



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITE IBN KHALDOUN - TIARET**

# MEMOIRE

Présenté à :

**FACULTÉ MATHÉMATIQUES ET INFORMATIQUE  
DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE**

Pour l'obtention du diplôme de :

**MASTER**

Spécialité : Génie Informatique

Par :

**BOUGHARI Djamila  
MILOUDI Fadhila**

Sur le thème

---

**Approche multi-agents pour la conception et la  
réalisation d'un workflow pour la gestion des congés  
annuels**

---

Soutenu publiquement le 03 / 07 / 2019 à Tiaret devant le jury composé de :

Mr CHADLI Abd Elhafidh

Grade Université Mcb

Président

Mr GOISMI Mohamed

Grade Université Maa

Encadreur

Mr BERBER Mohamed Mehdi

Grade Université Maa

Examineur

## *Remerciement*

*Au terme de cinq ans d'études, il est une obligation de dire Merci à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail. Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH qui nous a donné la santé et le courage d'accomplir ce travail.*

*Nous ne pouvons pas oublier de présenter notre gratitude à nos parents pour leur patience et les efforts inlassables qu'ils ne cessent de déployer pour nous.*

*Nos vifs remerciements vont à Monsieur GOJSMI Mohamed, notre promoteur pour tous ses conseils très précieux, ses encouragements, sa patience et ses orientations qui nous ont été très bénéfiques tout au long de ce travail.*

*Nous exprimons nos reconnaissances à tous les enseignants qui ont participé à notre formation depuis le début de nos études universitaires jusqu'au jour d'aujourd'hui. Nous remercions particulièrement les membres du Jury qui nous font honneur en acceptant d'examiner et de juger notre travail.*

*Enfin, que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail, moralement ou matériellement trouvent ici l'expression de notre sincère gratitude et nos remerciements les plus sincères.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail ...*

*À mes très chers Parents, qui m'ont éclairé le chemin en me donnant la  
main tout au long de mes années d'études*

*«Que Dieu me les gardes ».*

*À tous les membres de ma famille.*

*À tous mes amis sans exception.*

*À tous ceux qui me sont chers.*

*Fadhila*

## *Dédicace*

*A mon cher père et ma chère mère*

*A mes chers frères*

*A tous mes oncles et tantes*

*A tous mes proches*

*A tous mes amis*

*A tous ce que j'aime*

*Ce mémoire leurs est dédiée*

*Djamila*

### Résumé

Les entreprises ont récemment connu plusieurs développements, ce qui a créé une concurrence entre eux, Pour assurer la continuité de la concurrence, ils doivent améliorer leurs services et assurer l'automatisation de la circulation des informations dans l'entreprise. Pour cela, on propose l'utilisation du workflow comme une solution pour gérer les différentes tâches par exemple la gestion des demandes de congés de leur personnel (notre cadre d'étude) et comme cette entreprise est gérée par des personnes vivantes côte-à-côte, on profite des systèmes multi-agents pour les simuler. Donc, l'objectif de ce mémoire est de développer une application qui gère la gestion des congés annuels à l'aide d'un modèle workflow via les systèmes multi-agents à partir des quels nous avons mis en place un prototype permettant de concrétiser le processus de demande de congé annuel à base d'agents intelligents développés sous la plate-forme Jade.

**Mots clé :** Ressources humaines, congé annuel, workflow, systèmes multi-agents, Jade.

### Abstract

Companies have recently experienced several developments, which has created competition between them, to ensure the continuity of competition, they must improve their services and have the automation of the circulation of information in the company. For this, we propose the use of the workflow as a solution to manage the different tasks, for example the management of the leave requests of their staff (our study framework) and as this company is managed by people living side-by-side coast, we take advantage of multi-agent systems to simulate them. So the objective of this thesis is to develop an application that manages the management of annual vacations using a workflow model via multi-agent systems where we have set up a prototype to concretize the application process. Annual vacation based on intelligent agents developed under the Jade platform.

**Keywords:** Human Resources, annual leave, workflow, multi-agent systems, Jade.

### المخلص

لقد شهدت الشركات مؤخرًا العديد من التطورات ، التي خلقت منافسة فيما بينها و لضمان استمرارية المنافسة وجب عليها تحسين خدماتها وحوسبة تداول المعلومات في الشركة. لهذا الغرض نقترح استخدام سير العمل كحل لإدارة المهام المختلفة ، على سبيل المثال إدارة طلبات الإجازات لموظفيها (إطار دراستنا) وبما أن هذه الشركة تدار من قبل أشخاص يمكننا تمثيلهم بوكلاء ،قمنا بالاستعانة بالأنظمة متعددة الوكلاء لمحاكاتهم. الهدف من هذه الأطروحة هو تطوير تطبيق يدير إدارة الإجازات السنوية باستخدام نموذج سير العمل عبر أنظمة متعددة الوكلاء حيث أنشأنا نموذجًا أوليًا لإبراز عملية التطبيق. هذا النموذج من التطبيق اعتمدنا فيه على عملاء أذكيا تم تطويرهم في إطار منصة Jade.

**الكلمات المفتاحية:** الموارد البشرية ، الإجازة السنوية ، سير العمل ، الأنظمة متعددة الوكلاء ، Jade.

## Contenu

<b>Introduction générale.....</b>	<b>13</b>
<b>I. Gestion des congés annuels</b>	
<b>I.1. Introduction.....</b>	<b>16</b>
<b>I.2. Les entreprises .....</b>	<b>16</b>
<b>I.2.1. Définition .....</b>	<b>16</b>
I.2.2. Définition du personnel.....	17
I.2.3. Définition des ressources humaines .....	18
I.2.4. Notion de gestion de ressources humaines.....	18
<b>I.2.5. Les obligations et les droits .....</b>	<b>19</b>
<b>I.2.5.1. Les obligations du salarié .....</b>	<b>19</b>
<b>I.2.5.2. Les droits des salariés .....</b>	<b>19</b>
<b>I.2.6. Définition de congé.....</b>	<b>20</b>
I.2.6.1. Gestion des congés.....	20
I.2.6.2. Types des congés.....	21
<b>I.7.1. Congé annuel.....</b>	<b>22</b>
<b>I.7.1.1. Quelle est la durée des congés payés annuels? .....</b>	<b>23</b>
<b>I.7.1.2. Demande de congé .....</b>	<b>23</b>
<b>I.7.1.3. Dans quels cas le salarié a-t-il droit à des congés supplémentaires ? .....</b>	<b>24</b>
<b>I.7.1.4. Quelles sont les conséquences de la maladie durant les congés payés ? .....</b>	<b>24</b>
<b>I.7.2. C'est quoi un reliquat ? .....</b>	<b>24</b>
<b>I.7.2.1. Définition du reliquat .....</b>	<b>24</b>
<b>I.7.3. Logiciels qui gèrent les congés.....</b>	<b>25</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>27</b>
<b>II. Le workflow</b>	
<b>II.1. Introduction .....</b>	<b>29</b>
II.3.1 Processus métier .....	29
II.3.2 Modèle de processus.....	29
II.3.3 Tâche.....	29
II.3.4 Nœud .....	30
II.3.5 Transitions .....	30
II.3.6 Évènement .....	30
<b>II.4. Définitions de workflow .....</b>	<b>31</b>
II.4.1 Cycle de vie d'un workflow.....	31

II.4.2	Système de gestion de workflow .....	32
II.4.3	Le modèle de référence pour le workflow .....	32
<b>II.4.4</b>	<b>Types de workflow .....</b>	<b>34</b>
II.4.4.1	Workflow d'administration.....	34
II.4.4.2	Workflow de production.....	34
II.4.4.3	Workflow de collaboration ou coopératif.....	35
II.4.4.4	Workflow ad-hoc.....	36
II.4.5	Concepts de base de WF .....	36
II.4.6	Les typologies des applications de Workflow .....	37
II.4.6.1	Une typologie technique.....	37
II.4.7	Regroupement des workflows .....	39
II.4.8	Modélisation des workflow .....	39
II.4.8.1	L'aspect fonctionnel .....	39
II.4.8.2	L'aspect comportemental .....	40
II.4.8.3.	L'aspect informationnel (donnée).....	40
II.4.8.4.	L'aspect organisationnel.....	40
<b>II.5.</b>	<b>Les Domaines de l'entreprise intéressés par une application de Workflow .....</b>	<b>40</b>
<b>II.7.</b>	<b>Impacts du workflow .....</b>	<b>41</b>
II.7.1.	Gains tangibles.....	41
II.7.2.	Gains intangibles .....	41
<b>II.8.</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>42</b>
<b>III.</b>	<b>Les systèmes multi-agents</b>	
<b>III.1.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>44</b>
III.1.1	Positionnement historique.....	44
<b>III.2.</b>	<b>Qu'est-ce qu'un agent ? .....</b>	<b>45</b>
III.2.1	L'architecture d'agent .....	47
III.2.2.	Une comparaison avec les objets.....	48
III.2.4.	Classes d'agent .....	49
<b>III.3.</b>	<b>Qu'est-ce qu'un système multi-agents (SMA)?.....</b>	<b>51</b>
III.3.1	Les systèmes multi-agents.....	51
<b>III.3.2</b>	<b>Définition: Système multi-agents (SMA) .....</b>	<b>51</b>
<b>III.3.3</b>	<b>Les interactions et les agents.....</b>	<b>52</b>
<b>III.3.3.1</b>	<b>La communication .....</b>	<b>53</b>
<b>III.3.4</b>	<b>Les langages de communication .....</b>	<b>54</b>
<b>III.3.4.1</b>	<b>La théorie des actes de langage.....</b>	<b>54</b>
<b>III.3.5</b>	<b>Sémantique des messages .....</b>	<b>58</b>

III.3.6. La coopération .....	58
<b>III.4. Outils &amp; plateformes de développement des SMA .....</b>	<b>59</b>
IV.4.1. La norme FIPA pour les systèmes multi-agents.....	59
<b>III.5. Domaines d'application.....</b>	<b>61</b>
III.5.1 Application des SMA aux télécommunications .....	61
III .5.2 Le système ADEPT .....	61
III.5.3 Télémédecine et la santé.....	62
III. 5.4 Les systèmes d'informations coopératifs (SIC).....	62
<b>III.6. Conclusion .....</b>	<b>62</b>
<b>IV. Implémentation</b>	
<b>IV.1. Introduction.....</b>	<b>65</b>
<b>IV.2. Représentation de la plate-forme JADE .....</b>	<b>65</b>
<b>IV.3. Type d'agents développés.....</b>	<b>67</b>
<b>IV.4. Modèle de workflow.....</b>	<b>68</b>
<b>IV.5. Enumération des actes de communication des agents. ....</b>	<b>69</b>
<b>IV.6. Scénario d'exécution .....</b>	<b>71</b>
IV.6.1. Demande du congé.....	74
<b>IV.7. Conclusion .....</b>	<b>81</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>83</b>
<b>Perspectives.....</b>	<b>83</b>
<b>References .....</b>	<b>85</b>

