, y) \quad \dots (3.8) \quad [MEHE, 2014]$$

Tel que :

- ✓ $U^+(x, y)$: appréciation donné par x a y.
- ✓ $(d^+ y)$: nombre de l'appréciation donnée à y.
- ✓ $U_i^+(ap, y)$: appréciation donné par un apprenant ap a y.

Pour obtenir une valeur normalisée dans l'intervalle [0 1], la valeur obtenue est divisée par 20 (le nombre de dimensions).

$$poss_col(x, y) = \frac{poss_c(x, y)}{20} \dots (3.9) \text{ [MEHE, 2014]}$$

Le schéma au-dessous montre Organigramme pour le calcul de la possibilité de collaboration :

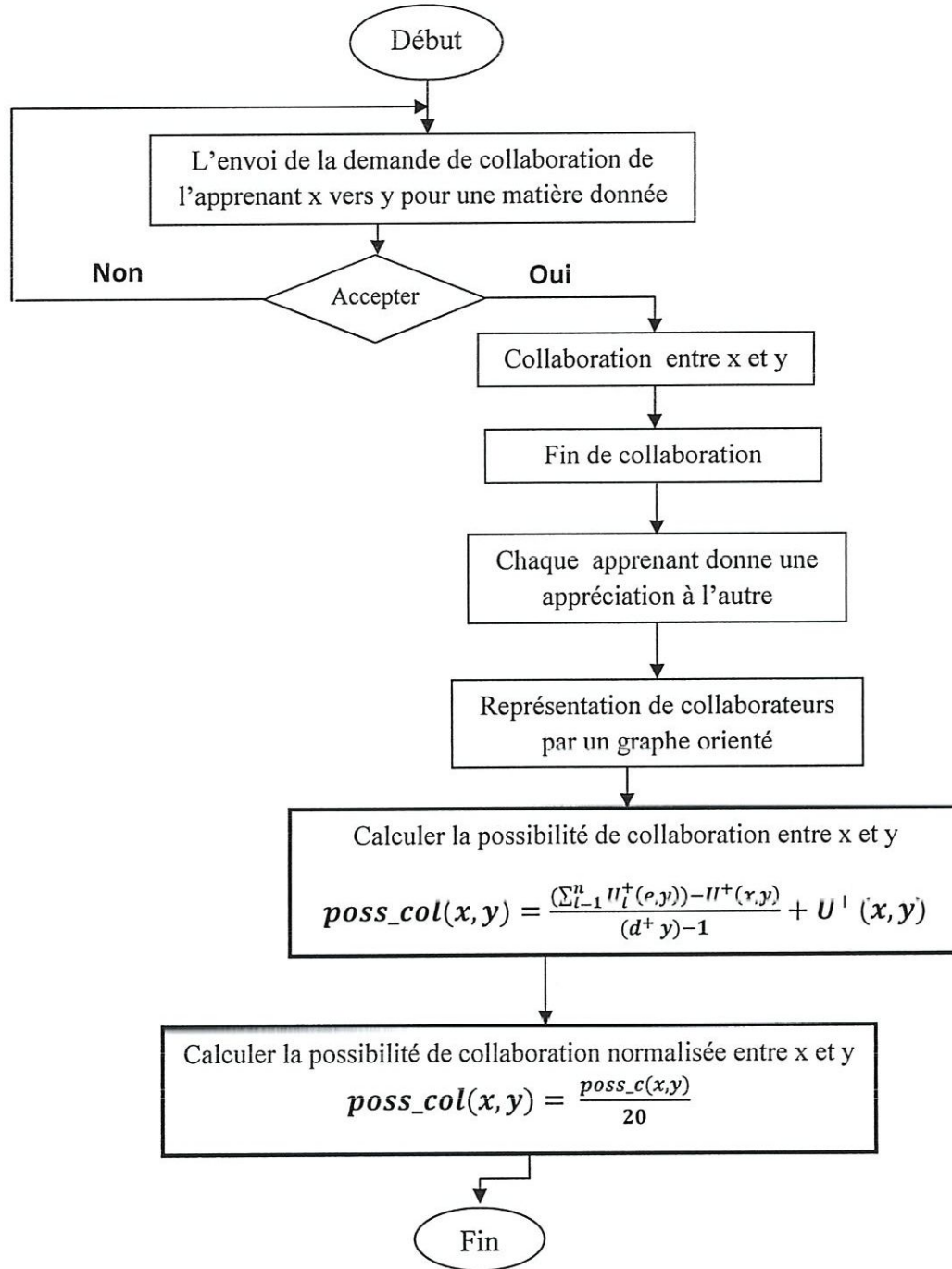


Figure 3.8 : Organigramme pour le calcul de la possibilité de collaboration.

La recommandation générale est calculée par la formule (3.10). Cette formule prend en considération toutes les mesures de similarités calculées précédemment.

$$Rec(x,y) = Sim_{PC}(x,y) + Sim_{SA}(x,y) + Sim_{itr}(x,y) + Poss_{coll}(x,y) \dots (3.10) [MEHE, 2014]$$

Le schéma suivant illustre les quatre critères utilisés pour la recommandation :

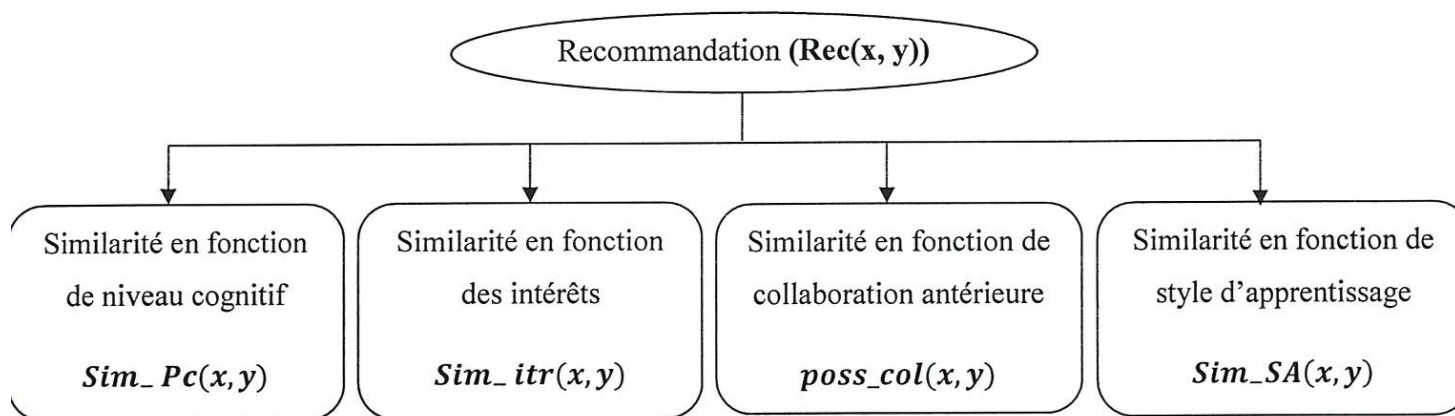


Figure 3.9: Les critères de recommandation.

6. La structure des données :

La base de données est un support très important pour la sauvegarde et l'enregistrement de toutes les informations et les données de notre système (les informations concernant les différents acteurs du système, documents, les informations des communications...etc.).

6.1. Le dictionnaire de données :

Le dictionnaire de données sert à décrire les champs contenus dans la base de données en spécifiant leurs types, il est illustré dans le tableau suivant :

N°	Désignation	Code	Type
01	Identificateur de l'apprenant	IDapp	Numérique
02	Nom de l'apprenant	Nomapp	Texte
03	Prénom de l'apprenant	Prenomapp	Texte
04	Adresse e-mail de l'apprenant	Emailapp	Texte
05	Mots de passe de l'apprenant	MotPassapp	Texte
06	Proposition de l'apprenant	Propapp	Texte
07	Image de l'apprenant	Imagapp	Texte
08	Identifiant de l'enseignant	IDens	Numérique
09	Nom de l'enseignant	Nomens	Texte
10	Prénom de l'enseignant	Prenomens	Texte
11	Adresse e-mail de l'enseignant	Emailens	Texte
12	Mot de passe de l'enseignant	MotPassens	Texte

13	Proposition de l'enseignant	Propens	Texte
14	Image de l'apprenant	Imagens	Texte
15	Identifiant de document	IDdoc	Numérique
16	Nom de document	NomDoc	Texte
17	Catégorie de document	CatDoc	Texte
18	lien de document	LienDoc	Texte
19	Date de dépôt de document	DateDép	Date
20	Identifiant de la demande de collaboration	IDdemCol	Numérique
21	Date de début de collaboration	DatDemCol	Date
22	Date de la fin de collaboration	DatFinCol	Date
23	Confirmation du début de collaboration	ConDem	Numérique
24	Le module de collaboration	ModCol	Texte
25	Designation de collaboration	DesCol	Texte
26	Confirmation de la fin de collaboration	ConFin	Date
27	Appréciation donné par l'expéditeur de la demande	ApprExp	Numérique
28	Appréciation donné par destinataire de la demande	ApprDes	Numérique
29	Identifiant module	IDmod	Numérique
30	Nom de module	NomMod	Texte
31	Identifiant de test	IDtest	Numérique
32	Designation du test	DesTest	Texte
33	Date du test	DatTest	Date
34	La note de test cognitif pour système d'exploitation	NotSe	Numérique
35	La note de test cognitif pour base de données	NotBdd	Numérique
36	La note de test cognitif pour structure machine	NotStruc	Numérique
37	La note de test cognitif pour réseaux	NotRes	Numérique
38	La note générale de test cognitif (moyenne)	NotGen	Numérique
39	Le style d'apprentissage (Actif/Réflexif)	StyleAct	Texte
40	Le style d'apprentissage (Sensoriel/Intuitif)	StyleSens	Texte
41	Le style d'apprentissage (Visuel/Verbal)	StyleVis	Texte
42	Le style d'apprentissage (Séquentiel/Global)	StyleSeq	Texte
43	Le niveau cognitif pour système d'exploitation	Niv_CogSe	Numérique
44	Le niveau cognitif pour base de données	Niv_CogBdd	Numérique
45	Le niveau cognitif pour structure machine	Niv_CogStruc	Numérique
46	Le niveau cognitif pour réseaux	Niv_CogRes	Numérique
47	Le niveau cognitif général	Niv_CogG	Numérique
48	La date d'évaluation	DatEv	Date
49	Identifiant de message	IDmess	Texte
50	Date d'envoi du message	DatEnvMess	Texte
51	Date de vue du message	DatVueMess	Numerique
52	Sujet du message	SujetMess	Texte
53	Contenu du message	ContMess	Texte
54	Heure d'envoi du message	HeurEnvMess	Heur
55	Heure de vue du message	HeuVueMess	Heur
56	Identifiant de la demande d'amitié	IDdemAmi	Numérique
57	Date d'envoi la demande d'amitié	DatEnvDa	Date
58	Date de voir la demande d'amitié	DatVueDa	Date
59	Date d'acceptation de la demande d'amitié	DatAccDa	Date
60	Date de partage	DatePart	Date

61	Confirmation de la demande d'amitié	ConDa	Numérique
62	Date de consultation	DatCon	Date

Tableau 3.5 : Le dictionnaire des données.

6.2. MCD (modèle conceptuel de données) :

Le modèle conceptuel de données (MCD) a pour but d'écrire de façon formelle les données qui seront utilisées par le système. Il s'agit donc d'une représentation des données, facilement compréhensible.

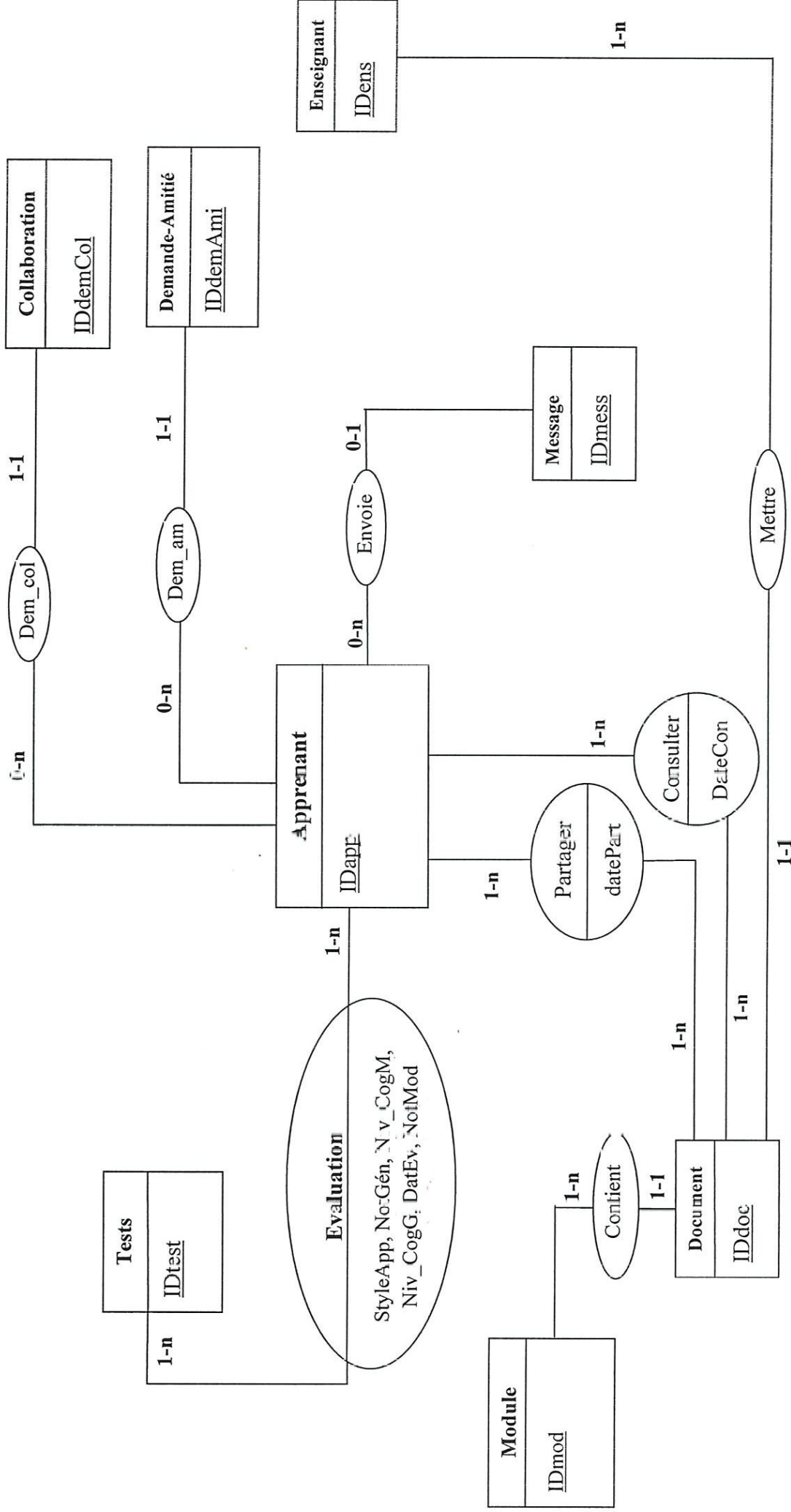


Figure 3.10 : Le modèle conceptuel des données (MCD).

6.3. La table des entités :

Code de la table	Désignation de la table	Les attributs de la table	L'identifiant de la table
enseignant	Enseignant	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IDens ➤ Nomens ➤ Prenomens ➤ Emailens ➤ MotPassens ➤ Propens ➤ Imageens 	<u>IDens</u>
Etd	Apprenant	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IDapp ➤ Nomapp ➤ Prenomapp ➤ Emailapp ➤ MotPassapp ➤ Propapp ➤ Imagapp 	<u>IDapp</u>
Msg	Message	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IDmess ➤ DatEnvMess ➤ DatVueMess ➤ SujetMess ➤ HeurVueMess ➤ HeurEnvMess ➤ ContMess 	<u>IDmess</u>
Cati	Module	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IDmod ➤ NomMod 	<u>IDmod</u>
cours	Document	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IDdoc ➤ NomDoc ➤ CatDoc ➤ DateDép ➤ LienDoc 	<u>IDdoc</u>
Test	Test	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IDtest ➤ DesTest ➤ DatTest 	<u>IDtest</u>
colla	Collaboration	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IDdemCol ➤ ConDem ➤ DesCol ➤ DatDebCol 	<u>IDdem</u>

		<ul style="list-style-type: none"> ➤ ApprDes ➤ ApprExp 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DatFinCol ➤ ModCol ➤ ConFin 	
Dem	Demande-Amitié	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IDdemAmi ➤ DatEnvDa ➤ DatVueDa 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ConDa ➤ DatAccDa 	<u><i>IDdemAmi</i></u>

Tableau 3.6 : La table des entités.

6.4. La table des relations :

N°	Relation	Dimension	Collection	Cardinalité	Attributs
01	Envoie1	2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Apprenant</i> ✓ <i>Message</i> 	<ul style="list-style-type: none"> 0.n 1.1 	-
02	Reçoit1	2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Apprenant</i> ✓ <i>Message</i> 	<ul style="list-style-type: none"> 0.n 1.1 	-
03	Envoie2	2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Enseignant</i> ✓ <i>Message</i> 	<ul style="list-style-type: none"> 0.n 1.1 	-
04	Reçoit2	2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Enseignant</i> ✓ <i>Message</i> 	<ul style="list-style-type: none"> 0.n 1.1 	-
05	Envoie3	2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Apprenant</i> ✓ <i>Demande-Amitié</i> 	<ul style="list-style-type: none"> 0.n 1.1 	-
06	Accepte2	2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Apprenant</i> ✓ <i>Demande-Amitié</i> 	<ul style="list-style-type: none"> 0.n 1.1 	-
07	Envoie4	2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Apprenant</i> ✓ <i>Collaboration</i> 	<ul style="list-style-type: none"> 0.n 1.1 	-
08	Accepte1	2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Apprenant</i> ✓ <i>Collaboration</i> 	<ul style="list-style-type: none"> 0.n 1.1 	-
09	Consulter	2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Apprenant</i> ✓ <i>Document</i> 	<ul style="list-style-type: none"> 1.n 1.1 	DateCon

10	Contient	2	✓ <i>Modules</i> ✓ <i>Document</i>	1.n 1.1	-
11	Mettre	2	✓ <i>Enseignant</i> ✓ <i>Document</i>	1.n 1.1	-
12	Intéresser par	2	✓ <i>Apprenant</i> ✓ <i>Modules</i>	1.n 1.n	-
13	Evaluation	2	✓ <i>Apprenant</i> ✓ <i>Tests</i>	1.n 1.n	NotSe, NotBdd, NotStruc, NotRes, NotGén, StyleAct, StyleSens, StyleVis, StyleSeq, Niv_CogSe, Niv_CogBdd, Niv_CogStruc, Niv_CogRes, Niv_CogG, DatEv
14	Partager		✓ <i>Apprenant</i> ✓ <i>Document</i>	1.n 1.n	DatePart

Tableau 3.7 : La table des relations.

6.5. Le modèle logique des données (MLD relationnel) :

- ✓ **Enseignant** (IDens, Nomens, Prenomens, Emailens, Propens, MotPassens, Imageens) ;
- ✓ **Apprenant** (IDapp, Nomapp, Prenomapp, Emailapp, MotPassapp, Propapp, Imagapp) ;
- ✓ **Message** (IDmess, #IDapp, #IDens, DatEnvMess, DatVueMess, SujetMess, HeurEnvMess, HeurVueMess, ContMess) ;
- ✓ **Collaboration** (IDdemCol, #IDapp, ConDem, ApprDes, ApprExp, DesCol, DatDebCol, DatFinCol, ModCol, ConFin) ;

- ✓ **Module** (IDmod, NomMod) ;
- ✓ **Document** (IDdoc, #IDmod, NomDoc, CatDoc, DateDép, lienDoc) ;
- ✓ **Test** (IDtest, DesTest, DatTest) ;
- ✓ **Demande-Amitié** (IDdemAmi, #IDapp, DatEnvDa, DatAccDa, DatVueDa, ConDa) ;
- ✓ **Evaluation** (IDapp, IDtest, NotSe, NotBdd, NotStruc, NotRes, NotGén, StyleAct, StyleSens, StyleVis, StyleSeq, Niv_CogSe, Niv_CogBdd, Niv_CogStruc, Niv_CogRes, Niv_CogG, DatEv) ;
- ✓ **Consulter** (IDapp, IDdoc, DateCon) ;
- ✓ **Partager** (IDapp, IDdoc, DatePart) ;
- ✓ **Intéresser par** (IDmod, IDapp).

7. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'architecture générale de notre système et les fonctionnalités offertes aux trois acteurs du système (apprenant, enseignant, administrateur).

Un outil de recommandation de collaborateurs pertinents a été conçu. La pertinence est basée sur un ensemble de critères qui ont été présentés.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter les outils utilisés pour la mise en œuvre du système ainsi les principes de l'implémentation.

Chapitre 04 :
Implémentation du Système

1. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter la mise en application des différents concepts présentés dans le chapitre précédent. La première partie de ce chapitre présente les outils que nous avons utilisés pour développer notre système. Une deuxième partie illustre les différentes interfaces et fonctionnalités offertes aux principaux acteurs du système (apprenant, enseignant, administrateur). Nous terminons ce chapitre par une petite expérimentation qui a été menée pour tester l'efficacité de la méthode de recommandation proposée.

2. Les outils de développement:

Pour la réalisation et l'implémentation de notre système *SRC* (système de recherche de collaborateurs), nous avons exploité un ensemble d'outils logiciels que nous allons présenter dans ce qui suit :

2.1. EasyPHP :

C'est un environnement de développement Web comprenant deux serveurs (un serveur web Apache et un serveur de bases de données MySQL), il comprenant aussi un interpréteur de script (PHP), ainsi une administration SQL (phpMyAdmin). Cette Plateforme permet de faire fonctionner localement sans se connecter à un serveur externe (fonctionner en local un site Internet développé en PHP). Il dispose d'une interface d'administration permettant de gérer les alias (dossiers virtuels disponibles sous Apache), et le démarrage/arrêt des serveurs. EasyPHP est gratuit et s'installe comme une application même si ce n'est pas une application [BOUM, 2013].

2.2. Serveur Web Apache :

Le logiciel Apache est un serveur HTTP en Open Source utilisé principalement sur les hébergements Internet en Linux, bien qu'il soit également utilisable en Windows (concurrent de Internet Information Service - IIS), Unix ou OS X. C'est actuellement le plus utilisé sur le WEB. Différentes fonctionnalités sont implantées comme la possibilité d'utiliser un seul serveur Internet pour héberger plusieurs sites, l'utilisation des langages interprétés Perl, PHP et Python, sauvegarde des accès dans un fichier log (statistiques), *htaccess* pour la protection des répertoires et l'URL-Rewriting, via différents modules complémentaires, ils acceptent

d'autres fonctionnalités comme le langage ASP, la création directe de pages HTML, ...[Lien9].

2.3. MySQL :

MySQL est le Système de Gestion de Bases de Données Relationnel (SGBDR) le plus utilisé dans le monde, fonctionnant sous Linux et Windows. Depuis la version 3.23.19, MySQL est sous Licence GPL (aussi bien sous Linux que Windows), ce qui signifie qu'il peut être utilisé gratuitement. Il s'agit d'un système capable de stocker des données de façon structurées et non redondantes, et permettant aussi la gestion de l'accès à ces données via une interface (principalement à l'aide du langage SQL)[Lien10].

2.3.1. Les langages script :

Un langage de script est un langage de programmation interprété. Les scripts sont stockés dans des fichiers textes. De nombreux langages de script existent bash, sh, PHP, Perl, Python, Ruby... Nous nous intéresserons plus particulièrement au langage de script utilisé dans le monde d'internet (perl, python et php)[Lien11].

2.3.2. Java Script :

JavaScript est avant tout un langage de script. Cela signifie qu'il est conçu pour être utilisé avec très peu de contraintes et une grande agilité : syntaxe minimaliste et plus flexible, typage dynamique, exécution interprétée, etc. Et avec nombreuses possibilités avancées, qui ouvrent les vannes à un véritable torrent de fonctionnalités puissantes, sont souvent mal connus des développeurs Web. Il a été contrairement à PHP, le Java Script s'exécute au niveau du client par le navigateur, il est supporté maintenant par la plupart des navigateurs. Et pourtant, le langage offre de quoi mettre sur pied des bibliothèques comme jQuery (à voir dans les pages suivantes), qui rendent l'utilisation de JavaScript vraiment agréable [CHRI, 2007].