<b>FIGURE I. 1: DEFINITION DE L'ENTREPRISE.....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURE II. 1:UN EVENEMENT DES NŒUDS.....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURE II. 2:CYCLE DE VIE DE WORKFLOW.....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURE II. 3:LE MODELE DE REFERENCE DU WORKFLOW.....</b>	<b>33</b>
<b>FIGURE II. 4: TYPOLOGIE FONCTIONNELLE DES APPLICATIONS DE WORKFLOW.....</b>	<b>39</b>
<b>FIGURE III. 1: DIFFERENTS TYPES D'AGENT.....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURE III. 2: ARCHITECTURE MINIMALE D'UN AGENT.....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURE III. 3:AGENT REACTIF.....</b>	<b>49</b>
<b>FIGURE III. 4: AGENT COGNITIF.....</b>	<b>50</b>
<b>FIGURE III. 5: LA STRUCTURE D'UN MESSAGE KQML.....</b>	<b>55</b>
<b>FIGURE III. 6: LA STRUCTURE D'UN MESSAGE FIPA ACL.....</b>	<b>57</b>
<b>FIGURE III. 7: LE MODELE DE REFERENCE POUR UNE PLATE-FORME MULTI- AGENTS FIPA.....</b>	<b>60</b>
<b>FIGURE IV. 1: STRUCTURE DE LA PLATE FORME JADE.....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURE IV. 2: ARCHITECTURE DISTRIBUEE DE L'APPLICATION.....</b>	<b>67</b>
<b>FIGURE IV. 3: MODELE WORKFLOW. 68</b>	
<b>FIGURE IV. 4: DIAGRAMME DE SEQUENCE ENTRE LES AGENTS DE SYSTEME. 70</b>	
<b>FIGURE IV. 5: FENETRE PRINCIPAL DE L'AGENT SERVEUR.....</b>	<b>72</b>
<b>FIGURE IV. 6: FENETRE DE L'AGENT SERVEUR.....</b>	<b>72</b>
<b>FIGURE IV. 7: FORMULAIRE POUR CREER UN COMPTE CLIENT.....</b>	<b>73</b>
<b>FIGURE IV. 8: LISTE DES AGENTS CLIENTS.....</b>	<b>73</b>
<b>FIGURE IV. 9: LANCEMENT DE L'AGENT CLIENT.....</b>	<b>74</b>
<b>FIGURE IV. 10: FENETRE DE L'AGENT CLIENT « DJAMILA ».....</b>	<b>74</b>
<b>FIGURE IV. 11: FENETRES DES DEUX AGENTS CLIENTS "DEMANDEUR" ET "REPLAÇANT.....</b>	<b>75</b>
<b>FIGURE IV. 12: MISE A JOUR DES AGENTS.....</b>	<b>75</b>
<b>FIGURE IV. 13: DEMANDE DE CONGE REMPLIT PAR LE DEMANDEUR.....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURE IV. 14: RECEPTION DE LA DEMANDE DE CONGE PAR LE SERVEUR.....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURE IV. 15: CONFIRMATION DE L'AGENT CLIENT "REPLAÇANT".</b>	<b>77</b>
<b>FIGURE IV. 16: LA RECEPTION DE MESSAGE DE CONFIRMATION DE LA DEMANDE PAR L'AGENT SERVEUR.....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURE IV. 17: ACTUALISATION DE NOMBRE DES JOURS REST.....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURE IV. 18: ACTUALISATION DE LA DUREE DE CONGE.....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURE IV. 19: SNIFER, CONTROLEUR DES MESSAGERS ECHANGES ENTRE LES AGENTS DU SYSTEME.....</b>	<b>79</b>
<b>FIGURE IV. 20: ENVOIE DU MESSAGE A L'AGENT CLIENT «DJAMILA ».....</b>	<b>80</b>
<b>FIGURE IV. 21: RECEPTION DU MESSAGE DE L'AGENT SERVEUR.....</b>	<b>80</b>

## Liste des Tableaux

---

**TABLEAU I. 1:** COMPARATIF DE LOGICIELS DE GESTION DES CONGES..... 25

**TABLEAU III. 1:** APPROCHE ORIENTEE OBJET (AOO) VERSUS APPROCHE  
ORIENTEE AGENT (AOA) ..... 49

# **Introduction Générale**

### Introduction générale

Depuis quelques années, les entreprises sont entrées dans l'ère de la collaboration informatisée et pour rester compétitives, elles doivent constamment améliorer leur efficacité opérationnelle. L'accès à un volume croissant d'informations et l'intégration de solutions logicielles variées créent de nouvelles exigences par rapport aux outils de gestion de la collaboration, aussi bien au sein de l'entreprise que dans le cadre d'une coopération inter-organisationnelle. Ces outils sont soit de type groupware qui est plus orienté vers le travail de groupe, soit de type workflow qui est un concept permettant de modéliser et de gérer des procédures industrielles ou administratives, impliquant plusieurs acteurs, documents et tâches. Il consiste en des modèles de travail permettant de coordonner les activités de chaque participant et d'assurer leur parfaite interconnexion en s'appuyant sur les systèmes d'information existant, mais l'exécution de ces tâches est purement statiques, Ce que lui donne une rigidité empêchant de s'adapter aux changements, Cette limite a créé un problème de besoin d'adaptation, de flexibilité et de coopération entre les acteurs exécutant des différents processus. Pour remédier à ce problème, nous devons utiliser une technologie permettant de nous fournir des solutions adéquates à notre problème : une première solution pour fournir un espace d'interaction et de communication entre ces acteurs ; une deuxième, pour la coopération entre eux et une dernière, pour leur donner plus d'autonomie dans la prise de décision. Cette technologie ce n'est que celle des systèmes multi-agents (SMA) ressemblant à des organisations distribuées dont les acteurs sont physiquement éloignés (notion d'entreprise distribuée ou virtuelle). Cette notion d'organisation d'acteurs distribués est très étudiée dans le domaine de l'Intelligence Artificielle (IA) et plus particulièrement dans celui de l'Intelligence Artificielle Distribuée (IAD) s'intéressant particulièrement à la modélisation du comportement d'entités intelligentes distribuées dans un environnement. Les organisations multi-agents proposées dans ce domaine ne contraignent pas leurs agents à être présents dans un même lieu.

L'objectif de ce mémoire est l'implémentation d'une application workflow par un processus de demande de congé en utilisant la technologie des systèmes multi-agents en essayant de profiter de cette dernière, leurs atouts en termes d'autonomie des agents, coordination et coopération entre eux.

Le présent mémoire s'articule autour de quatre chapitres faisant le tour du domaine du workflow et les agents. Ainsi, nous décrivons un outil de développement des Système Multi-

## Introduction Générale

---

Agents et nous présentons les résultats du travail réalisé et son implémentation sur un exemple.

Le premier chapitre est un bref rappel des entreprises et la gestion de congé. Nous tenons compte des différents types de congé en préservant le droit à ce congé et aussi l'obligation de travailler durant la période de congé annuel.

Le deuxième chapitre est consacré au domaine des workflow ; nous aborderons les différents concepts liés à ce domaine, les différents types de workflow existants,

Le troisième chapitre, a pour objectif de décrire l'élément de base de notre architecture ; il s'agit du paradigme agent et les systèmes multi-agents qui sont introduits. Nous présentons aussi des définitions, des types et des langages de communication.

Le quatrième chapitre est consacré à la démonstration et la description du travail réalisé.

Nous clôturons ce mémoire par un bilan du travail effectué en donnant des conclusions sur les objectifs atteints, et les perspectives ouvertes pour le développement de ce travail.

**Chapitre I :**  
**Gestion de congé**  
**annuel**

## I. Gestion des congés annuels

### I.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les entreprises comme une unité économique dotée de ressources humaines et matérielles. Nous commençons par définir l'entreprise et ses unités les plus importantes. Puis la gestion des ressources humaines et les droits et obligations du travailleur, comme exemple le droit aux congés payés : définition, types...

### I.2. Les entreprises

Dans l'histoire économique, on trouve de nombreuses définitions de l'entreprise ; il est important de souligner que chaque définition est marquée par son époque : elle dépend à la fois des formes d'organisation du travail et de la production qu'une époque s'est donnée et des analyses théoriques que les hommes ont fait de l'activité économique de cette époque.

[01]

#### I.2.1. Définition

Il n'existe pas de définitions universelles de l'entreprise. Elle dépend de l'approche que l'on choisit. Il existe trois types d'approche [01] :

- ✓ L'approche économique
- ✓ L'approche sociologique
- ✓ L'approche systémique

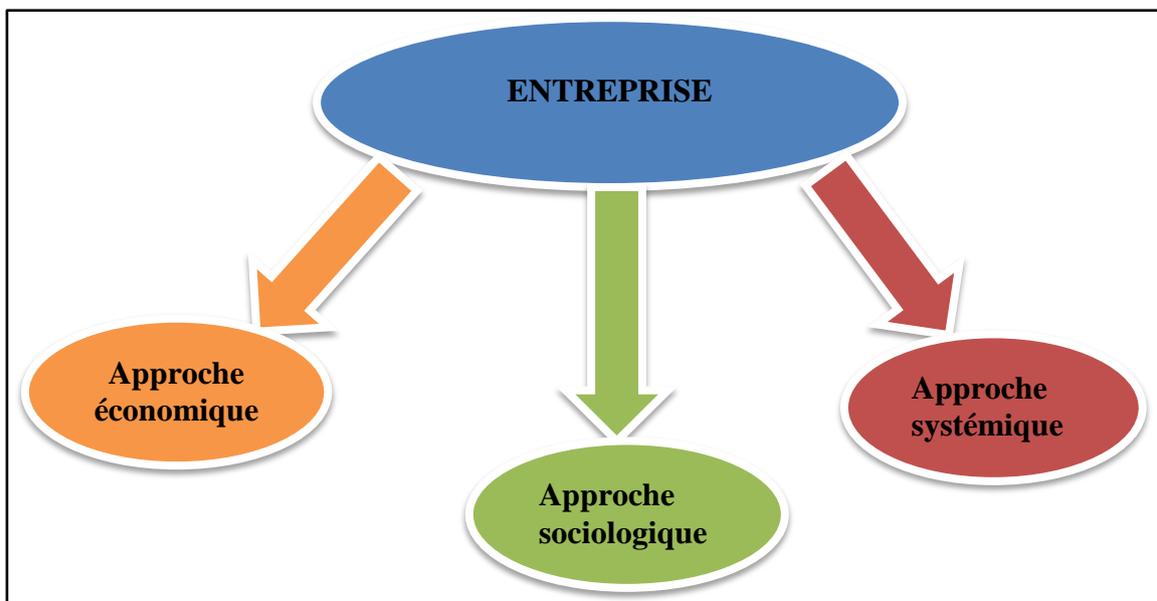


Figure I. 1: Définition de l'entreprise.

## ➤ L'approche économique

Unité de production des Biens et Services, selon l'approche économique, l'entreprise est une unité de production des biens et services destinée aux marchés de biens de consommation (grand public) et aux marchés de biens de productions (les autres entreprises).

## ➤ L'approche sociologique

Selon l'approche sociologique de l'entreprise, l'entreprise est composée de trois acteurs principaux :

- ✓ Apporteurs de capitaux
- ✓ Dirigeants
- ✓ Salariés

Ces trois acteurs ont des objectifs et des stratégies individuelles différentes. En effet, en ce qui concerne les apporteurs de capitaux, leur logique est purement financière, ils recherchent avant tout la rentabilité de leurs placements. Leur but est de garantir leurs gains et si possible les augmenter. Les apporteurs de capitaux sont attirés par des placements de plus en plus rentables. Leur source de pouvoir est le capital. Ils élaborent ainsi une stratégie d'investissement ou alors de retrait.

## ➤ L'approche systémique (l'entreprise en tant que système)

L'entreprise en tant que système est ouverte sur son environnement externe, source de menaces à appréhender mais aussi d'opportunités à saisir. L'entreprise doit s'y adapter en permanence pour sa survie et son développement. Les composantes de l'environnement sont diversifiées, technologie, social, culturel très, juridique, économique, politique, écologique, concurrence, clients, fournisseurs. L'environnement international prend en compte toutes les composantes précédemment cités au niveau des pays d'importation.

### **I.2.2. Définition du personnel**

Le personnel est l'ensemble des individus qui apportent leur travail dans le cadre d'un contrat de travail en contrepartie d'une rémunération versée par l'employeur. Parmi le personnel, on trouve différents statuts :

- ✓ cadres.
- ✓ employés.
- ✓ ouvriers.

Traditionnellement, le personnel a une fonction productive : il fabrique des biens et services et plus largement, selon sa fonction, il participe à la création de richesse dans l'entreprise. De plus en plus, avec l'apparition de la notion de culture d'entreprise, le personnel véhicule l'image de marque de l'entreprise dans laquelle il travaille et contribue à sa notoriété. La gestion du personnel est une tâche délicate dans l'entreprise compte tenu de l'importance du facteur humain dans une société. Ainsi, toute organisation qui nourrit des ambitions, à court, moyen ou long terme ne peut se passer de son personnel. [01]

### **I.2.3. Définition des ressources humaines**

Les ressources humaines est un service de l'entreprise dirigé par le Directeur des Ressources Humaines (DRH) (ou parfois par le Directeur Général ou le Directeur Administratif et Financier dans les petites structures) et qui a pour responsabilités la gestion du personnel (déclarations sociales, effectifs, administration du personnel, ...etc.), la formation, les relations sociales et syndicales, la gestion des carrières et des compétences, la communication interne et/ou externe. Donc parler des ressources personnes ne veut pas dire considérer que les hommes sont des ressources mais que les personnes ont des ressources (des compétences, du potentiel). [02]

### **I.2.4. Notion de gestion de ressources humaines**

La gestion des ressources humaines (la GRH) est un ensemble de pratiques du management ayant pour objectif de mobiliser et développer les ressources humaines pour une plus grande performance de l'organisation. C'est une activité qui doit tendre à améliorer une communication transversale, tout en faisant respecter l'organigramme de l'entreprise. La gestion des ressources humaines peut se diviser arbitrairement en deux grandes activités:

D'un côté l'administration des ressources humaines (gestion de droit du travail, contrat de travail, congé, absence, promotion etc.) et de l'autre, le développement des ressources humaines (gestion des carrières, gestion des compétences, recrutement, formation etc.). [01]

### I.2.5. Les obligations et les droits

#### I.2.5.1. Les obligations du salarié

A partir du code de travail Les travailleurs ont les obligations fondamentales suivantes au titre des relations de travail :

Accomplir au mieux de leurs capacités, les obligations liées à leur poste de travail, en agissant avec diligence et assiduité, dans le cadre de l'organisation du travail mise en place par l'employeur,

- contribuer aux efforts de l'organisme employeur en vue d'améliorer l'organisation et la productivité,
- exécuter les instructions données par la hiérarchie désignée par l'employeur dans l'exercice normal de ses pouvoirs de direction,
- observer les mesures d'hygiène et de sécurité établie par l'employeur en conformité avec la législation et la réglementation, accepter les contrôles médicaux internes et externes que l'employeur peut engager dans le cadre de la médecine du travail ou du contrôle d'assiduité,
- participer aux actions de formation, de perfectionnement et de recyclage que l'employeur engage dans le cadre de l'amélioration du fonctionnement ou de l'efficacité de l'organisme employeur ou pour l'amélioration de l'hygiène et de la sécurité,
- ne pas avoir d'intérêts directs ou indirects dans une entreprise ou société concurrente, cliente ou sous-traitante, sauf accord de l'employeur et ne pas faire concurrence à l'employeur dans son champ d'activité,
- ne pas divulguer des informations d'ordre professionnel relatives aux techniques, technologies, processus de fabrication, mode d'organisation et, d'une façon générale, ne pas divulguer les documents internes à l'organisme employeur sauf s'ils sont requis par la loi ou par leur hiérarchie,
- observer les obligations découlant du contrat de travail. [03]

#### I.2.5.2. Les droits des salariés

##### ■ Une rémunération

En contrepartie du travail fourni, le travailleur a droit à une rémunération au titre de laquelle il perçoit un salaire ou un revenu proportionnel aux résultats du travail. [04]

### ▀ Le droit au repos périodique et aux congés payés

Le travailleur a droit à une journée entière de repos par semaine. Le jour normal de repos hebdomadaire qui correspond aux conditions de travail ordinaires, est fixé au vendredi. [05]

Tout travailleur a droit à un congé annuel rémunéré par l'employeur. Ce droit à congé annuel repose sur le travail effectué au cours d'une période annuelle de référence qui s'étend du 1<sup>er</sup> juillet de l'année précédant le congé au 30 juin de l'année du congé.

### ▀ Le droit à la sécurité

Le droit à la sécurité la pour vocation la protection des intérêts des salariés, ainsi que des diverses catégories de personnes actives dans un cadre organisé. Les relations de travail sont, en Algérie, réglementées par la législation du travail : celle-ci à l'instar d'autres systèmes nationaux, offre aux travailleurs des garanties de sécurité et des droits. Cette politique répond au souci de justice sociale et au désir des travailleurs de voir l'État conserver les règles juridiques sociales qui les mettent à l'abri des risques sociaux. [06]

### ▀ Le droit à la formation

Tout travailleur est tenu de suivre les cours, cycles ou actions de formation ou de perfectionnement organisés par l'employeur en vue d'actualiser, d'approfondir ou d'accroître ses connaissances générales, professionnelles et technologiques. [07]

Parmi les droits de travailleurs on a les congés tel que chaque employeur a un congé chaque année alors c'est quoi un congé ?

## I.2.6. Définition de congé

Un congé est une autorisation accordé à un employé de cesser temporairement son travail. [08]

### I.2.6.1. Gestion des congés

Le congé est une période au cours de laquelle l'employé interrompt de manière légale le service.

En principe, chaque employé dispose d'un congé annuel de 30 jours. La durée du congé tient compte de :

- Ancienneté
- Nombre d'enfants de moins de 6 ans.

La durée du congé est variable. Elle peut diminuer dans le cas d'absence déductible du congé annuel ou alors augmenter dans certains cas.

On distingue de 5 types de congés :

- Le congé payé
- Le congé de maternité
- Le congé maladie.
- Le congé pour raisons familiales
- Le congé non payé

En début d'année, chaque responsable (Chef d'agence, Chef de service) établit un **planning de départ en congé** pour tous ses collaborateurs ; document qui est ensuite étudié et approuvé par le Directeur des Ressources Humaines. [09]

### I.2.6.2. Types des congés

Un salarié a droit à différents congés, et ce sous condition, en fonction de la loi, d'une convention collective et/ou d'un accord de branche, de son contrat ou en application d'usage.

#### ▀ Les congés payés

Chaque salarié a le droit d'avoir un **congé payé**, quelle que soit sa catégorie, sa qualification, la nature de sa rémunération, son horaire de travail et le type de l'emploi ou de l'activité qu'il exerce. Chacun a le droit d'avoir 2 jours et 1/2 de congés par mois de travail effectif. Les jours de repos acquis au titre de la réduction du temps de travail Il se peut qu'un employeur mette en place quelques journées ou demi-journées de repos pour réduire la durée hebdomadaire de travail afin que celle-ci soit conforme à la durée légale de travail ou à la durée conventionnelle. Ces jours de repos correspondent ainsi au surplus d'heures. [09]

#### ▀ Le congé maternité

C'est le congé dont bénéficie la salariée enceinte durant la période qui se situe autour de la date présumée de son accouchement.

La salariée enceinte bénéficie dans ce cas de trois (03) mois rémunérés.

### ▀ Le congé pour raisons familiales

Les congés pour événements familiaux: le salarié a la possibilité de prendre des jours de congés rémunérés, sans condition d'ancienneté, pour certains événements (mariage, naissance, décès

Tout salarié peut y prétendre quelle que soit son ancienneté. Toutefois, pour obtenir son congé, il doit impérativement fournir à l'employeur un justificatif de l'événement en question. La convention collective du salarié peut prévoir des dispositions plus favorables au salarié que celles prévues dans la loi. [09]

### ▀ Le congé de longue maladie

Des absences liées à la santé peuvent survenir dans les cas suivants:

Maladie temporaire ou à long terme.

Accidents et maladies professionnelles.

Le travailleur ne doit s'absenter du travail pour cause de maladie qu'après la présentation d'un certificat médical reçu par un hôpital, un médecin ou le médecin du travail du corps utilisé, sauf en cas de maladie professionnelle. [10]

### ▀ Les congés non payés

Le congé pour convenance personnelle, souvent appelé congé sans solde, permet au salarié de ne pas travailler pendant une période donnée mais sans rémunération.

Sauf les cas expressément prévus par la loi ou par la réglementation, le travailleur, quelle que soit sa position dans la hiérarchie, ne peut être rémunéré pour une période non travaillée sans préjudice des mesures disciplinaires prévues au règlement intérieur. [11]

### I.7.1. Congé annuel

Tout travailleur a droit à un congé annuel rémunéré par l'employeur. Toute renonciation par le travailleur à tout ou partie de son congé est nulle et de nul effet. [12] Le droit à congé annuel repose sur le travail effectué au cours d'une période de référence qui s'étend du 1er juillet de l'année précédente le congé au 30 juin de l'année du congé, et Pour les travailleurs nouvellement recrutés, le point de départ de la période de référence est la date de recrutement. [13]

La rémunération de congé annuel est calculé à raison de deux jours et demi par mois de travail sans que la durée globale ne puisse excéder trente (30) jours calendaires par année de travail. [14]

Ils bénéficient d'un congé supplémentaire ne pouvant être inférieur à dix (10) jours par année de travail est accordé au travailleur exerçant dans les wilayas du Sud.

Les conventions ou accords collectifs fixent les modalités d'octroi de ce congé. [15]

### **I.7.1.1. Quelle est la durée des congés payés annuels?**

Le salarié a droit à un congé de deux jours et demi ouvrables par mois de travail effectif chez le même employeur. La durée totale du congé exigible ne peut excéder 30 jours ouvrables pour une année complète de travail. [16]

### **I.7.1.2. Demande de congé**

Tout salarié a droit chaque année à des congés payés à la charge de l'employeur. Cette période de repos, acquise à raison de deux jours et demi ouvrables par mois d'activité, peut être par ailleurs aménagée par accord d'entreprise. Mais si le salarié peut proposer les dates qui lui conviennent, c'est à l'employeur que revient la décision finale.

Le salarié peut toujours demander à son employeur de bénéficier du report de ses jours. L'employeur est alors libre d'accepter ou non la demande. S'il autorise son salarié à reporter ses jours de congés, il est alors conseillé aux deux parties de formaliser cet accord par écrit afin de prévenir tout litige ultérieur.

#### **► Comment un salarié doit-il demander ses congés payés ?**

La demande de congé payé est à déposer par courrier auprès du service des ressources humaines de l'entreprise. Les congés payés annuels se prennent en deux fois minimum (entre 2 et 4 semaines consécutives pour le congé principal). Des aménagements sont néanmoins envisageables, avec l'accord exprès des deux parties, salarié et employeur. L'entreprise peut aussi fixer par voie conventionnelle la période des congés payés : elle doit alors en informer ses salariés 2 mois avant son ouverture. [16]

#### **► L'employeur peut-il refuser les dates proposées par le salarié ?**

L'employeur n'est pas tenu de retenir les dates proposées par le salarié. Néanmoins, ce refus doit être motivé par des nécessités de service et tenir compte des spécificités familiales de chacun (enfants d'âge scolaire, etc.). Par ailleurs, le salarié doit pouvoir prendre ses congés d'été, c'est-à-dire le congé principal, entre le 1er mai et le 31 octobre : hors cette période, le refus de l'employeur est illégal. [16]

### ▮ Les congés payés peuvent-ils être reportés ou fractionnés ?

Certaines hypothèses peuvent justifier un report ou un fractionnement des congés payés, à l'initiative du salarié ou de l'employeur. Il arrive en effet que des accords collectifs, par exemple en situation de diminution ponctuelle du temps de travail, prévoient le report de la prise des congés payés sur l'année civile suivant la période légale de référence. Par ailleurs, une maladie survenue pendant la période du congé payé provoque le report d'autant de jours de congé pour le salarié. [16]

#### **I.7.1.3. Dans quels cas le salarié a-t-il droit à des congés supplémentaires ?**

Indépendamment des dispositions applicables en cas de fractionnement des congés, le salarié peut bénéficier de congés supplémentaires dans certaines situations particulières. [16]

#### **I.7.1.4. Quelles sont les conséquences de la maladie durant les congés payés ?**

##### ✓ **Le salarié tombe malade pendant ses congés**

En l'état actuel de la jurisprudence de la Cour de cassation, le salarié doit reprendre le travail à la date prévue (sous réserve, évidemment, que son arrêt de travail ait pris fin) : il ne peut exiger que son congé soit prolongé de la durée de la maladie ou qu'il soit reporté. Pendant cette période, le salarié cumule son indemnité de congés payés calculée normalement avec les indemnités journalières de maladie versée par la Sécurité sociale. En revanche, il ne perçoit pas le complément de rémunération versé par l'employeur en cas de maladie.

##### ✓ **Le salarié est absent pour maladie ou accident au moment du départ en congés**

Le salarié peut demander le report de ses congés lorsque son arrêt de travail prend fin avant que soit close la période des congés payés. L'employeur décide alors des dates du congé reporté.