2.4. CSS: Cascading Style Sheets

CSS ou Cascading Style Sheets (Feuilles de Style en Cascade) est un langage dont la fonction est de définir la mise en forme des documents web HTML, XHTML ou même XML. Il permet d'écrire simplement des règles définissant l'aspect d'un document; il permet, entre autre, de définir les polices, les couleurs, les dimensions et le positionnement à appliquer aux différents éléments constituant le document[Lien12].

2.5. Dreamweaver :

Dreamweaver est un éditeur de site webWYSIWYG pour Microsoft Windows, et Mac OS X créé en 1997, commercialisé par Macromedia puis Adobe System sous licence utilisateur final. Il offre deux modes de conception par son menu affichage. L'utilisateur peut choisir entre un mode création permettant d'effectuer la mise en page directement à l'aide d'outils simples, comparables à un logiciel de traitement de texte (insertion de tableau, d'image, etc.). Il est également possible d'afficher et de modifier directement le code (HTML ou autre) qui compose la page. On peut passer très facilement d'un mode d'affichage à l'autre, ou opter pour un affichage mixte. Cette dernière option est particulièrement intéressante pour les débutants qui, à terme, souhaitent se familiariser avec le langage HTML [Licn13].

2.6.JQuery :

jQuery est une bibliothèque JavaScript riche en fonctionnalités. Cela rend les choses comme document HTML traversées et la manipulation, la gestion des événements, l'animation et Ajax beaucoup plus simple avec une API facile à utiliser qui fonctionne sur une multitude de navigateurs. Avec une combinaison de polyvalence et d'extensibilité, jQuery a changé la façon dont des millions de gens écrivent JavaScript[Lien 14]

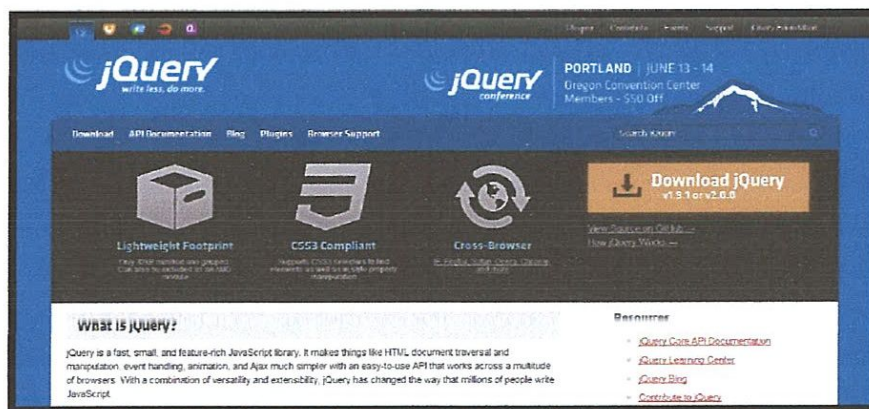


Figure 4.1 : La page d'accueil de site de jQuery.

3. Présentation du système(Interfaces et fonctionnalités):

Dans cette partie nous allons donner un scénario d'utilisation des différentes fonctionnalités de notre système.

3.1. Fenêtre principale (Page d'accueil) :

Le système SRC est composé de trois espaces : espace apprenant, espace enseignant, espace administrateur. La figure 4.2 présente la page d'accueil de ce système.

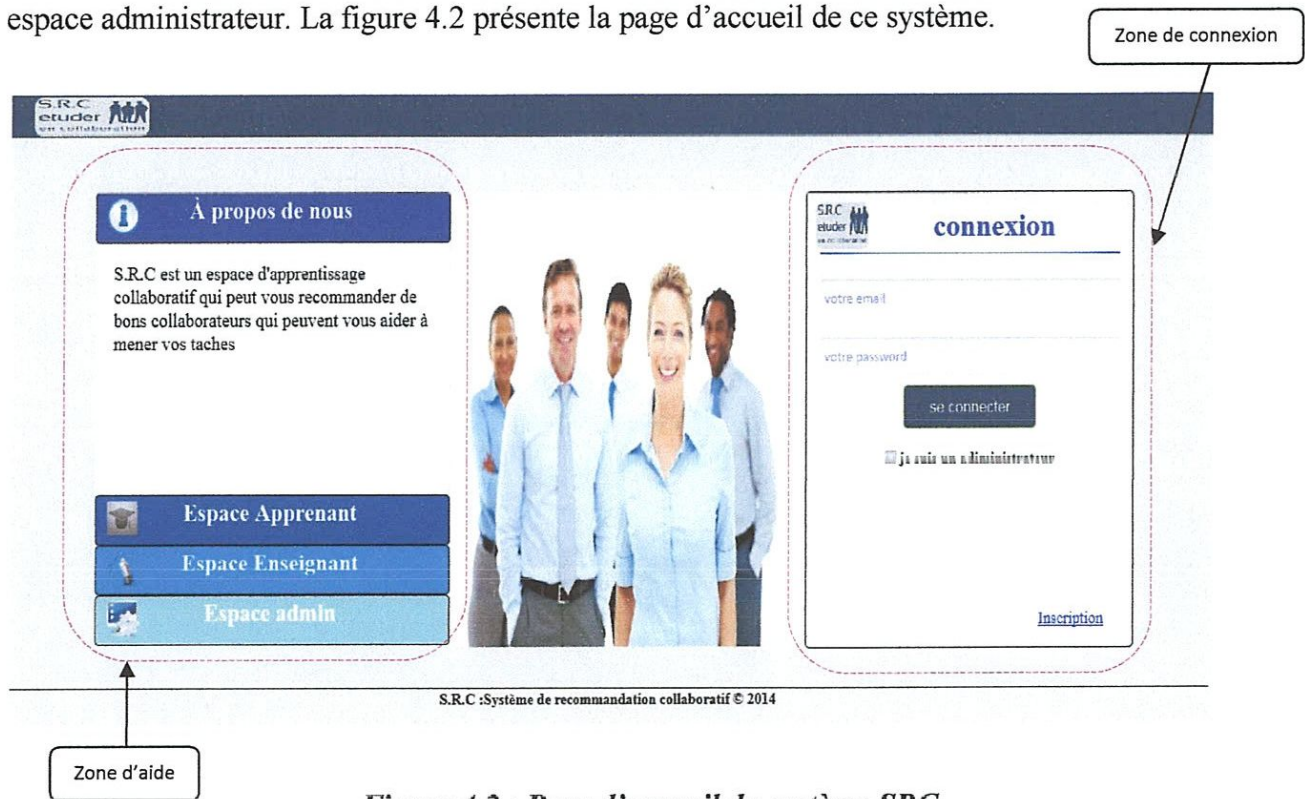


Figure 4.2 : Page d'accueil du système SRC.

Avant d'accéder à l'un de ces trois espaces, l'utilisateur devrait faire une inscription en remplissant un formulaire concernant ces informations personnelles. La figure 4.3 illustre la page d'inscription.

The image shows a web form titled "Inscription" for the SRC (Service de Recherche Collaborative). The form is enclosed in a light blue border. At the top left is the SRC logo with the text "SRC etude en collaboration". The title "Inscription" is centered at the top. Below the title are several input fields: "Nom" (with placeholder "Votre nom"), "Prénom" (with placeholder "Votre prénom"), "Email" (with placeholder "Votre email"), "Mot de passe" (with placeholder "Votre Mot de passe"), and "confirmation de Mot de passe". Below these is a dropdown menu for "je suis" with "etudiant" selected. There is also a "a propos de moi" field. At the bottom center is a dark blue "submit" button. At the bottom right is a blue link: "Retournez a la page d'inscription".

Figure 4.3 : Formulaire d’inscription au système SRC.

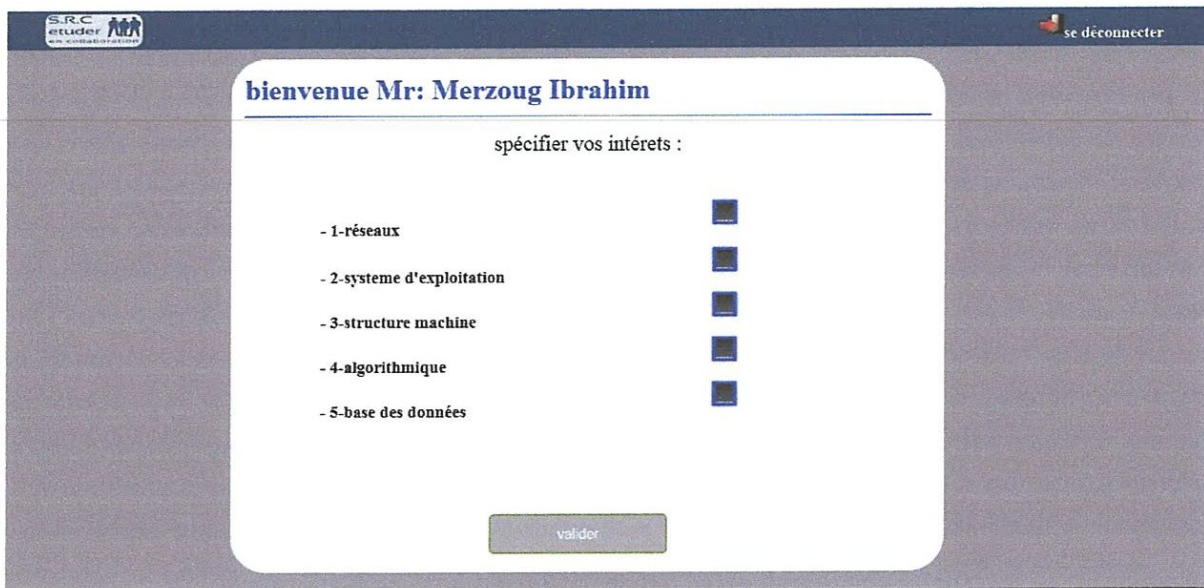
Dès que l'utilisateur est inscrit dans le système, il peut accéder à son espace via le bouton « *connexion* ». L'accès se fait par la saisie d'un identifiant (adresse e-mail) et un mot de passe.

3.2. L'interface apprenant :

3.2.1. Initialisation du profil apprenant :

✓ **L'interface du choix d'intérêts:**

Dès le son premier accès au système, l'apprenant devrait choisir ses matières préférées parmiune liste de matières proposées par le système.



S.R.C
etuder
en collaboration

se déconnecter

bienvenue Mr: Merzoug Ibrahim

spécifier vos intérêts :

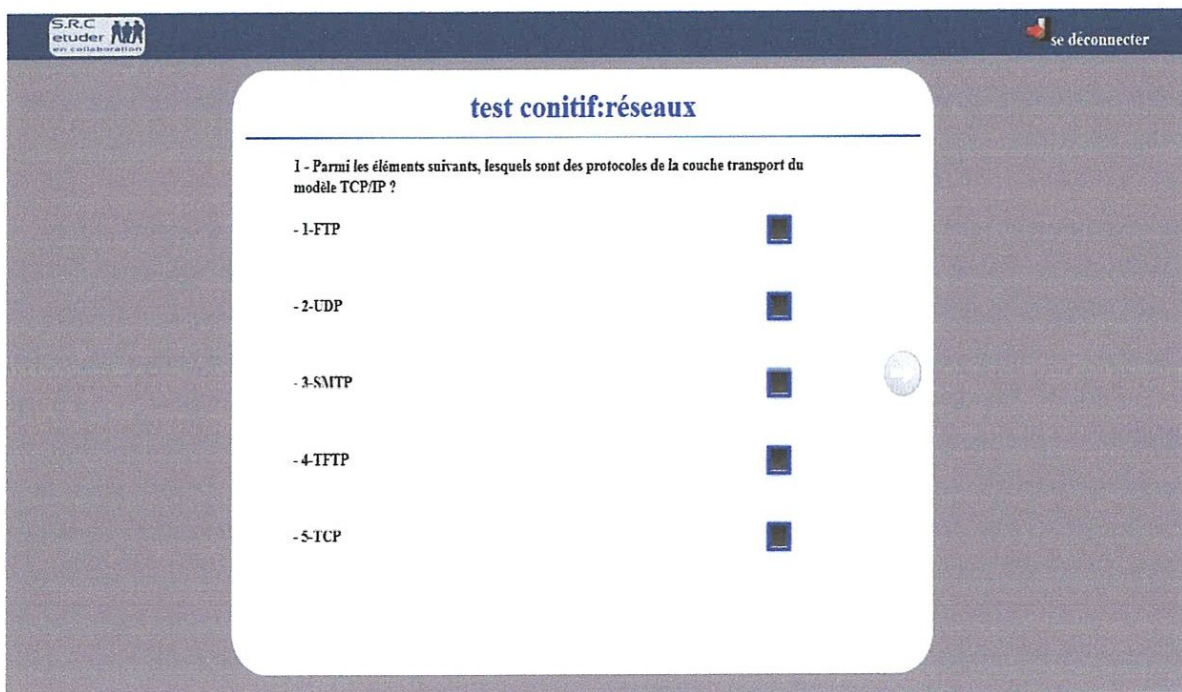
- 1-réseaux
- 2-systeme d'exploitation
- 3-structure machine
- 4-algorithmique
- 5-base des données

valider

Figure 4.4: Identification d'intérêts.