Lorsque l'arrêt de travail prend fin après la clôture de la période des congés payés légale ou conventionnelle, le salarié bénéficie également d'un droit au report de ses congés payés annuels, lorsqu'il a été empêché de les prendre en raison d'absences liées à une maladie, un accident du travail ou une maladie professionnelle. [16]

### **I.7.2. C'est quoi un reliquat ?**

#### **I.7.2.1. Définition du reliquat**

Ce qui reste dû après un arrêté de compte.

Reste d'une maladie incomplètement guérie. Il continue à tousser ; ce rhume lui a laissé un mauvais reliquat.

Au plus. Les reliquats d'une repose, ce qui en reste. Nous dînâmes très bien des reliquats du festin de la veille. [17]

**I.7.3. Logiciels qui gèrent les congés**

Le logiciel de gestion des congés s'impose de plus en plus dans les entreprises et organisations pour dématérialiser et simplifier des processus RH lourds.

Logiciel	Entreprises concernées	Avantage
JourOff	TPE, PME et ETI	Va plus loin que la gestion des congés
Figgo	Startups, PME, ETI et grands comptes	Facilité de prise en main et d'utilisation
OHRis Congés	TPE, PME, ETI et grands groupes	Expertise métier
Azuneed RH - planning congés	TPE et PME	Très bon rapport qualité/prix

**Tableau I. 1:** comparatif de logiciels de gestion des congés.

▀ **JourOff**

JourOff intègre une dimension organisationnelle à votre gestion des congés grâce un espace collaboratif. Les salariés font leurs demandes d'absence dans l'outil en ligne en quelques clics

Quels avantages présente l'utilisation de JourOff?

- Vous déléguez vos tâches critiques à votre équipe avant de partir en congés.
- À votre retour, vous visualisez rapidement ce qui a été fait et ce qui reste à faire.
- Vous ne perdez plus une journée à lire vos emails et vous mettre à jour sur les projets en cours.

En bref, vous disposez d'un logiciel RH avec des notifications temps réel, des messages instantanés et un espace d'organisation de tâches. La collaboration se place au service de votre gestion des congés. [18]

▀ **Figgo**

Figgo est une solution SaaS conçue pour simplifier la gestion et le traitement des congés et absences. Accès aux soldes, circuit de validation et envoi en paie, l'ensemble du

processus est automatisé pour gagner du temps et optimiser l'organisation des différents services de l'entreprise. Figgo, c'est aussi une **application smartphone** pour une utilisation encore plus simple et plus pratique.

Pour faire une demande d'absence, il suffit de deux clics : le premier sur la date de début, le second sur la date de fin d'absence. Le compteur d'absence s'affiche ; vous choisissez de répartir vos jours d'absence selon vos soldes et selon les règles de gestion en vigueur dans l'entreprise :

- de congés payés accumulés sur différentes périodes,
- de congés sans solde,
- de congés pour événements familiaux,
- de congés de fractionnement, d'ancienneté, etc.

Vous validez et votre manager reçoit votre demande par email.

### ■ OHRis Congés

OHRis Congés a déjà convaincu près de 450 000 utilisateurs. Son expertise métier permet de répondre au mieux à vos besoins. La solution gère les congés pour toutes les entreprises, y compris les contextes multi-sociétés.

Avantage :

- une interface web responsive et conviviale,
- une prise en main très rapide pour vos collaborateurs,
- des informations disponibles en temps réel,

### ■ Azuneed RH - planning congés

Azuneed RH - planning congés promet un gain de temps de 30 % grâce à l'automatisation de la saisie et de la gestion des congés et absences. Vous accédez à un calendrier collaboratif en ligne et simplifiez le processus de validation pour les managers.

Tous les types de congés et absences sont pris en compte dans Azuneed :

- CP ouvrés/ouvrables,
- Récupération,

- Maladie,
- Congés parentaux.

Tous les échanges sont horodatés et archivés pour suivi complet. Le solde de congés de vos salariés est mis à jour automatiquement.

### **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons défini l'entreprise comme une unité économique associant des ressources industrielles et humaines, Ces dernières sont férues de tous les droits et devoirs du travailleur, donc nous citons par exemple : le droit aux congés, décrits dans ce chapitre, en détail.

Le chapitre suivant présente le processus mis en place par les entreprises pour veiller à la bonne circulation de l'information et à la distribution des tâches avec des résultats plus ou moins convaincants. Les outils liés aux Workflows sont aujourd'hui en plein essor et représente une véritable révolution dans les entreprises.

# **Chapitre II :**

# **Le Workflow**

## **II. Le workflow**

### **II.1. Introduction**

Dans ce chapitre nous allons présenter le workflow. Cette technologie pluridisciplinaire introduite dans le domaine des organisations résulte de la combinaison de plusieurs domaines tels que le génie logiciel, la modélisation de l'entreprise, la composition des services web, etc. Pour clarifier ce concept nous allons commencer par une définition donnée par WfMC<sup>1</sup>, une des organisations internationales de normalisation dans ce domaine nous présentons aussi le modèle de référence le plus dominant et les types des workflow existants.

### **II.3. Concepts clés**

#### **II.3.1 Processus métier**

Processus métier est un ensemble de procédure et d'activités plus au moins liées qui réalisent collectivement un objectif métier [19,20], en général au sein d'une structure organisationnelle définissant des rôles et des relations fonctionnelles. Un processus métier peut être entièrement inclus dans une organisation simple ou peut s'étendre sur plusieurs organisations.

Un Processus métier peut combiner des activités automatiques et des activités manuelles (WFMC).

#### **II.3.2 Modèle de processus**

C'est la représentation d'un processus métier dans une forme qui supporte des manipulations automatiques comme la modélisation et l'exécution par un système de gestion de workflow une telle définition consiste en un réseau d'activité, en des critères pour indiquer le démarrage et la terminaison du processus, ainsi que des informations sur les activités

Comme les participants, les applications et les données permettant la mise en œuvre des processus.

#### **II.3.3 Tâche**

Un processus métier est constitué d'un ensemble de tâches liées par des transitions [21]. Une tâche peut être manuelle ou automatique. Pour s'exécuter, elle utilise des ressources humaines et/ou machines. Quand une ressources et requise, la réalisation de l'activité est attribuée à un participant.

---

<sup>1</sup> WFMC : WorkFlow Management Coalition.

1) **Tâche automatique** : une activité qui s'exécute sur un ordinateur et qui est entièrement contrôlée par le système de gestion de processus.

2) **Tâche manuelle** : une activité non automatisée qui reste en dehors du contrôle du système de gestion de processus.

### II.3.4 Nœud

Action interne à l'application mais n'ayant pas d'interaction ni avec l'utilisateur ni avec un élément externe.

### II.3.5 Transitions

Elles sont utilisées pour relier tous ces nœuds, représentant le changement d'un nœud à un autre au sein de l'instance.

Une transition est un point dans l'exécution d'une instance de processus ou une activité se termine et une autre démarre.

Une transition peut être inconditionnelle (la terminaison de l'activité précédente déclenche le démarrage de l'activité (ou les activités) suivante(s) ou conditionnelle (ce déclenchement est gardé par une condition logique).

### II.3.6 Evènement

Chaque nœud possède trois évènements déclencheurs :

1. onNodeEnter : déclenchée à l'entrée du nœud.
2. onNodeLeave : déclenchée à la sortie du nœud courant.
3. on transition : déclenchée lors de la transition du nœud suivant un évènement n'est pas lié qu'à une action, mais peut déclencher plusieurs actions.

☞ *Exemple*

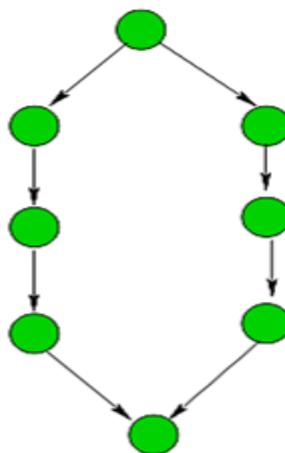


Figure II. 1:un évènement des nœuds.

**II.4. Définitions de workflow**

Le workflow est l'automatisation totale ou partielle de l'exécution de processus métier exécution au cours de laquelle des documents, des informations et des tâches passant d'un participant à un autre pour exécuter des actions précises selon des règles prédéfinies.

Un workflow est un ensemble d'actions (étapes) s'enchaînant dans un ordre prédéfini. Ces actions peuvent s'enchaîner en fonction des conditions, d'interactions avec d'autres workflow ou en fonction d'interactions humaines. Les actions sont appelées également des activités. Une activité est un composant réutilisable représentant une étape d'un workflow.

Un workflow est une représentation d'un procédé métier dans un format interprétable par la machine. Il est constitué d'un réseau d'activités et de dépendances entre elles, des critères pour spécifier le démarrage et la terminaison d'un procédé et des informations sur les activités individuelles (participants, applications, données informatiques associées, etc.).

Les activités et les procédés ont des données en entrée et en sortie. Ces données sont représentées comme des ensembles d'éléments de données, appelés conteneurs. [22]

**II.4.1 Cycle de vie d'un workflow**

Le cycle de vie d'un workflow (**Figure II.2**) est composé essentiellement de deux étapes. [23]

1. La première étape est consacrée à la modélisation (ou l'édition) d'un processus, C'est-à-dire à la conception d'un schéma de processus. On la retrouve également sous le vocabulaire anglais "Build time". Dans la plupart des Systèmes de gestion Workflow (SGWf<sup>2</sup>), un environnement graphique est proposé pour cette étape.
2. La deuxième étape est consacrée à l'instanciation d'un schéma de processus appelé "Cas" et à l'exécution de celui-ci. L'exécution peut faire appel à l'utilisateur et/ou à des applications externes. Cette étape est connue sous le vocabulaire anglais de "Run time". Le composant logiciel chargé de cette étape s'appelle un moteur de workflow. [24]

---

<sup>2</sup> SGWf : Systèmes de gestion Workflow

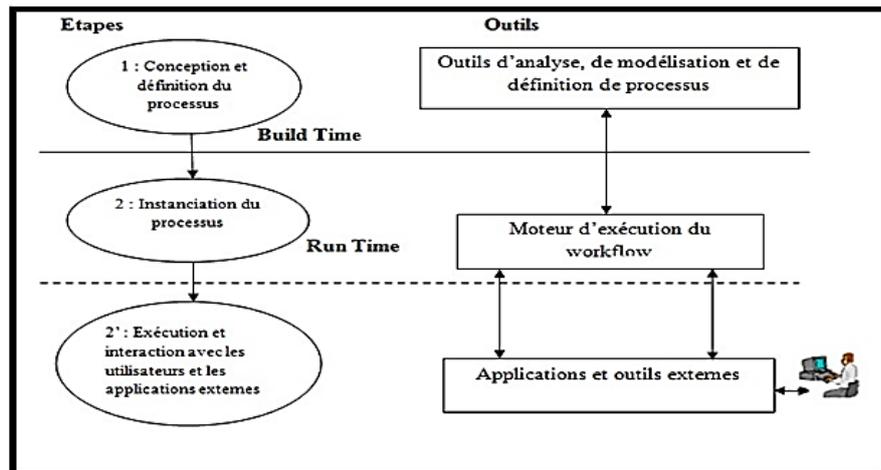


Figure II. 2: Cycle de vie de workflow.

Pour que les WFs puissent être utilisés de manière efficace, il est important qu'il intègre les capacités suivantes [25] :

- a. Supporter les changements des modèles de processus.
- b. Permettre la surveillance de l'exécution des processus.
- c. Permettre la distribution des processus à travers des domaines d'affaires.
- d. Supporter l'assignation des ressources et des étapes des processus.

#### II.4.2 Système de gestion de workflow

Un système de gestion de Workflow (SGWf) se définit comme un système qui définit, implémente et gère l'exécution du processus workflow à l'aide d'un environnement logiciel fonctionnant avec un ou plusieurs moteurs de workflow. Il est capable d'interpréter la définition d'un processus, de gérer la coordination des participants et d'appeler des applications externes dont l'ordre d'exécution est pré défini dans une représentation informatique de la logique de ces procédures.

Le SGWF d'un WF<sup>3</sup> joue le même rôle qu'un système de gestion de base de données, il représente l'infrastructure de support d'un WF et de ses processus métiers.

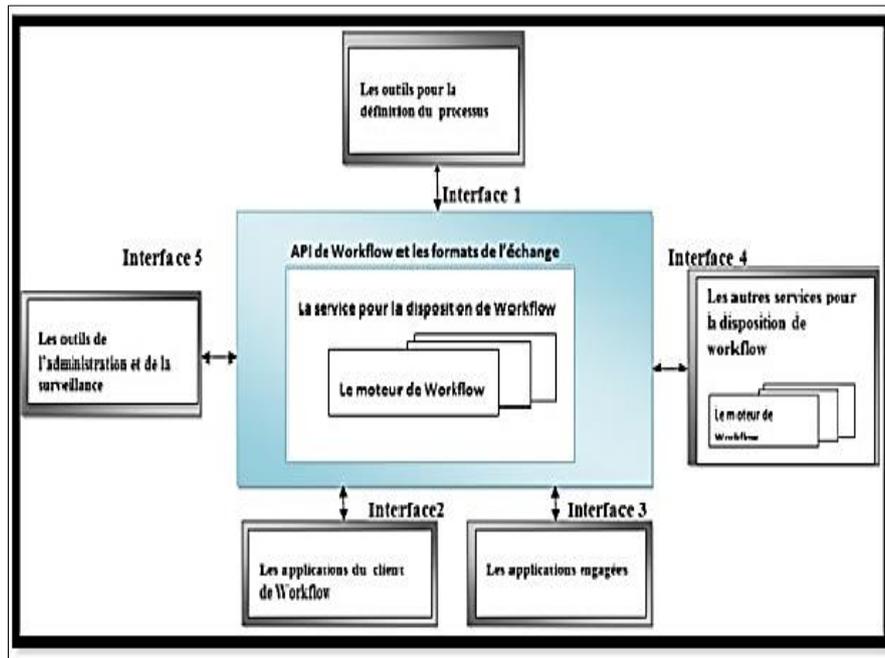
#### II.4.3 Le modèle de référence pour le workflow

Pour permettre l'émergence de standards dans le monde des systèmes des workflows, des éditeurs de logiciels, des laboratoires de recherches et des utilisateurs de ces systèmes ont créé le consortium Workflow Management Coalition (WfMC). L'objectif de cette association est la promotion et le développement des systèmes de workflows. Pour cela, ils ont réalisé un

<sup>3</sup> WF : WorkFlow

glossaire afin d'unifier la terminologie, ils ont défini un modèle de référence tel qu'il est noté dans la figure II.3 centré autour du moteur d'exécution. [26]

Le modèle de référence identifie les composants de base, ainsi que les interfaces qui permettent l'interopérabilité entre les différents produits workflow. Ces composants sont illustrés dans la figure ci-dessous.



**Figure II. 3:**Le modèle de référence du workflow.

- 1) **Le service pour la disposition de workflow** : est un service logiciel composé d'un ou plusieurs moteurs Workflow de même type qui servent à définir, gérer et exécuter des procédures Workflow.
- 2) **Le moteur de workflow** : est un service logiciel qui fournit tout ou partie de l'environnement d'exécution d'un workflow.
- 3) **L'Interface 1** : fournit le lien entre les outils de création et de modification des workflows et le moteur de workflow.
- 4) **L'Interface 2** : permet la communication entre les applications du client de workflow et le moteur de workflow.
- 5) **L'Interface 3** : permet d'invoquer des applications bien déterminées d'une activité donnée afin d'exécuter des tâches spécifiques.
- 6) **L'Interface 4** : permet l'interopérabilité et l'échange de travail entre plusieurs systèmes de gestion des workflows autonomes.

7) **L'Interface 5** : permet l'interconnexion entre outils d'administration et de **surveillance** et le moteur de workflow. Elle est divisée en deux parties :

a) les fonctions de système de gestion de workflow et les fonctions de cheminement de workflow.

b) Les outils d'administration et de surveillance peuvent auditer par exemple les temps d'attente, de complétion et d'exécution ainsi que le routage.

### II.4.4 Types de workflow

D'après [27,28] il y a quatre catégories complémentaires de workflow, qui sont :

#### II.4.4.1 Workflow d'administration

Un WF d'administration permet de gérer des procédures administratives dont les règles de déroulement sont bien établies et connues par chacun au sein de l'entreprise [29, 30]. Il est caractérisé par la circulation de documents/formulaires à travers l'entreprise (par exemple: demande de remboursement de frais de missions, demande des congés etc.).

De ce fait, il aide à transformer la circulation de documents papiers en circulation de documents électroniques. Les workflows d'administration ne sont pas d'une très grande valeur ajoutée pour une entreprise d'une part, et d'autre part, ils sont assez statiques si l'on considère leur degré de répétition élevé.

1) **Processus concernés** : Les processus de soutien de l'entreprise.

2) **Caractéristiques** : Il s'agit d'automatiser, suivant des procédures prédéfinies, la manipulation de formulaires électroniques en remplacement des imprimés. En effet, ces formulaires ont pour objectif de simplifier les procédures répétitives. Ils limitent la circulation du papier. Un formulaire s'accompagne généralement de la gestion du circuit<<route>> qu'il doit emprunter en cas de réussite (validation) ou échec (rejet). De par la nature des informations transmises, le niveau de sécurité requis peut nécessiter l'utilisation de signatures électroniques. Lorsqu'un acteur utilise un circuit au travers d'un message ou d'un formulaire, il doit être capable de savoir où situer le message dans le circuit et ce, à tout moment.

☞ **Exemples** : traitement des frais de déplacement, traitement des demandes de congés, traitement des prêts...

#### II.4.4.2 Workflow de production

Un workflow de production permet de gérer les processus de production dans l'entreprise. Il constitue généralement le cœur de métier de l'entreprise et sa valeur ajoutée dépend énormément de la qualité de ce workflow. C'est l'efficacité de ce type de workflows qui assure à l'entreprise des avantages compétitifs [31,32,33] (par exemple : workflow de

livraison pour une entreprise de vente en ligne, procédé de gestion de prêts dans une banque, workflow de gestion des demandes de dommages et intérêts au sein d'une compagnie d'assurance, workflow de gestion de la chaîne de production chez un constructeur automobile, etc.).

- 1) **Processus concernés** : les processus opérationnels, répétitifs et critiques pour la performance globale de l'entreprise ou de l'unité organisationnelle qui en est responsable. Ce sont des processus inhérents aux métiers de base de l'entreprise.
- 2) **Caractéristique** : un workflow de production et caractérisé par un cadre procédural formel qui s'applique à toutes les activités et à tous les rôles impliqués, dans l'accomplissement d'un processus donné. Les procédures sont définies par des circuits de documents prédéfinis et formalisés en application de règles particulières. Ces applications workflow sont généralement intégrées aux applications de production mises en œuvre dans les métiers correspondants. L'interfaçage avec les applications existantes est alors nécessaire.

☞ **Exemples** : le traitement des contrats d'assurance. Le commerce électronique. Le traitement des achats...

### II.4.4.3 Workflow de collaboration ou coopératif

Un workflow de collaboration [33, 34, 35,36] permet de gérer la conscience et la collaboration de groupe lors d'un projet de travail créatif (par exemple : conception logicielle, réalisation d'un plan de bâtiment, montage d'un projet, etc.). Il est caractérisé par une forte valeur ajoutée au sein de l'entreprise, mais par un faible degré de répétition. Il se distingue des autres types de workflows par le grand nombre de participants qui interagissent en permanence pour la réalisation du projet en commun. La complexité de ce type de procédé réside dans la difficulté de modélisation de la méthodologie de travail à suivre surtout qu'il faut prévoir, pendant le déroulement du workflow, l'arrivée de nouveaux participants, la création de nouvelles activités à intégrer et à gérer, etc.

- 1) **Processus concernés et exemples** : Le processus de recherche et développement, le processus de conception et de lancement d'un nouveau produit ou d'un nouveau service, le processus d'innovation de produits, le processus de planification stratégique...
- 2) **Caractéristiques** : les applications de workflow de type coopératif allient la complexité des processus et la souplesse organisationnelle attendue des utilisateurs. Les membres d'un groupe modélisent le processus de travail, fixent les règles,

exploitent directement l'application et peuvent faire évoluer le processus et ses règles de gestion en fonction des évolutions des modes opératoires. [33]

### II.4.4.4 Workflow ad-hoc

Un workflow ad-hoc [37] représente une classe de workflows destinés à des situations spécifiques où la logique de déroulement à suivre est définie durant l'exécution. Il forme une solution hybride rassemblant des caractéristiques d'administration, de production et de collaboration. Ce type de workflow gère des situations uniques ou causées par des exceptions.

Généralement, ce type de workflow ne possède pas de structure prédéfinie, l'étape ultérieure à suivre est déterminée essentiellement par les participants au workflow. Par exemple, si un coordinateur envoie une note d'information aux membres de son équipe, ces derniers ont le choix de faire ce qu'ils veulent avec cette note. Ils peuvent éventuellement la renvoyer à d'autres personnes qu'elle peut intéresser.

- 1) **Processus concernés** : les procédures d'exception, occasionnelles voire uniques. Ces processus pourraient, dans certains cas, représenter des enjeux critiques pour la performance de l'entreprise mais ils sont le plus souvent liés à des routines administratives. Contrairement aux workflow de production. Ils sont caractérisés par plus difficiles à définir en détail.
- 2) **Caractéristiques** : Les applications (interfaçage nécessaire) sont plutôt des outils bureautiques tels que tableurs et traitements de texte que des applications de gestion plus lourdes.

☞ **Exemples** : La gestion de correspondance institutionnelle exigeant, parfois, des révisions de recrutement d'une compétence particulière, rédaction collective d'un rapport d'expertise, enquêtes et sondages...

### II.4.5 Concepts de base de WF

Les concepts de base de workflow sont expliqués par la métaphore de "3R" (Routes, Rules, Rôles) de **Ronni Marshak**. [38]

#### 1) Le routage organise la dynamique des processus

Le routage des documents, des informations, ou des tâches a été la première grande fonction du workflow. Ce routage désigne les itinéraires d'un workflow, c'est-à-dire les chemins que prennent les différents résultats d'une activité à l'autre, d'un rôle à l'autre et donc, d'un participant à l'autre. Ces chemins peuvent être totalement ou partiellement spécifiés à l'avance. Ou alors aucun chemin n'est prédéfini, l'ordonnancement des activités n'est défini qu'au moment de l'action. L'optimisation d'un workflow est réalisée lorsqu'on spécifie

l'ordonnancement des interdépendances fondamentales mais qu'on laisse quand même une petite marge de manœuvre à l'acteur afin de rester flexible.

### 2) Les règles formalisent la coordination

La gestion des règles de coordination des activités est complémentaire au routage car l'itinéraire d'un processus dépend des règles qui définissent à la fois la nature des informations et leurs modalités de transport d'une personne à l'autre. Ces règles peuvent être simples, compliquées ou complexes, mais ce qui est sûr c'est qu'elles sont indispensables au workflow.

### 3) Les rôles accomplissent des activités

Finalement, il faut gérer les différents rôles, le troisième "R" de la métaphore. Il s'agit de gérer les différentes personnes qui accomplissent les tâches et qui communiquent entre elles. Ici, il est important de noter qu'en fait, on ne gère pas des personnes en tant qu'individus mais en tant que rôles, c'est-à-dire des fonctions. Ces rôles ne sont pas nécessairement des personnes, car les tâches ne sont pas nécessairement réalisées par des personnes. Router un courrier électronique, faire des calculs complexes sont des exemples de tâches qui peuvent facilement être automatisées par des programmes.

## II.4.6 Les typologies des applications de Workflow

Il existe plusieurs typologies d'applications de Workflow. L'étude des critères techniques permet d'établir une classification basée sur la technologie dominante (messagerie ou base de données). Celle des critères permet d'établir une classification fondée sur les services proposés par les systèmes de gestion de Workflow.