✓ Interface : initialisation du profil cognitif

Cette interface permet à l'apprenant d'initialiser son profil cognitif. Pour ce faire l'apprenant doit passer un test sous forme QCM (question à multiples choix) dans quelques matières. La figure suivante présente une des pages pour la matière réseau.



S.R.C
etuder
en collaboration

se déconnecter

test conitif:réseaux

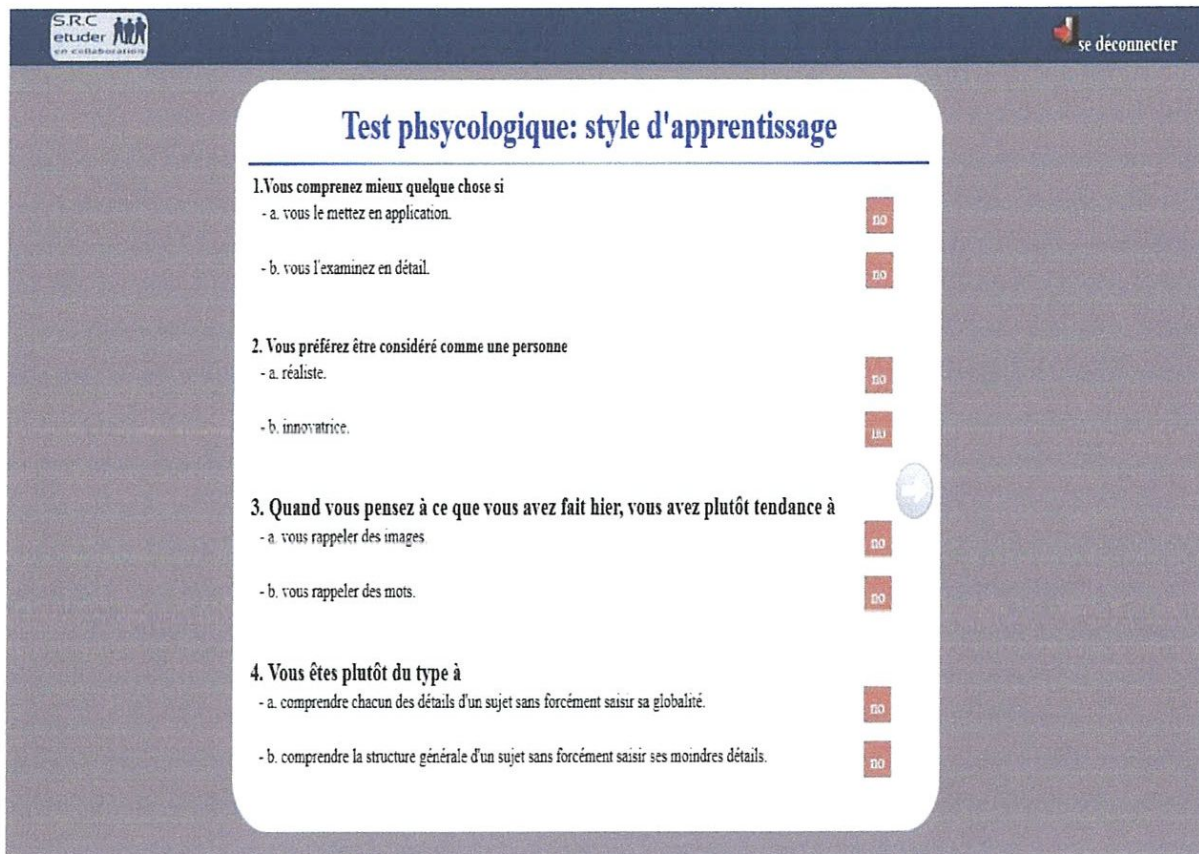
1 - Parmi les éléments suivants, lesquels sont des protocoles de la couche transport du modèle TCP/IP ?

- 1-FTP
- 2-UDP
- 3-SMTP
- 4-TFTP
- 5-TCP

Figure 4.5: Exemple d'un QCM pour le test cognitif.

✓ Interface : style d'apprentissage :

Cette interface contient permet aux apprenants de remplir un questionnaire sur leurs styles d'apprentissage selon le modèle de Filder-Silvman [SOLO, 1996], et sur la base de leurs réponses un style bien défini pour chaque dimension ; précédemment cités ; sera attribué à chaque apprenant.



The screenshot shows a web interface for a psychological test. At the top left is the logo for 'SRC étudier en collaboration' and at the top right is a 'se déconnecter' link. The main content area is titled 'Test psychologique: style d'apprentissage'. It contains four numbered questions, each with two options (a and b) and a corresponding 'oui' or 'non' button.

Question	Option	Response
1. Vous comprenez mieux quelque chose si	- a. vous le mettez en application.	non
	- b. vous l'examinez en détail.	non
2. Vous préférez être considéré comme une personne	- a. réaliste.	non
	- b. innovatrice.	oui
3. Quand vous pensez à ce que vous avez fait hier, vous avez plutôt tendance à	- a. vous rappeler des images	non
	- b. vous rappeler des mots.	non
4. Vous êtes plutôt du type à	- a. comprendre chacun des détails d'un sujet sans forcément saisir sa globalité.	non
	- b. comprendre la structure générale d'un sujet sans forcément saisir ses moindres détails.	non

Figure 4.6: QCM concernant le style d'apprentissage.

3.2.2. Création de profil apprenant:

Dès que l'apprenant termine son inscription au système. La page (figure 4.7) s'affiche. Cette fenêtre représente la page principale de l'apprenant, il peut accéder à toutes ses fonctionnalités à travers cette page.

- ✓ Sur cette page, le système recommande à l'apprenant un ensemble de collaborateurs classés selon la similarité calculé (formule 3.9). L'apprenant peut choisir une matière

bien définie, et le système lui suggère une nouvelle liste de recommandation selon la matière choisie.

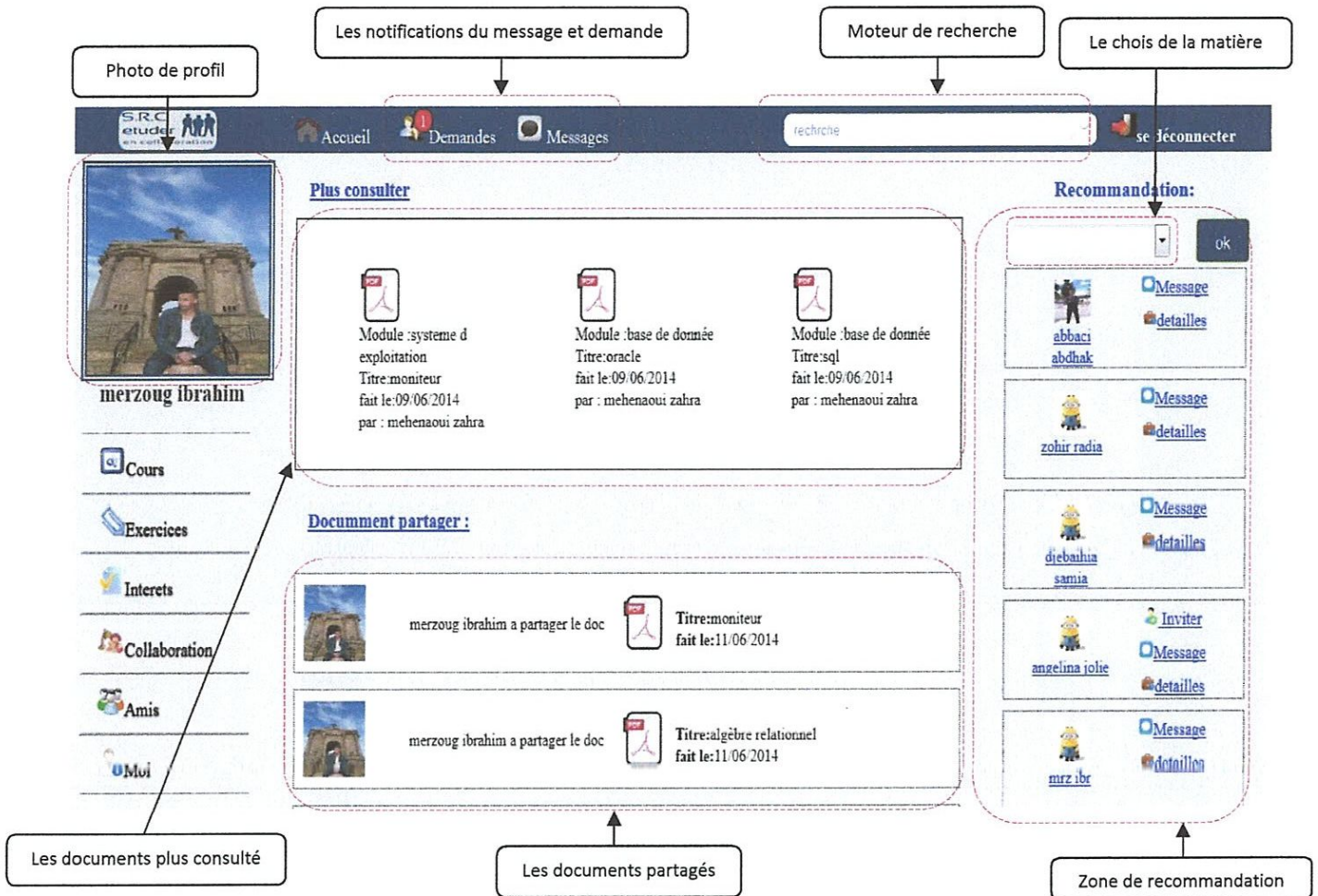


Figure 4.7 : L'interface de profil apprenant.

Pour chaque collaborateur recommandé, l'apprenant peut consulter son profil, lui envoyé un message ou une invitation. L'apprenant peut voir le détail du profil de collaborateurs recommandés, leurs profil cognitif, leurs styles d'apprentissage ainsi que les appréciations moyennes données à ces collaborateurs par les utilisateurs du système.

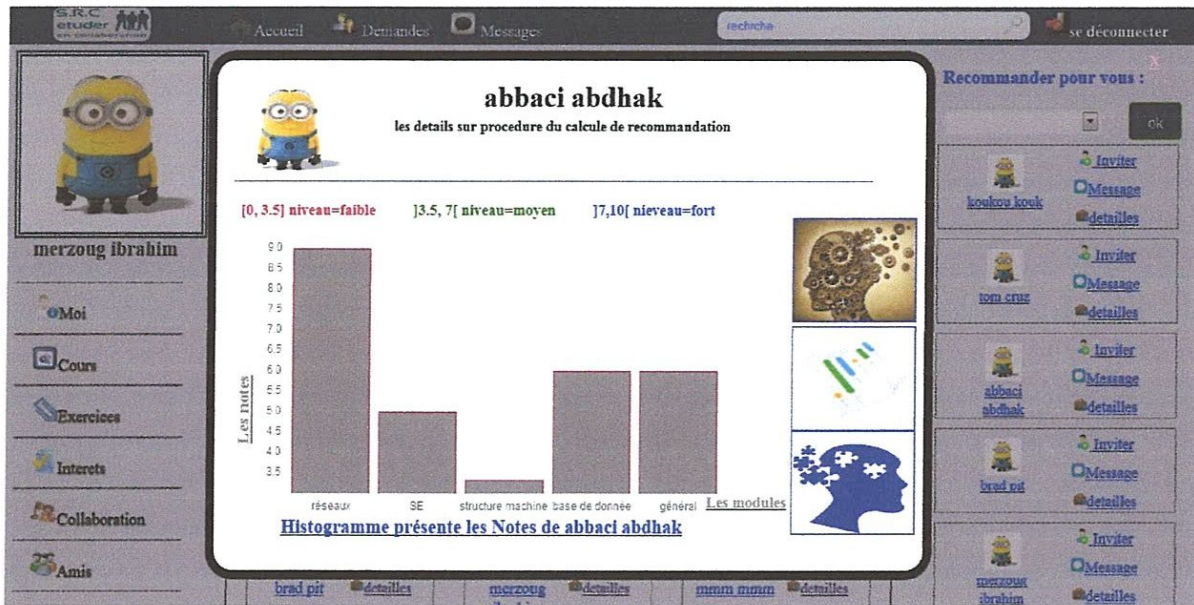


Figure 4.8 : Histogramme du niveau cognitif d'un collaborateur recommandé.