Ces différentes typologies sont utiles pour comprendre ce qu'est le workflow, elles sont également une aide à décision par rapport à une problématique de terrain. [31]

### II.4.6.1 Une typologie technique

Consiste à faire la distinction entre les solutions de workflow reposant sur l'exploitation d'une messagerie, celles reposant sur l'exploitation d'une base de données et celles reposant sur les deux à la fois. C'est une classification utile au moment du choix d'un logiciel de workflow. En effet, la technologie détermine les implications d'intégration à l'infrastructure réseau de l'organisation comme aux autres applications existantes appelées par les activités de workflow.

#### II.4.6.1.1 Le workflow fondé sur une messagerie

De façon générale, On associe l'automatisation du workflow, au routage automatique de documents. Le routage repose sur une messagerie pour acheminer les documents d'une personne à une autre. Le workflow par routage imite le circuit papier : une personne réalise

une action sur un document, qui est ensuite envoyé à la personne suivante. L'inconvénient est qu'une fois envoyé, le document ne peut être consulté que par la personne à qui il est destiné. [33]

On distingue deux familles parmi les applications de workflow fondées sur une messagerie :

1) Les applications communicantes qui intègrent des fonctionnalités de messageries. Les fonctionnalités des messageries (notifications, accusés de réception, règles, archivage, signatures électroniques) suffisent dans de nombreux cas à créer et gérer des workflows légers.

2) Les applications communicantes qui intègrent des fonctionnalités de workflow. Ces produits sont dotés de fonctionnalités capables de gérer les flux les plus couramment utilisés dans les transactions liées au métier de l'entreprise.

C'est le cas, par exemple, des gestionnaires de formulaires. Ils intègrent des fonctionnalités de messagerie et de workflow. Les utilisations peuvent envoyer des formulaires, les transférer en fonction d'un circuit prédéfini et suivre leur progression dans le circuit. [29]

### II.4.6.1.2 Le workflow fondé sur une base de données

Les systèmes de workflow s'appuyant sur une base de données permettant aux utilisateurs de consulter une base de suivi pour vérifier l'état des documents.

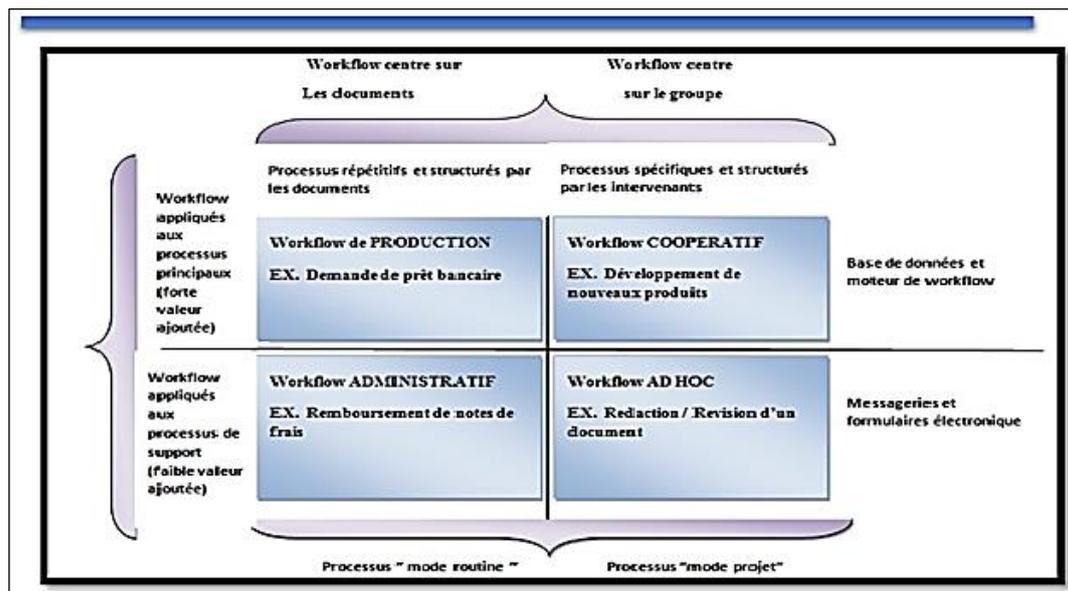
Le moteur de workflow s'exécute sur la partie serveur. Le client ne gère que l'interface graphique. Le serveur stocke et gère les bases de données contenant les modèles de workflow, les carnets d'adresse des utilisateurs et des groupes. Le serveur gère aussi le moteur de workflow. Ce moteur est responsable de l'activation du workflow, du suivi, des notifications, des règles. Il peut s'interfacer à d'autres moteurs de transport pour transférer les objets sur un trajet défini. [29]

Ce modèle présente plusieurs avantages :

1) Du fait qu'elle réside sur un serveur, la base de données est soumise aux processus de celui-ci capables d'initier une action sans activité particulière de la part de l'utilisateur ou d'une condition externe.

2) Le document reste accessible aux autres personnes pendant le déroulement du processus.

3) La gestion du workflow est facilitée. Le serveur peut contrôler des instances spécifiques du processus tout en conservant des statistiques consolidées du processus global, ces dernières assurant une gestion et planification améliorées du workflow. [33]



**Figure II. 4:** Typologie fonctionnelle des applications de workflow.

#### II.4.7 Regroupement des workflows

Une première manière de regrouper les workflows est la suivante :

- ▀ Les workflows documentaires (rédaction, validation, traduction de documents).
- ▀ Les workflows métiers, représentant un processus transverse à l'entreprise (concerne Plusieurs entités organisationnelles). Il s'agit le plus souvent de procédures rattachées à une division opérationnelle de l'entreprise. Cette procédure peut être qualifiée de procédure métier, processus métier, procédure opérationnelle ou Business Process. Cela désigne un ensemble d'activités qui s'enchaînent de manière chronologique pour atteindre un objectif, généralement délivrer un produit ou un service, dans le contexte d'une organisation de travail (exemple : une entreprise, administration, etc.).

Ainsi, on qualifie de Business Process (processus métier) l'ensemble des activités et de procédures qui permettent collectivement la réalisation d'un objectif métier. Le workflow correspond à l'automatisation de ce Business Process.

#### II.4.8 Modélisation des workflow

Un système workflow est modélisé selon plusieurs aspects, selon [39]

##### II.4.8.1 L'aspect fonctionnel

L'aspect fonctionnel concerne l'identification des activités des processus que l'on souhaite modéliser. Il permet d'établir la hiérarchie des activités, c'est-à-dire d'exprimer de possibles décompositions en termes de sous-processus. Enfin, le modèle fonctionnel doit aussi représenter le flux de données associées aux activités et les interdépendances de données entre les activités (data flow).

### II.4.8.2 L'aspect comportemental

Il correspond à la dynamique du processus. Le comportement s'exprime par la modélisation d'un contrôle de flux entre les activités. Ce dernier permet d'indiquer la chronologie de l'exécution des activités, leur flux (séquentiel ou parallèle), les points de synchronisation entre activités ou au contraire, les points de disjonction. De plus, il doit représenter les évènements qui permettent de déclencher les activités. Notons pour souligner l'importance de ce modèle, qui permet l'exécution du Workflow. L'aspect comportemental est également appelé aspect de coordination.

### II.4.8.3. L'aspect informationnel (donnée)

Cet aspect concerne l'ensemble des informations et des données qui sont associées aux activités. Il décrit en détail les relations qui existent entre les données, leur type et leur structure.

### II.4.8.4. L'aspect organisationnel

Il concerne la description de l'organisation des acteurs de l'entreprise. Le modèle organisationnel peut refléter fidèlement l'organigramme de l'entreprise, c'est-à-dire la décomposition hiérarchique de celle-ci en départements et services ou bien décrire des unités organisationnelles dans lesquelles on identifie des acteurs. Selon la méthode choisie, la description est plus ou moins détaillée et permet d'établir des liens hiérarchiques entre les acteurs ainsi que des relations entre unités organisationnelles ou départements. Toutefois, quelle que soit la méthode retenue, la description des rôles associés aux différentes activités reste invariante. Les rôles créent l'interface entre le modèle organisationnel et les modèles représentant les activités.

## II.5. Les Domaines de l'entreprise intéressés par une application de Workflow

Il y a plusieurs domaines dans l'entreprise qui peuvent être intéressés par une application Workflow dont on peut citer :

- ▶ L'organisation.
- ▶ La collaboration.
- ▶ La production.
- ▶ La gestion des ressources humaines.
- ▶ La gestion de relation client.

Le Workflow est Adapté de plus en plus aux procédures bien définies à savoir:

- ▶ Traitement des demandes de congé ou de mutation
- ▶ Des lettres de réclamation des clients

- ▀ Préparation du budget annuel.
- ▀ Préparation des instructions de demande de crédit
- ▀ Préparation des contrats avec les fournisseurs et partenaires.

### II.7. Impacts du workflow

Les différents avantages et bénéfices rencontrés lors de l'introduction d'un système de workflow peuvent être de deux natures. Soit ils sont mesurables donc tangibles, soit ils sont moins « palpables », mais contribuent tout autant à l'amélioration significative de la qualité du travail effectué. [40]

#### II.7.1. Gains tangibles

Du côté des gains tangibles nous retrouvons les éléments suivants :

- ▀ **Réduction des coûts opérationnels** : les organisations utilisant des systèmes de workflow constatent une diminution des coûts de transition.
- ▀ **Amélioration de la productivité** : les opérations routinières et répétitives peuvent être automatisées réduisant ainsi significativement le temps d'exécution du processus .De plus, le travail peut être effectué 24h/24, ceci étant un facteur vital pour les multinationales et les entreprises effectuant des transactions commerciales par le biais d'Internet.
- ▀ **Processus plus rapides** : deux facteurs expliquent le gain de temps des processus gérés par des systèmes de workflow .le premier, est dû à l'automatisation des opérations routinières. Le deuxième concerne les activités « manuelle » où nécessitant une intervention humaine. celles –ci, peuvent souvent être effectuées parallèlement (en tous cas pour une partie d'entre elles). Le workflow permet dans ce cas, grâce à une. coordination efficace et une attribution des activités à plusieurs acteurs, de faire progresser le processus nettement plus rapidement.

#### II.7.2. Gains intangibles

Ces gains sont les suivants :

- ▀ **Service amélioré** : grâce à la rapidité de gestion des demandes de la clientèle ainsi qu'à une meilleure information sur l'état d'avancement de celle-ci, le service rendu aux clients s'en trouve amélioré.
- ▀ **Amélioration des conditions de travail des employés** : Les tâches répétitives et peu gratifiantes peuvent être automatisées, libérant de cette façon le personnel pour des activités plus intéressante.

- ▶ **Facilitation du changement** : Les entreprises peuvent constamment, grâce aux systèmes de workflow, redéfinir et automatiser leur processus.
- ▶ **Augmentation de la qualité** : Suite aux automatisations des tâches répétitives, ainsi qu'à une meilleure coordination et compréhension du travail ; les erreurs sont plus rares.
- ▶ **Communication facilitée** : Grâce aux informations disponibles concernant les tâches à effectuer et l'état d'avancement des processus, la communication et la transparence du travail sont améliorés.
- ▶ **Aide à la prise de décision** : Etant informé du déroulement des processus et des activités, il est plus facile de prendre les bonnes décisions.
- ▶ **Amélioration du planning** : les informations disponibles concernant l'organisation, son business et ses processus améliorent les facultés de planning.
- ▶ **Communication inter-entreprises** : La gestion de processus inter-entreprises augmente considérablement la productivité de la transparence du marché.

### II.8. Conclusion

Nous présentent dans cette partie une synthèse bibliographique sur les principaux concepts de workflow et ses différents types (production, administratifs, ad hoc ou collaboratifs), et ces avantages et des inconvénients, nous avons aussi cité les phases de cycle de vie de workflow. et dans le chapitre suivant nous présentons les systèmes multi-agents.

# **Chapitre III : Les Systèmes Multi-Agents**

## III. Les systèmes multi-agents

### III.1. Introduction

Les systèmes multi-agents constituent aujourd'hui une nouvelle technologie pour la conception et le contrôle de systèmes complexes. Ils sont composés d'entités logicielles ou matérielles autonomes appelées agents, ces systèmes possèdent généralement plusieurs caractéristiques intéressantes, comme le parallélisme, la robustesse et l'extensibilité.

L'approche multi-agents repose sur plusieurs théories et concepts qui trouvent leurs origines dans plusieurs disciplines telles que la sociologie, les systèmes répartis et le génie logiciel.

#### III.1.1 Positionnement historique

Les systèmes multi-agents se positionnent au carrefour de la programmation (ce sont des logiciels), de l'intelligence artificielle (autonomie de décision), et des systèmes répartis (décentralisation).

Historiquement, on peut replacer le concept d'agent et de système multi-agents dans l'histoire de l'intelligence artificielle et de manière duale dans l'histoire de la programmation.

La notion d'agent est de fait à la base des débuts de l'intelligence artificielle (**IA**<sup>4</sup>). Mais cette discipline s'est focalisée sur la modélisation des capacités intelligentes d'une unique entité pour résoudre des problèmes. Il en a résulté une première génération de programmes informatiques évolués, tels les systèmes experts.

Mais, même restreint à un domaine spécialisé (domaine expert), Un tel système expert était censé résoudre tout seul les problèmes de manière autarcique.

L'accent a donc été mis progressivement à partir de la fin des années 70 sur une résolution distribuée de problèmes complexes, par coordination d'un certain nombre d'agents, ce que l'on a alors commencé à appeler « systèmes multi-agents ». On utilise également le terme quasiment équivalent « **IA distribuée** » (avec son acronyme **IAD**<sup>5</sup>, en anglais **DAI**<sup>6</sup>) pour bien montrer l'opposition à l'**IA** classique autarcique et **IA** centralisée.

Il est important pour la suite de pouvoir définir certains termes qui reviendront très souvent dans ce mémoire à savoir Agent, Système multi-agents, etc. Il est important de

---

<sup>4</sup> IA : Intelligence Artificielle

<sup>5</sup> IAD : Intelligence Artificielle Distribuée

<sup>6</sup> DAI : Distributed Artificial Intelligence

notifier que les définitions que nous présentons ici s'inscrivent dans le cadre de notre travail et peuvent donc avoir d'autres connotations dans d'autres domaines.

### III.2. Qu'est-ce qu'un agent ?

Il y a un nombre important d'ouvrages offrant des définitions des agents et des systèmes multi-agents. Les difficultés sont semblables en quelque sorte à celles rencontrées par les scientifiques qui ont essayé de définir la notion d'intelligence artificielle. Pourquoi a-t-il été si difficile de définir l'intelligence artificielle et pourquoi est-il si difficile de définir les systèmes d'agents, quand d'autres concepts de l'informatique, tels que l'objet et l'orienté objet, le calcul distribué, etc., n'ont pas rencontré DAI : une si grande résistance à être définis.

Une réponse possible est que la notion d'agent, ainsi que la notion d'intelligence artificielle, ont émergé des humains et de la société humaine. Il est évidemment difficile de modéliser ou de simuler le comportement spécifique humain au moyen de programmes informatiques.

Il y'a plus de 30 ans, les scientifiques ont essayé d'écrire des programmes pour mimer le comportement humain intelligent, dont le but était de créer un système artificiel ayant les mêmes capacités qu'une personne intelligente.

Il n'y a pas une définition acceptée en unanimité pour la notion d'agent. Dans ce qui suit, on présente les définitions les plus importantes.

- Un agent est une entité qui perçoit son environnement et agit sur celui-ci. [41]
- Un agent est un système informatique, situé dans un environnement, et qui agit d'une façon autonome pour atteindre les objectifs pour lesquels il a été conçu. [42]
- Un agent est une entité qui fonctionne continuellement et de manière autonome dans un environnement où d'autres processus se déroulent et d'autres agents existent ; [43]
- Un agent est une entité autonome, réelle ou abstraite, qui est capable d'agir sur elle-même et sur son environnement, qui dans un univers multi-agents, peut communiquer avec d'autres agents, et dont le comportement est la conséquence de ses observations, de ses connaissances et des interactions avec les autres agents. [44]

Nous pouvons identifier deux tendances principales en comparant les définitions données ci-dessus pour les agents et les agences. Quelques chercheurs considèrent que nous pouvons définir un agent en isolation, alors que d'autres considèrent les agents principalement comme entités agissant dans une société d'autres agents, à savoir le paradigme des systèmes multi-agents.

Les deux tendances ont déjà donné des résultats. C'est vrai qu'on pense que c'est le paradigme des SMA<sup>7</sup> qui va s'imposer comme prépondérant car il est plutôt difficile de compter qu'un agent existe seulement comme une entité pour lui seul et ne rencontrera pas d'autres agents (soit artificiels ou humains) dans son environnement.

Les agents personnels, ou les agents d'information, qui ne sont pas censés principalement travailler collectivement pour résoudre des problèmes, auront certainement beaucoup à gagner s'ils agissent par interaction avec d'autres agents et bientôt, avec la diffusion large de la technologie multi-agents, ils ne pourront pas réaliser leurs tâches en isolation. Par conséquent, les chercheurs considèrent la dimension sociale d'un agent comme une de ses caractéristiques essentielles.

D'autres considèrent la mobilité en tant qu'une des caractéristiques des agents informatiques. On a des réserves sur cette opinion parce que la mobilité est un aspect relié principalement à la mise en place ou à la réalisation des agents, soient-ils logiciels (agents mobiles sur la toile) ou matériels (robots qui se déplacent dans le monde physique) et peut être comprise dans la capacité des agents d'interagir avec l'environnement.

En partant de l'ouvrage de [45], et des définitions citées, on peut identifier les caractéristiques suivantes pour la notion d'agent:

- ▀ **Situé** – l'agent est capable d'agir sur son environnement à partir des entrées sensorielles qu'il reçoit de ce même environnement;
- ▀ **Autonome** – l'agent est **capable** d'agir sans l'intervention d'un tiers (humain ou agent) et contrôle ses propres actions ainsi que son état interne;
- ▀ **Proactif** – l'agent doit exhiber un comportement proactif et opportuniste, tout en étant capable de prendre l'initiative au bon moment;
- ▀ **Capable de répondre à temps** – l'agent doit être capable de percevoir son environnement et d'élaborer une réponse dans le temps requise;
- ▀ **Social** – l'agent doit être capable d'interagir avec d'autres agents (logiciels ou humains) afin d'accomplir des tâches ou aider ces agents à accomplir les leurs.

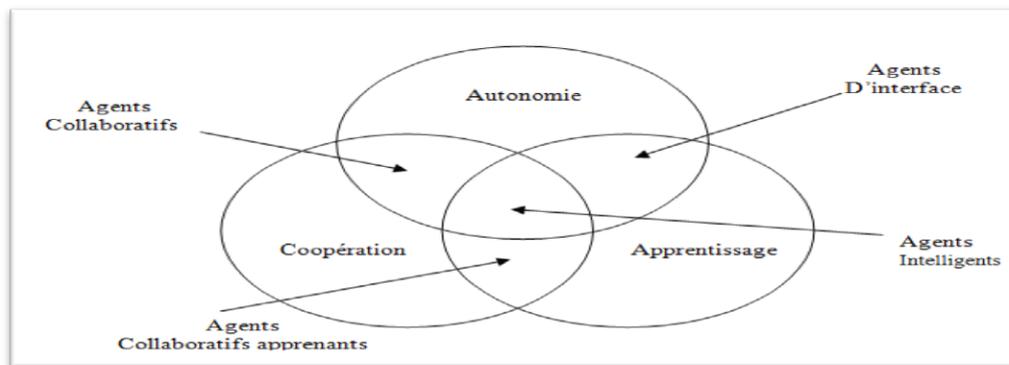
Bien que presque toutes les caractéristiques ci-dessus des agents puissent être considérées en tant que partage de quelque chose avec le comportement intelligent, les chercheurs ont essayé de donner une différence nette entre les agents logiciels (software) et les agents logiciels intelligents, glissant dans le monde des agents la différence si recherchée

---

<sup>7</sup> SMA : Système Multi-Agent

entre les programmes et les programmes intelligents. D'un point de vue, il est clair que, si dans la conception d'un système agent ou multi-agents, nous utilisons des méthodes et des techniques spécifiques à l'intelligence artificielle, alors ces agents peuvent être considérés comme étant intelligents, évidemment dans le sens de l'intelligence artificielle.

L'agent peut également posséder d'autres propriétés (de second ordre) notamment la mobilité, la faculté d'apprentissage, etc. Il est important de mentionner que celles-ci ne sont pas essentielles pour l'agent. En combinant diverses qualités propres aux agents, on peut définir différents types d'agents comme l'indique la **Figure III.1**.



**Figure III. 1:** Différents types d'agent.

Par exemple, dans la (**figure III.1**), les propriétés telles que la coopération, l'apprentissage et l'autonomie permettent de définir quatre types particuliers d'agents :

- ✓ Les agents intelligents.
- ✓ Les agents collaboratifs.
- ✓ Les agents collaboratifs apprenants.
- ✓ Les agents d'interface.

### III.2.1 L'architecture d'agent

La représentation d'agent en tant que boîte noire (black box) est considérée comme une architecture minimale, commune à tous les domaines de recherche d'IA [46] [47].



**Figure III. 2:** Architecture minimale d'un agent.

L'architecture minimale (**Figure III.2**) est composée de trois modules : le module de perception, le module d'action et le module de traitement intelligent. Ce dernier détermine le comportement d'agent qui peut ainsi analyser les données reçues et construire la réponse sous la forme d'action ou de message.

En général, les architectures existantes sont divisées en trois familles principales : les agents cognitifs (délibératifs), les agents réactifs et les agents hybrides.

### III.2.2. Une comparaison avec les objets

Bien des programmeurs croient encore que les agents ne sont en réalité que de simples objets, au sens attribué à ce terme dans le domaine de la programmation. En fait, un objet est une certaine modélisation d'une entité réelle ou abstraite. Cet objet encapsule un état et il est possible de modifier cet état en invoquant différentes méthodes faisant aussi partie de l'objet. Les agents sont aussi des entités informatiques qui possèdent un état interne (privé), qui sont capables d'agir et de communiquer par échanges de messages. Ce qui différencie les objets des agents, c'est que ces derniers reposent sur un concept très fort d'autonomie leur permettant d'agir de manière très flexible. La négociation, processus par lequel différents groupes arrivent à un accord, est un concept étranger au monde objet. La démarche en vue d'une négociation requiert un comportement flexible afin de pouvoir faire certaines concessions de part et d'autre.

De plus, les agents contrôlent d'une certaine façon leur état interne. Par exemple, si un objet **O1** invoque une méthode **M1** sur l'objet **O2**, cette méthode sera exécutée si aucune erreur ne survient. Cependant, si un agent **A1** effectue une requête **R1** à l'agent **A2**, c'est ce dernier qui décidera si la requête sera effectuée ou non. Toute la différence se situe dans les termes invocation et requête.

Le tableau ci-dessous (**Tableau III.1**) présente un récapitulatif des éléments de base de l'approche orientée objet versus l'approche orientée agent présenté par **Shoham**<sup>8</sup>. [43]

---

<sup>8</sup> **Yoav Shoham** : Professeur de l'informatique à Université de Stamford.