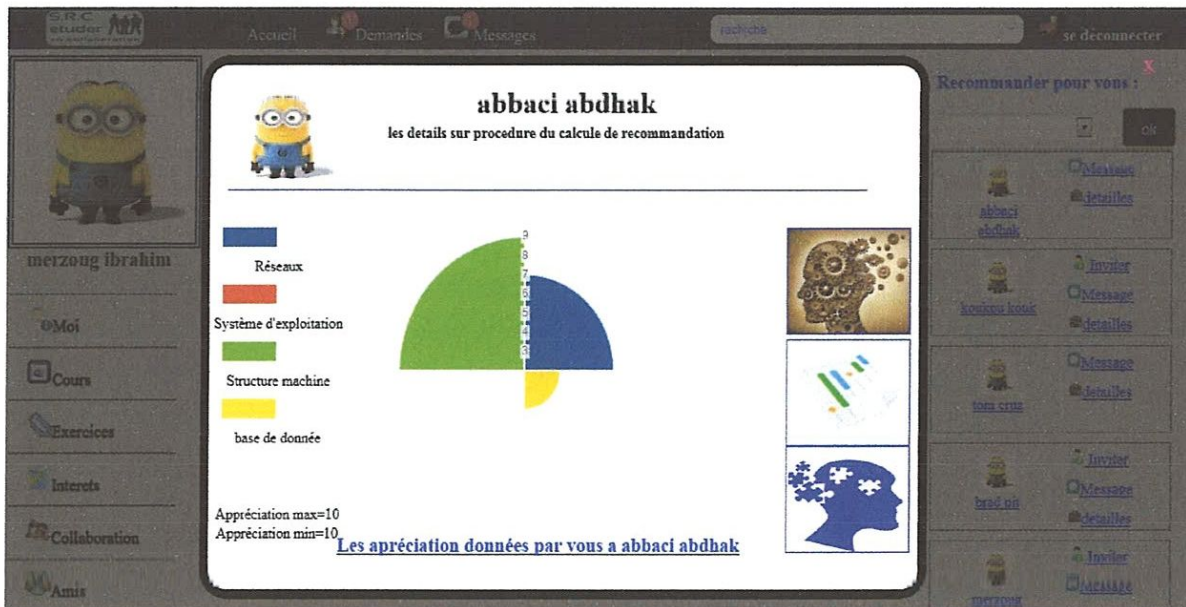


Figure 4.9: Les appréciations moyennes données à un collaborateur recommandé.

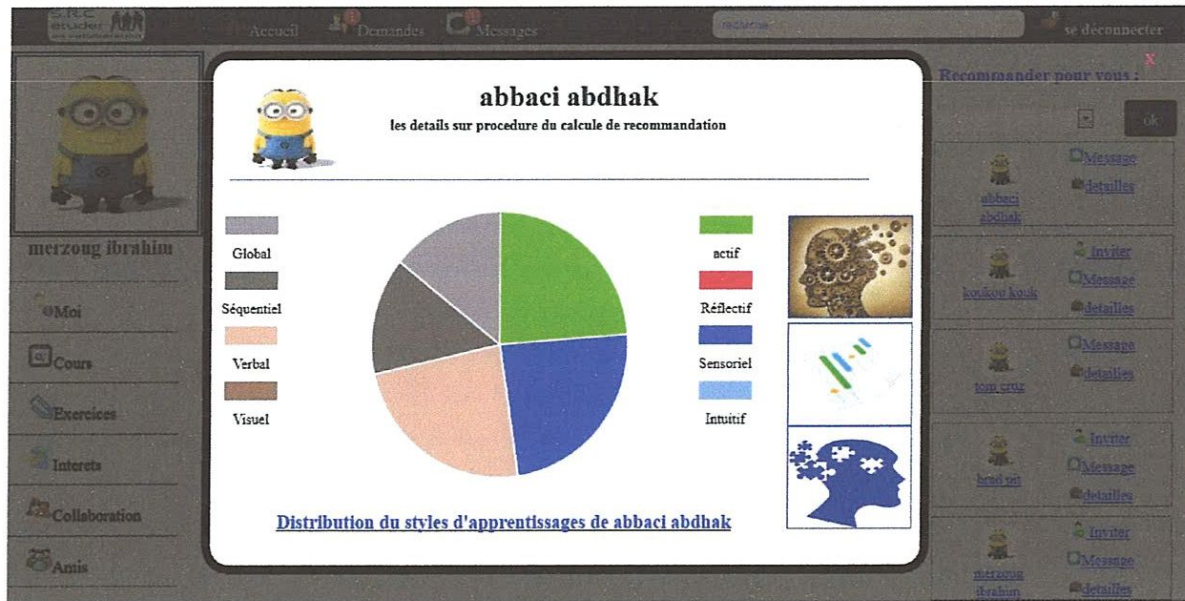
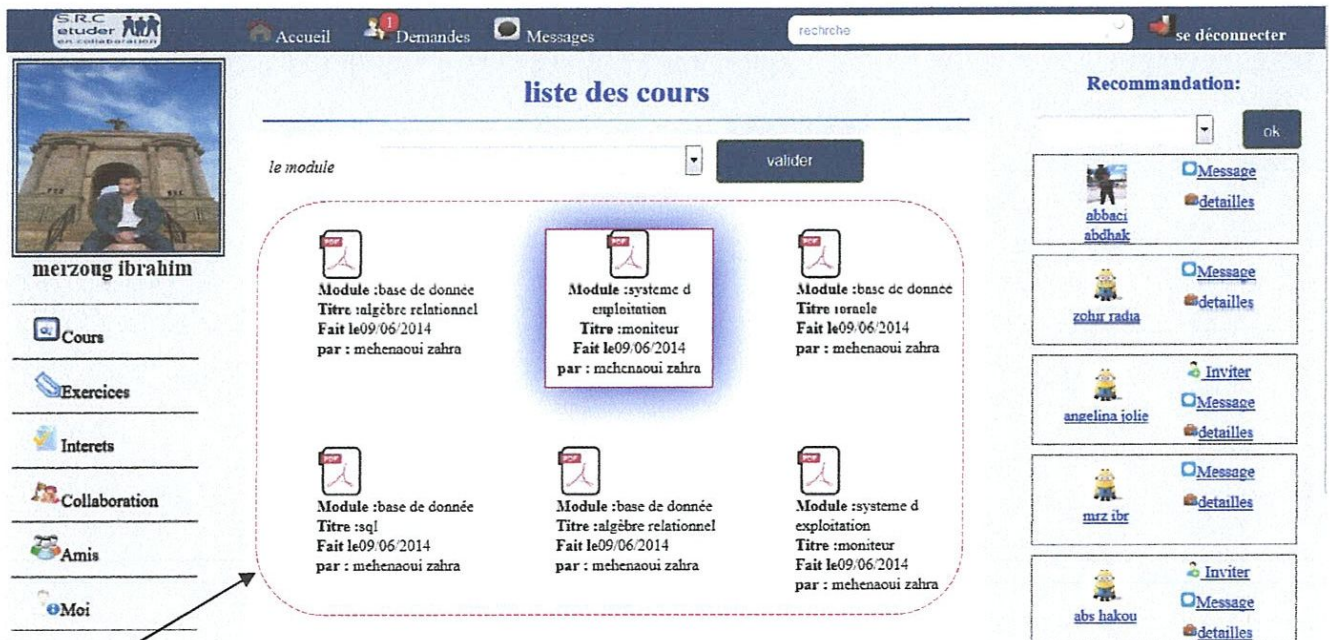


Figure 4.10 : Les styles d'apprentissage d'un collaborateur recommandé.

- ✓ Un moteur de recherche (voir Figure 4.7) permet de rechercher les apprenants par noms.
- ✓ Apartir de cette interface, l'apprenant peut commencer son apprentissage par la consultation des cours et des exercices proposés par les enseignants. La figure(4.11)présente une liste des cours présenté à l'apprenant connecté.



La liste des cours

Figure 4.11: La liste descours présentés pour l'apprentissage.

- ✓ A partir de l'interface apprenant, ce dernier peut demander une nouvelle collaboration avec ses amis en cliquant sur le bouton « *collaboration* ». La figure suivante illustre une collaboration entre deux apprenants.



Figure 4.12 : Interface d'une collaboration.

- ✓ Après une click sur Bouton nouvelle collaboration l'apprenant doit spécifier le module pour lequel il veut faire collaboration, un collaborateur et il doit donner un nom cette collaboration. Dès que le récepteur de la demande accepte l'invitation de l'émetteur, une nouvelle collaboration commence entre ces deux derniers.

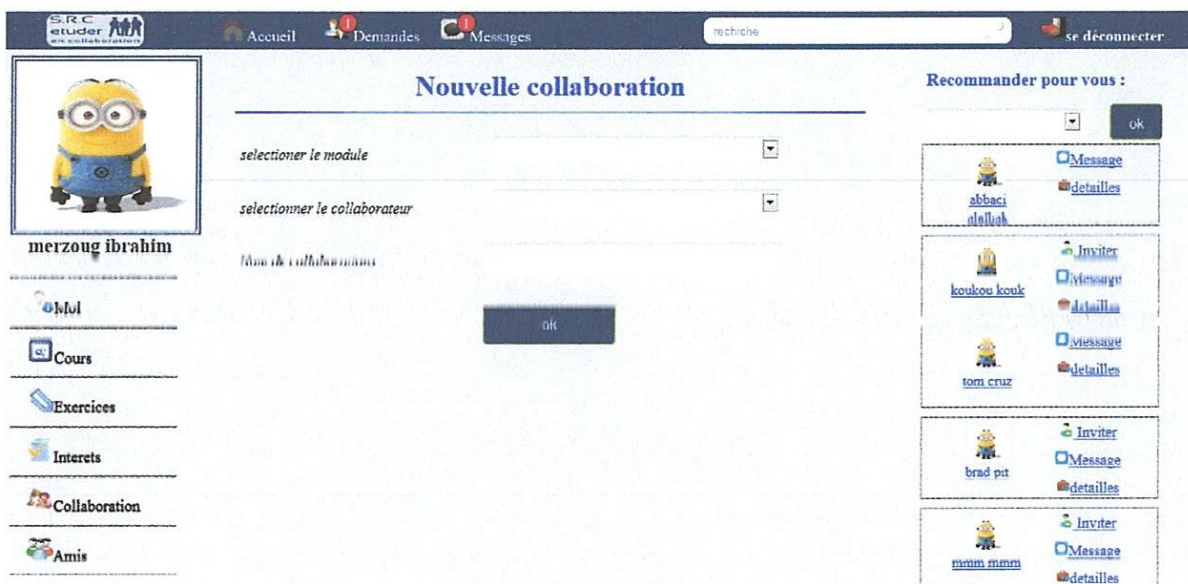


Figure 4.13 : Demande de nouvelle collaboration.

en cliquant sur la désignation de collaboration, les collaborateurs commencent leur apprentissage collaboratif à travers les discussions instantanées entre eux dans une matière déjà spécifiée dans cette collaboration. La figure (4.13) présente les détails de l'apprentissage collaboratif :

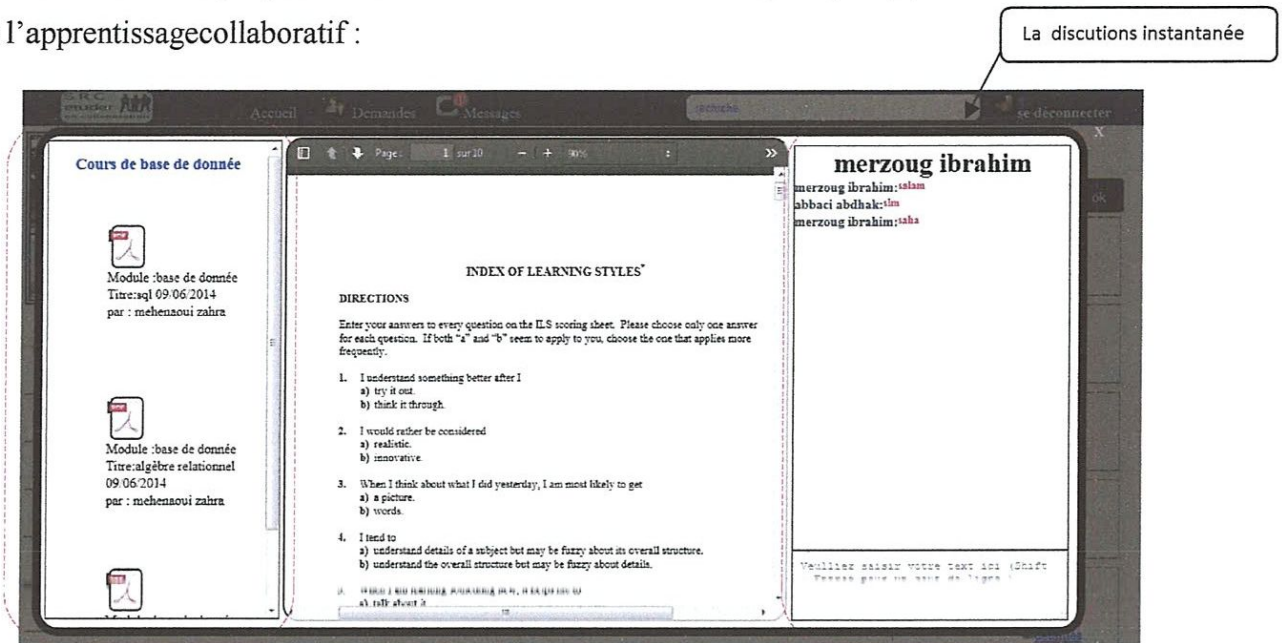


Figure 4.14 : Interface de l'apprentissage collaboratif.

- ✓ **Service de communication :** Le système SRC offre deux sortes de communication entre les apprenants, soit par échange de messages asynchrones, ou bien à travers le service de discussion instantanée (uniquement entre amis).

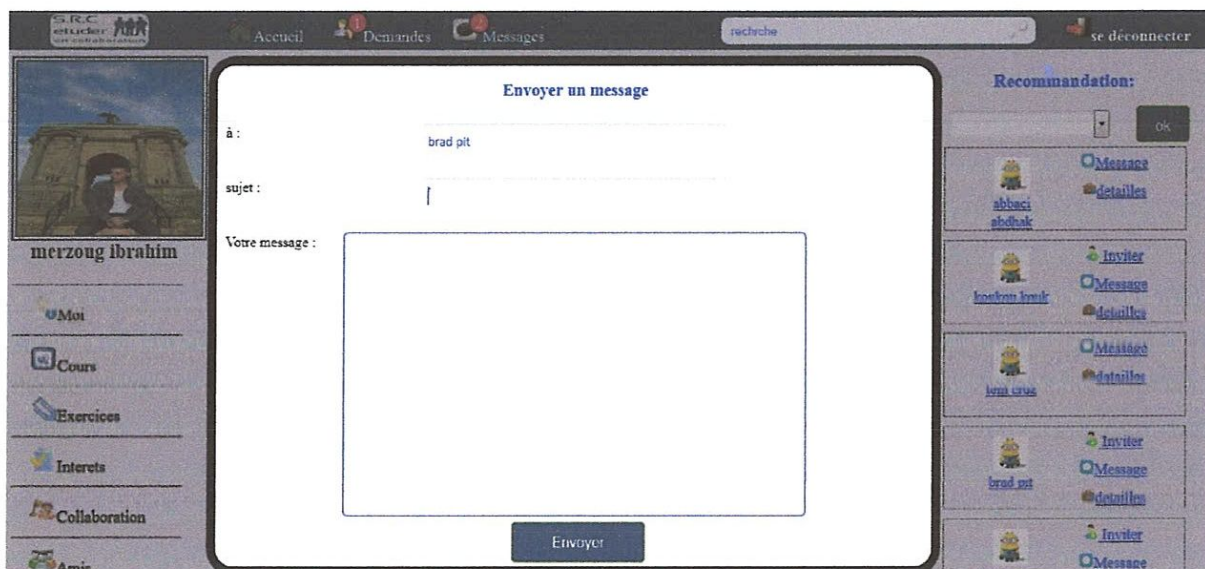


Figure 4.15 : Fenêtre d'envoi des messages asynchrone.

L'interface suivante montre la fenêtre qui permet d'accéder aux messages reçus.

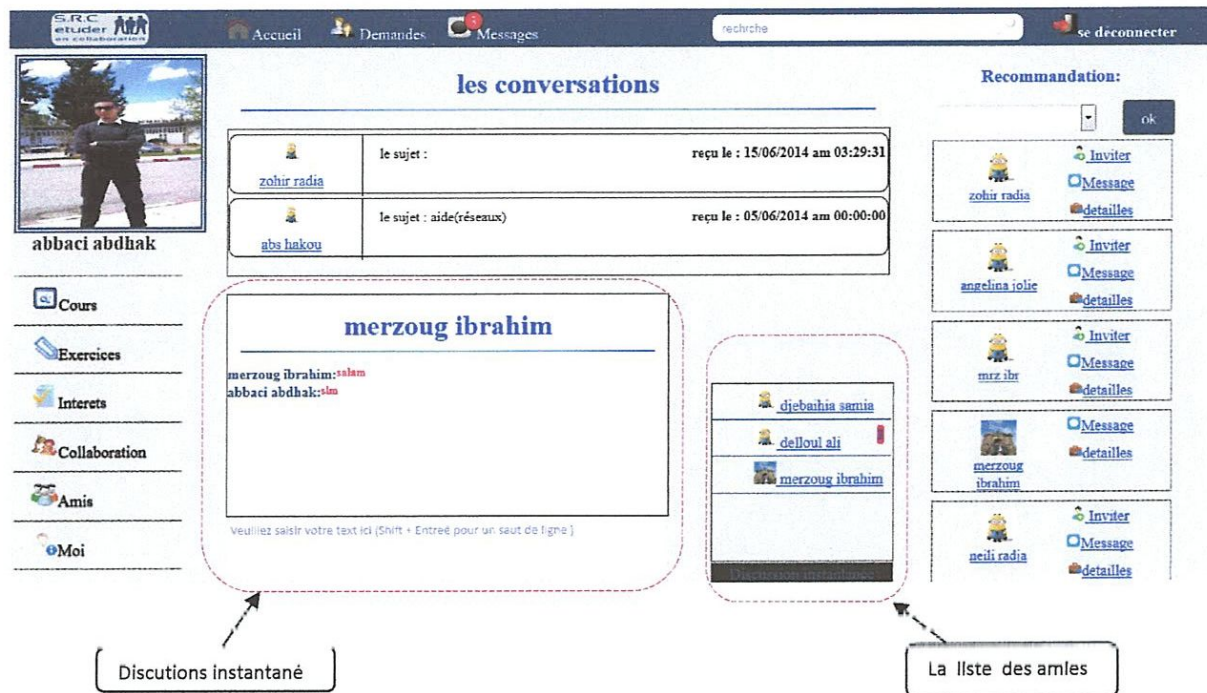


Figure 4.16 : Fenêtre de conversations.

3.3. Interface administrateur :

L'administrateur a les fonctionnalités suivantes :

- ✓ Gestion des comptes.
- ✓ Gestion des ressources pédagogiques.

L'accès à l'interface administrateur se fait par la saisie d'un e-mail et d'un mot de passe.

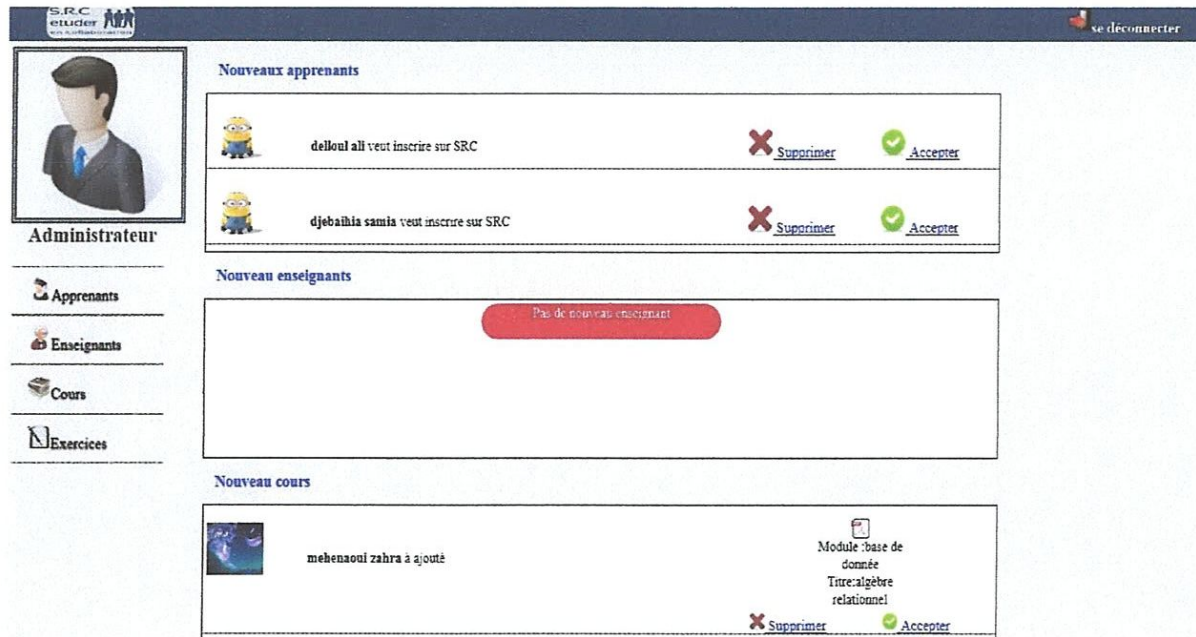


Figure 4.17: Interface d'administrateur.

✓ Interface de gestion des documents :

L'administrateur peut accepter l'ajout ou la suppression des cours et des exercices. La figure au-dessus montre l'interface de la gestion des matières :

id	enseignant	titre	Module	Date	acceptation	suppression
28	mehenaoui zahra	LAN	réseaux	2014-06-13 22:01:34	<input checked="" type="checkbox"/> Accepter	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
27	mehenaoui zahra	thread	systeme d exploitation	2014-06-13 21:59:56	<input checked="" type="checkbox"/> Accepter	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
26	mehenaoui zahra	osi	réseaux	2014-06-13 21:58:15	<input checked="" type="checkbox"/> Accepter	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
17	mehenaoui zahra	oracle	base de donnée	2014-06-09 14:06:22	active	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
24	mehenaoui zahra	oracle	base de donnée	2014-06-09 14:06:22	active	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
22	mehenaoui zahra	moniteur	systeme d exploitation	2014-06-09 14:05:53	active	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
18	mehenaoui zahra	moniteur	systeme d exploitation	2014-06-09 14:05:53	active	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
21	mehenaoui zahra	algèbre relationnel	base de donnée	2014-06-09 14:01:55	active	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
15	mehenaoui zahra	algèbre relationnel	base de donnée	2014-06-09 14:01:55	active	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
20	mehenaoui zahra	sql	base de donnée	2014-06-09 14:01:03	active	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer

Figure 4.18: Interface de la Gestion des documents.

✓ Interface de la gestion des comptes :

L'administrateur a la possibilité d'activer les nouveaux comptes des apprenants et des enseignants, comme il peut supprimer des comptes existants.

id	Nom	Prénom	Email	a prop	photo	acceptation	suppression
27	delloul	ali	f@f.fr	etudiant master academique	Supprimer	<input checked="" type="checkbox"/> Accepter	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
28	djebahia	samia	g@g.com	hey there :)	Supprimer	<input checked="" type="checkbox"/> Accepter	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
29	zohir	radia	t@t.com	cc tt le monde	Supprimer	active	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
31	abs	hakou	d@d.com	slm	Supprimer	active	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
33	neili	radja	g@g.fr	je suis etudiante 2ème année MTIC	Supprimer	active	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer
34	wafa	nebili	dep@dep.com	salut tous le monde	Supprimer	active	<input checked="" type="checkbox"/> Supprimer

Figure 4.19: Interface de la Gestion des comptes.

3.4. Interface enseignant :

L'enseignant peut voir et modifier ses informations personnelles, il peut ajouter des nouveaux cours et exercices d'apprentissage, aussi il peut consulter les profils des apprenants. La figure au-dessous montre l'interface d'un enseignant.

Nom	modules	date	supprimer
algèbre relationnel	base de donnée	09/06/2014 pm 14:01:55	<input checked="" type="checkbox"/> supprimer
moniteur	systeme d exploitation	09/06/2014 pm 14:05:53	<input checked="" type="checkbox"/> supprimer
oracle	base de donnée	09/06/2014 pm 14:06:22	<input checked="" type="checkbox"/> supprimer
sql	base de donnée	09/06/2014 pm 14:01:03	<input checked="" type="checkbox"/> supprimer
algèbre relationnel	base de donnée	09/06/2014 pm 14:01:55	<input checked="" type="checkbox"/> supprimer
moniteur	systeme d exploitation	09/06/2014 pm 14:05:53	<input checked="" type="checkbox"/> supprimer
oracle	base de donnée	09/06/2014 pm 14:06:22	<input checked="" type="checkbox"/> supprimer

Figure 4.20 : Interfaceenseignant.

4. Expérimentation:

Pour valider le système proposé et voir l'efficacité de la méthode de recommandation proposée, une expérimentation a été menée au niveau du département d'informatique, à université de Guelma. 20 étudiants de licence informatiques ont été choisis pour faire le test.

L'application a été mise sous réseau local, où les étudiants peuvent accéder au système à partir des salles machines du département d'informatique.

Les apprenants inscrits dans le système peuvent accéder à aux cours proposés par les enseignants dans le système et peuvent collaborer entre eux pour apprendre de nouveaux concepts ou pour résoudre des problèmes ou des exercices.

Pour savoir l'utilité du système, les apprenants ont répondu à un questionnaire sous forme de QCM concernant l'utilisation du système et les recommandations proposés.

Les apprenants ont apprécié l'utilisation de ce dernier et ils ont manifesté une grande motivation entre eux. Quelques conclusions ont été tirées d'après cette expérimentation :

- ✓ La majorité des apprenants ont trouvé que l'utilisation du système était facile.

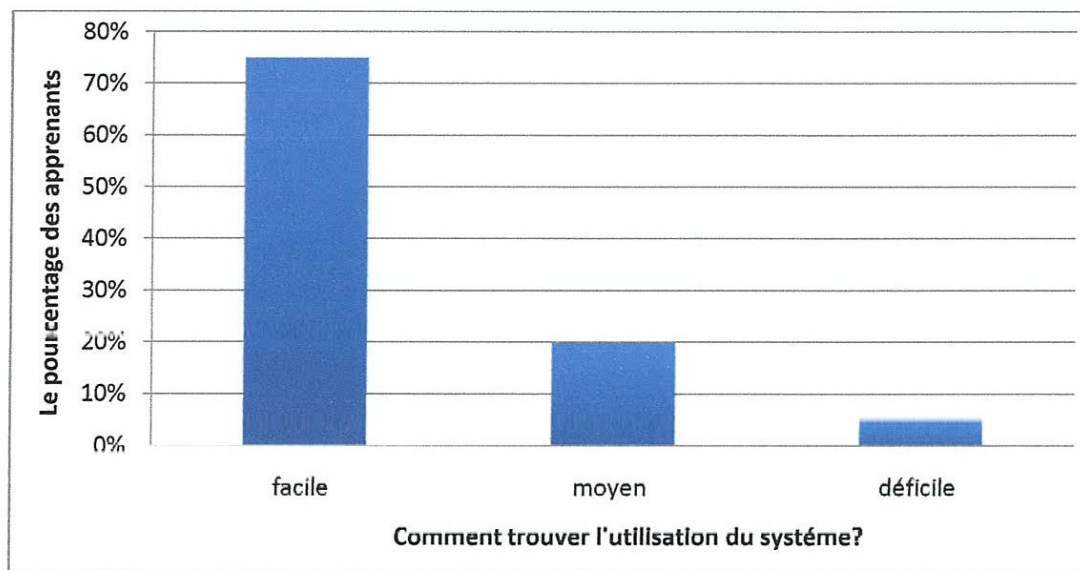


Figure 4.21 : L'appréciation concernant l'utilisation du système SRC.

- ✓ La majorité d'apprenants ont trouvé que les collaborateurs recommandés par le système ont été bénéfique.
- ✓ En plus, les apprenants ont préféré beaucoup plus la recommandation faite par matière (60%) que celle faite d'une manière générale (40%).

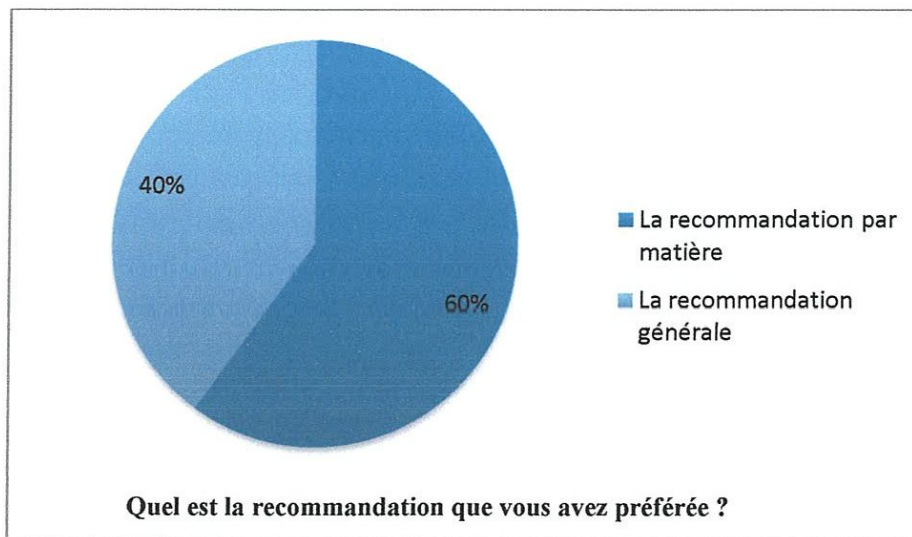


Figure 4.22 : Préférence des apprenants concernant la recommandation.

- ✓ Concernant les critères de recommandation, on a obtenu les résultats présenté dans la figure ou dessous :

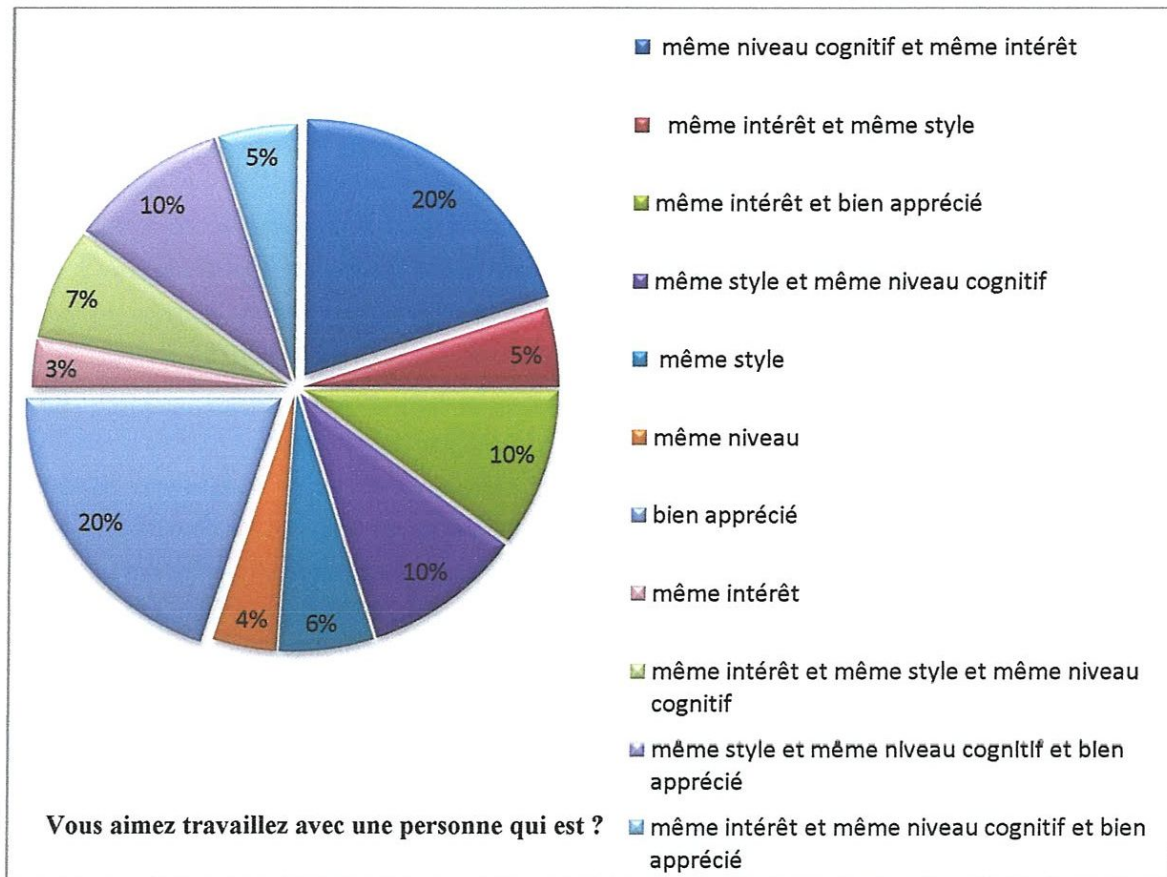


Figure 4.23 : Préférence des apprenants concernant les critères de recommandation.

5. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté l'implémentation de notre système *SRC* système de recommandation de collaborateurs dans un environnement d'apprentissage collaboratif.

D'après cette expérimentation on a remarqué que 75% des apprenants ont trouvé que l'utilisation du système est facile, alors que 25% des avis était entre moyen et difficile. 60% des apprenants préfèrent la recommandation par matière, alors que 40% préfèrent la recommandation générale.

Concernant les critères de recommandations les résultats suivants ont été obtenus :

20% des apprenants aiment travailler avec des collaborateurs qui ont le même niveau cognitif qu'eux et qui partagent les mêmes intérêts avec eux.

- ✓ 20% préfèrent des collaborateurs qui ont bien appréciés.
- ✓ 10% orienté vers des apprenants qui ont même intérêt et bien appréciés.

- ✓ 10% des apprenants aiment des collaborateurs qui sont de même niveaux et même style ainsi que eux.
- ✓ 10% choisirent des collaborateurs qui ont trois critères même niveau cognitif, même style d'apprentissage et bien appréciée.
- ✓ Le reste des apprenants ont distribué dans des différentes combinaisons des critères ne dépassent pas 10%.

Conclusion générale

L'apprentissage collaboratif est une démarche active par laquelle l'apprenant travaille à la construction de ses connaissances. Le formateur y joue le rôle de facilitateur des apprentissages alors que le groupe y participe comme source d'information, comme agent de motivation, comme moyen d'entraide et de soutien mutuel et comme lieu privilégié d'interaction pour la construction collective des connaissances.

Ce travail présente une nouvelle approche de recommandation de collaborateurs pertinents dans un environnement d'apprentissage collaboratif. Notre objectif est d'encourager la collaboration entre les apprenants en leur proposant de bons collaborateurs qui peuvent les aider à mener à bien leurs tâches.

Des règles de recommandation ont été établies. Ces règles sont basées sur le calcul de mesures de similarité entre les apprenants. La mesure de similarité prend en compte quelques critères de pertinence qui sont : le profil cognitif des apprenants dans des matières bien définies, leurs préférences, leurs styles d'apprentissage selon le modèle Filder-Silverman [SOLO, 1996] et les collaborations antérieures entre les apprenants.

Pour valider l'approche de recommandation proposée, un système nommé SRC (pour Système de Recommandation de Collaborateurs) d'apprentissage collaboratif a été implémenté. Les fonctionnalités du système *SRC* ne se limitent pas au processus de recommandation, mais elles encapsulent le processus d'apprentissage : apprentissage, collaboration, accès et téléchargement des objets d'apprentissage, auto-évaluation, communication entre les apprenants, définition des styles d'apprentissage des apprenants.

Une petite expérimentation a été menée au niveau du département d'informatique de l'université de Guelma avec les étudiants du licence et master informatique. Cette expérimentation a montré que la plupart des apprenants préfèrent des apprenants qui ont le même niveau cognitifs qu'eux et qui partagent avec les mêmes intérêts. Le détail de cette expérimentation a été présenté dans le quatrième. Finalement, nous pouvons dire que nous sommes arrivés à atteindre nos objectifs, et nous proposons comme perspectives de notre travail :

- Effectuer une expérimentation avec un grand nombre d'étudiants pour avoir plus d'interaction et donc tirer plus de conclusions.

Conclusion générale

- Attribuer des coefficients d'importance aux critères de pertinence selon les avis des apprenants obtenus de cette première expérimentation.
- Envisager des nouveaux critères de recommandation
- Permettre au système la détection des intérêts des apprenants durant le processus d'apprentissage

Bibliographies

[**ABBM, 2006**] : A. Mustapha, '*La formation à distance : dispositif et gestion*, Télévision Interactive', Rabat, Maroc, (2005).

[**ADLB, 2008**] : A. Leblanc, 'Environnement de collaboration et mémoire organisationnelle de formation dans un contexte d'apprentissage', Thèse de Doctorat, l'Université de Technologie de Compiègne, (Spécialité informatique), (Soutenue le 3 Décembre 2008).

[**ALFO, 2006**] : A. Fournier, 'Fall Enseignement à distance supporté par les NTIC au Sénégal : Vers l'accession d'un public nouveau à l'enseignement supérieur ? Etude empirique sur le profil des étudiants de l'enseignement à distance supporté par les NTIC au Sénégal', Thèse de doctorat, l'Université de Fribourg (Suisse), (Soutenue le 22 novembre 2006).

[**AMBE, 2008**] : M. Amokrane BELLOUI, 'L'usage des concepts du web sémantique dans le filtrage d'information collaboratif', Mémoire de Magistère, Institut National d'Informatique : Alger, (2008).

[**BALA, 1997**] : N. Balacheff, M. Baron, C. Desmoulins, M. Grandbastien, M. Vivet., 'Conception d'Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur', Tendances et perspectives, Actes des journées nationales du PRC IA, Grenoble, (pp 315-338), (1997).

[**BAKL, 2003**] : M. Baklouti, 'E-learning : Présentation, aspects, enjeux et avenir'. Mémoire de Master, Université de Sfax, Tunisie, (2003).

[**BATE, 1995**]: A. Bates, '*Technology, open learning and distance education*', Londres, Routledge, (1995).

[**BDBF, 2002**]: K. Benali, G. Bourguin, B. David, A. Derycke & C. Ferraris, 'Collaboration / Coopération : dans Information, Interaction, Intelligence', Actes des 2^{èmes} assises nationales du GDR I, Nancy : Cepaduès, (2002).

[**BJOR, 2003**]: A. Bjorke & al, 'global virtual university : global cooperation on e-learning', In International Conference on Network Universities and e-Learning, United Nations University, (2003).

[**BOUL, 2010**]: A. Boulton, 'Consultation de corpus et styles d'apprentissage', Université Nancy 2, (2010).

[**BOUM, 2013**] : B. Ncyrine, T. Mcharka, 'Conception et réalisation d'un système d'information de gestion de service MIP (remboursement)', Université KASDI MARBAH, (2013).

[**CAST, 2010**]: S. Castagnos, N. Jones, P. Pu, 'Eye-Tracking Product Recommenders Usage', In Proceedings of the 4th ACM Conference on Recommender Systems, Barcelona (Spain), (September 2010).

[CATH, 2005] : C. Pamphile, 'Le tutorat et ses enjeux didactiques dans les dispositifs de formation à distance', UNIVERSITÉ PARIS III – SORBONNE NOUVELLE, DEA de Didactologie des langues et des cultures, (septembre 2005),

[CHRI, 2007] : C. Porteneuve. 'Bien développer pour le Web 2.0', Eyrolles. (2007).

[COMM, 2010] : M. Commandré, 'La notion de formation ouverte et ses hypothèses de développement', Centre d'études et de recherches sur l'Information et la Communication : Montpellier III, (2010).

[DABE, 1996]: B. David, F. Tarpin-Bernard & C. Vial, 'Ergonomie du travail coopératif en conception', Actes de la conférence ERGO-IA (1996).

[DBBO, 1996]: P. Dillenbourg, M. Baker, A. Blaye & C. O'Malley, 'The evolution of research on collaborative learning'. In E. Spada & P. Reiman (Eds.), '*Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*', (pp.189-211), (1996).

[DOMI, 2010] : D. Poirier, F. Fessant, I. Tellier, 'la classification d'opinions à la recommandation', Laboratoire d'Informatique Fondamentale d'Orléans (France), (URL : <http://www.atala.org/IMG/pdf/1-Poirier-TAL51-3.pdf>), (2010).

[DRIS, 2006] : M. DRISSI, M. TALBI, M. KABBAJ, La formation à distance : un système complexe et compliqué. EPI, (URL: <http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a0609b.htm>). (Visité le juin. 2014 15:18:24 GMT), (2006).

[DRUC, 2000]: P. Drucker, 'Need to Know: Integrating e-Learning with High Velocity Value Chains', Delphi Group White Paper, (2000).

[ESMA, 2006] : E. Aïmeur, 'Systèmes de recommandations et Sécurité', Cours IFT 6261, (URL :http://www.iro.umontreal.ca/~aimeur/cours/ift6261/Presentations-etudiants/Xi_Ning_ZHU-securite%20et%20recomend-syst.pdf), (13 mars 2006).

[GRUD, 1992]: J. Grudin, 'CSCW: History and focus. Computer, IEEE Computer Society', (1992).

[HARA, 1990]: I. Harasim (ed.), 'On-line education: Perspectives on a new environment', New York, Praeger Publishers, (1990).

[HELU, 2001]: F. Henry & K. Lundgren-Cayrol, 'Apprentissage collaboratif à distance : Pour comprendre et concevoir les environnements d'apprentissage virtuels', Université du Québec (canada), (2001).

[HRVR, 2004]: Harzallah & Vernadat, 'Metadata for information management and retrieval'. London: Facet. (2004).

[JACQ, 1993]: G. Jacquinet, 'Apprivoiser la distance et supprimer l'absence ? Ou les défis de la formation à distance', Revue française de pédagogie, (1993).

[ROMP, 2011] : R. Picot-Clément, 'Une architecture générique de Systèmes de recommandation de combinaison d'items', Application au domaine du tourisme, Thèse doctorat, Université de Bourgogne, (Soutenue le 07 Decembre 2011).

[SOLO, 1996]: B. Soloman, & R. Felder, 'Index of Learning Styles Questionnaire', (URL: <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>) (1996).

[STFD, 2002] : S. Fouénard, J. Vivier, 'Le Computer-Supported Collaborative Learning dans la formation Apprentissage Collaboratif Assisté par Ordinateur (ACAO)', DESS Formation de formateurs : mutations et professionnalité, Module 2, (Consulter sur : masterprotc4.free.fr/IMG/pdf/cscl.pdf), (2002).

[TCHO, 2002] : P. Tchounikine. 'Pour une ingénierie des environnements informatiques pour l'apprentissage humain', Revue I3 information - interaction - intelligence 2. (2002).

[TENG, 2006] : A. Te NGUYEN, 'Un nouveau système de filtrage collaboratif basé sur le modèle des espaces de communautés', Thèse de Doctorat, L'UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER – GRENOBLE I, (Informatique), (soutenue le 23/11/2006).

[THER, 1994] : J. Therer, '*Apprendre les langues...mais comment ? Les styles d'apprentissage : mode d'emploi*', Zielsprache Französisch, (1994).

[THPI, 2011] : T. PITON, 'Une Méthodologie de Recommandations Produits Fondée sur l'Actionnabilité et l'Intérêt Économique des Clients Application à la Gestion de la Relation Client du groupe VM Matériaux', Thèse de Doctorat, ÉCOLE DOCTORALE, UNIVERSITÉ DE NANTES, (Sciences et technologies de l'information et mathématiques), (soutenue le 13 Octobre 2011).

[WALC, 2004] : M. Walckiers et T. De Praetere, 'L'apprentissage collaboratif en ligne : huit avantages qui en font un must', Distances et savoirs, (p. 53-75), (URL: <http://www.cairn.info/revue-distances-et-savoirs-2004-1-page-53.htm>), (2004).

[WKAN, 2004]: W. Kassem, A. Mounajed, N. Saadoun, 'Etat de l'Art du E-Learning', Projet de module 4.1 : Management et NTIC, (URL : <https://www.lri.fr/~mdr/E-learning3.doc>), (Soutenue le 16/02/2004).

Les Webographiques

[Lien1] : CTE, <http://cte.univ-tlemcen.dz/index.php/accueil>, (visité le 13 févr. 2014 02:36:09 GMT).

[Lien2] : blog formation, <http://tnt.kif.fr/le-e-learning-avantages-et-inconvenients-p112774> , (visité le 17 févr 2014, 14:05:50 GMT).

[Lien3] : Mémoire on line, http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Mk9eKcw1PI4J:www.memoireonline.com/04/12/5655/m_Etat-de-lArt-du-e-learning3.html+&cd=1&hl=fr&ct=clnk&gl=dz , (Visité le : 11 Mars. 2014 17:31:45 GMT).

[Lien4] : Eduscol, <http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/archives/eformation/notions-distance-mobilite/foad>, (visité le 9 févr. 2014 21:07:04 GMT).

[Lien5]: unit-tice, http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:KAHYPriSwfUJ:unittice.emn.fr/rubrique.php3%3Fid_rubrique%3D9%26%26artsuite%3D3+&cd=1&hl=fr&ct=clnk&gl=dz, (visité le 8 févr. 2014 18:21:26 GMT).

[Lien6] : Le-fos, <http://www.le-fos.com/colla.conditions.htm>, (Visité le 9 juin 2014 06:58:28 GMT).

[Lien7] : An-Te Nguyen, Nathalie Denos, Catherine Berrut, Bich-Thuy Dong Thi., Modèle de formation multiple de communautés dans un système de recommandation hybride, article, Paper ID : 169, http://mrim.imag.fr/publications/2006/NGU06/169_AIN-ND-CB-BTDT_05_dec_05.pdf, (Visité le 8 févr. 2014 18:21:26 GMT).

[Lien8] : podcastscience, <http://www.podcastscience.fm/dossiers/2012/04/25/les-algorithmes-de-recommandation/> , (Visité le 27 févr. 2014 21:40:11 GMT).

[Lien9] : materiel-informatique.be, <http://www.materiel-informatique.be/apache.php> (Visité le : 6 mai 2014, 03:07:01 GMT).

[Lien10] : PHP & Mysql, <http://www.loghazal.services-soft.com/cms/pdf/33.pdf>, (Visité le 6 mai 2014, 11:16:09 GMT).

[Lien11] : eof, http://ferry.eof.eu.org/lesjournaux/pl/public_html/c6842.html, (Visité le 4 mai 2014 06:57:43 GMT).

[Lien12] : eof, http://ferry.eof.eu.org/lesjournaux/pl/public_html/x6229.html , (Visité le 5 mai 2014 010:13:39 GMT).

[Lien13] : Informatika, <http://informatika-84.blogspot.com/2012/12/dreamweaver-logiciel.html>, (Visité le 10 avr. 2014 00:03:58 GMT).

[Lien14] : jquery, <http://jquery.com/>, (Visité le 7 mai 2014 21:54:04 GMT).