Propriétés	AOO	AOA
Élément de base	Objet	Agent
Paramètres définissant l'élément de base	Sans contraintes	Croyances, engagements, capacités, choix
Type d'exécution	Envoie et réception de messages	Envoie et réception de messages
Type de messages	Sans contraintes	Actes du langage
Contraintes sur les méthodes	Sans contraintes	Honnête, consistant

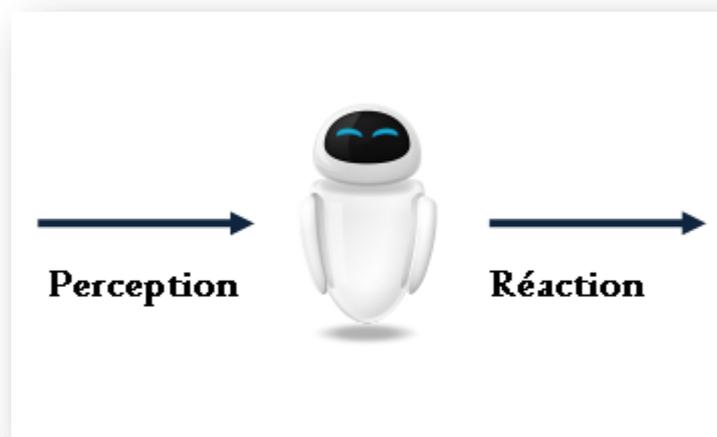
**Tableau III. 1: Approche orientée objet (AOO) versus approche orientée agent (AOA) .**

### III.2.4. Classes d'agent

De manière générale, il est possible de classer un agent selon les trois principaux points suivants :

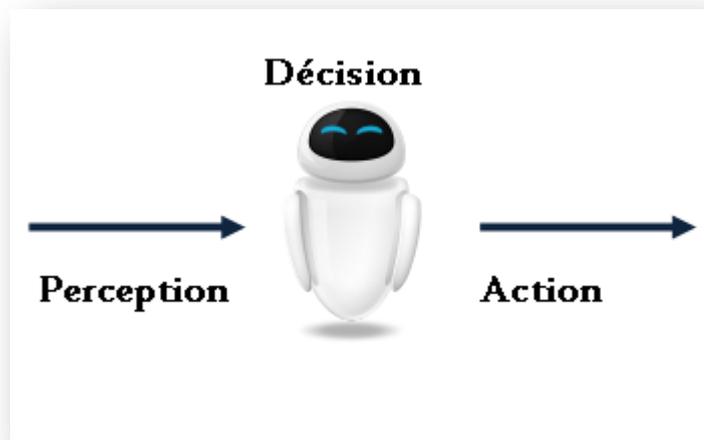
a)- **Selon leur nature :**

– **Agents réactifs** : Ce sont des agents qui n'ont pas une représentation explicite de leur environnement, ni de mémoire de leur passé, ni de but explicite et leur comportement est de type stimulus réponse.



**Figure III. 3: Agent réactif .**

– **Agents cognitifs** : Ce sont des agents qui possèdent une représentation explicite de leur environnement. Ils se basent sur la connaissance qu'ils ont de leur environnement et leur habileté à raisonner sur leurs connaissances. Les agents dirigés par leurs buts ou par une fonction d'utilité font partie de ce groupe.



**Figure III. 4:** Agent cognitif.

– **Agents hybrides** : De façon habituelle, un agent n’est pas complètement de type réactif ni de type délibératif. C’est plutôt une combinaison de ces deux approches.

Dans certaines circonstances, un agent doit agir très rapidement alors que dans d’autres, il aura la possibilité de prendre plus de temps pour avoir un processus délibératif de meilleure qualité. Dans ce cas, les agents sont dits hybrides.

b)- **Selon l’utilisation** :

– **Agents collaboratifs** : Ces agents ont des habiletés de coopération. Un regroupement de ces agents permet, entre autres, de réduire un problème complexe en sous-problèmes moins complexes, c’est le cas dans le domaine médical.

– **Agents d’interface** : Ces agents collaborent avec l’utilisateur pour effectuer certaines tâches.

– **Agents pour la recherche d’informations** : Ces agents effectuent, en premier lieu, une recherche d’informations parmi une collection de données et, en second lieu, procèdent à une analyse des informations utiles trouvées afin de découvrir de nouvelles connaissances.

– **Agents pour le commerce électronique** : La montée de l’Internet a bien entendu créé de nouvelles nécessités. Les agents issus de cette tendance permettent la promotion, la vente ainsi que l’achat de produits et de services par l’entremise des réseaux informatiques, etc.

c)- **Selon la technologie employée** :

– **Agents stationnaires** : Il s’agit du cas où l’agent s’exécute toujours sur la même machine.

– **Agents mobiles** : Ces agents s’exécutent sur différentes machines en se promenant d’un hôte à l’autre. Typiquement, ils suivent ce que l’on appelle un “itinéraire”.

Le plus grand avantage réside dans le fait qu'ils réduisent la charge des réseaux en se rendant directement sur la machine "utile" pour y effectuer les actions de manière locale.

D'un point de vue général, les chercheurs aimeraient que les agents soient des composants logiciels réutilisables qui permettraient d'accéder et/ou contrôler des services et des ressources informatiques. Ces agents seraient les unités de base des applications informatiques et seraient organisés en réseau dans une optique de collaboration.

L'ensemble des entités (Agents) en interaction et en vue de réaliser un but commun forme ce qu'on appelle un système multi-agents, Alors la question qui se pose est :

### III.3. Qu'est-ce qu'un système multi-agents (SMA)?

#### III.3.1 Les systèmes multi-agents

Les systèmes multi-agents font partie de l'Intelligence Artificielle Distribuée (**IAD**), qui, à la différence d'**IA** classique, s'intéresse aux comportements intelligents, résultant de l'activité coopérative de plusieurs agents. [48]

Bien qu'il soit difficile de donner une définition générale pour l'expression « **Système Multi-Agents "SMA"** », les différentes caractérisations proposées par [49][44][50], [51], [52] et autres permettent de dégager des idées fondamentales communes. La définition, mentionnée ci-dessous, est conforme à la plupart de ces idées.

#### III.3.2 Définition: Système multi-agents (SMA)

Le système multi-agents est considéré comme un système distribué composé d'un certain nombre d'entités autonomes (les agents), qui travaillent selon les modes complexes d'interaction, pour réaliser leurs propres buts et par-là même atteindre l'objectif global désiré.

Les agents peuvent interagir en communiquant directement entre eux ou par l'intermédiaire d'un autre agent ou en agissant sur leur environnement.

En général, dans les systèmes multi-agents, deux types d'agents sont identifiés : les agents **IAD** et les agents **mobiles**. Les agents **IAD** sont capables de communiquer et de coopérer à l'aide de protocoles basés sur les réseaux contractuels et les actes de langage. Les agents **mobiles** peuvent se déplacer de site en site dans le réseau pour accomplir des tâches spécifiques.

En général, ils peuvent avoir deux types de mobilité :

✓ L'exécution distante: L'agent (le programme et les données) est transféré sur le site distant, où il est exécuté.

✓ La migration: Pendant son exécution, l'agent se déplace vers un autre site afin d'accomplir progressivement sa tâche. Autrement dit, l'agent est capable de suspendre son exécution sur un site, de se déplacer vers un autre en transportant le code, les données et l'état d'exécution, et de reprendre l'exécution depuis le point de suspension.

D'après la définition du système multi-agents, proposée ci-dessus, pour qu'un système soit considéré comme SMA, il est nécessaire de satisfaire certains critères :

- Disposer d'un ensemble des agents autonomes, fonctionnant en parallèle et cherchant à satisfaire un but :
- Les agents doivent posséder un mécanisme d'interaction de haut niveau, indépendant de problème à résoudre. Ils peuvent utiliser les langages de communication d'agents (ACL), par exemple, KQML<sup>17</sup>, FIPA<sup>18</sup>, ACL<sup>19</sup>, etc.
- L'agent doit percevoir une partie de son environnement qui peut être le monde physique, d'autres agents, le réseau Internet, etc. Il doit répondre dans un délai acceptable.

On peut déduire, par conséquent, que la distribution modulaire d'une application ne constitue pas forcément un système multi-agents. En effet, les modules n'ont pas de buts à atteindre ou la fonction de satisfaction. Leurs mécanismes d'interactions sont de bas niveau : appels de procédures, etc. En ce qui concerne les agents, ils reçoivent des messages qui peuvent être des demandes d'exécution, mais, aussi, des requêtes d'information sur leurs capacités. Ils tentent de satisfaire les objectifs, ils disposent pour cela d'une autonomie supplémentaire par rapport aux objectifs. L'agent peut refuser une tâche donnée à cause de son manque de compétences ou de sa trop grande occupation.

### III.3.3 Les interactions et les agents

L'interaction est une notion importante dans les systèmes multi-agents. Au dire de **J.Ferber [45]**, l'interaction permet d'avoir une relation dynamique entre deux ou plusieurs agents par le biais d'actions réciproques. Les situations d'interactions sont diverses (l'aide d'un robot à un autre, l'échange de données entre deux serveurs, etc.).

Pour un agent, interagir avec un autre agent constitue la source de sa puissance et l'origine de ses problèmes [53]. En effet, seulement en coopérant les uns avec les autres, les agents peuvent accomplir leurs tâches collectives. D'autre part, à cause de leurs interactions avec les autres agents, ils doivent coordonner leurs actions et résoudre des conflits.

---

<sup>17</sup> **KQML** : Knowledge and Query Manipulation Language.

<sup>18</sup> **FIPA**: Foundation for Intelligent Physical Agents.

<sup>19</sup> **ACL** : Agents Communication Language.

Traiter le problème d'interaction revient non seulement à décrire les mécanismes permettant aux agents d'interagir, mais aussi à analyser et à concevoir les différentes formes d'interaction, utilisées par les agents pour accomplir leurs tâches et satisfaire leurs buts. Nous présentons le concept d'une de ces formes - la communication - sur laquelle repose toute l'interaction.

### III.3.3.1 La communication

La communication est essentielle dans la résolution coopérative des problèmes [48] [44]. Elle permet de synchroniser les actions des agents et de résoudre les conflits des ressources par la négociation. D'après [54], la communication définit l'ensemble des processus physiques et psychologiques par lesquels s'effectue l'opération de mise en relation d'un agent émetteur avec un ou plusieurs agents récepteurs, dans l'intention d'atteindre les objectifs prévus. Les processus physiques décrivent les mécanismes d'exécution des actions, par exemple, l'envoi et la réception de messages. Les processus psychologiques désignent les changements opérés par la communication sur les buts et les croyances des agents.

En général, les actions de communication entre les agents sont considérées comme les actions d'échange d'information.

Il existe plusieurs types de communication, à savoir, la communication par tableau noir, la communication par partage d'informations et la communication par envoi des messages qu'on va détailler dans ce qui suit.

#### II.3.3.1.1 La communication par envoi des messages

Ce type de communication permet aux agents d'envoyer leurs messages directement aux destinataires par les mécanismes spécifiés (les canaux ou les ports). Il existe trois types de messages : les questions, les réponses et les informations. Au niveau protocolaire, un envoi de message peut être synchrone (un agent émetteur attend la réponse de son récepteur) et asynchrone (un agent émetteur peut agir immédiatement après avoir placé son message dans une file d'attente).

La communication par l'envoi de messages peut être organisée suivant trois formes différentes :

#### ■ La communication point à point.

L'agent émetteur connaît l'agent destinataire et lui transmet directement son message. L'agent destinataire est le seul à recevoir le message envoyé.

### ▮ La distribution généralisée.

Il s'agit d'un envoi d'un même message à tous les agents du système multi-agents. L'agent émetteur ne connaît pas forcément les destinataires du message envoyé.

### ▮ La distribution restreinte.

Il s'agit d'un envoi d'un même message à un certain groupe d'agents du système multi-agents. L'agent émetteur ne connaît pas forcément tous les destinataires, mais il doit être capable de les atteindre en s'appuyant, soit sur leurs caractéristiques, soit sur la notion de groupe auquel ils appartiennent.

## III.3.4 Les langages de communication

Le concept de communication permet de réaliser les échanges locaux d'information entre des agents. Le problème est alors de combiner ces actions de communication avec les compétences et les connaissances des agents, pour obtenir un comportement collectif entre ces derniers. Dans les systèmes multi-agents, la problématique susmentionnée est étudiée à travers le concept de l'interaction des agents. Cette dernière permet d'avoir une relation dynamique entre deux ou plusieurs agents par le biais d'actions réciproques [44]. La question qui se pose alors, est comment réaliser les interactions des agents ?

D'après [55], pour que les agents puissent interagir de manière efficace, ils doivent posséder un langage de communication commun, leur permettant de se comprendre ainsi que de s'échanger des informations et des connaissances.

Avant d'aborder les langages de communication existants, nous présentons brièvement la théorie des actes de langage, considérée en intelligence artificielle comme un modèle général de communication entre les agents.

### III.3.4.1 La théorie des actes de langage

La théorie des actes de langage (« **Speech Act Theory** »), constitue un fondement théorique de la communication, basée sur l'idée suivante : « Lorsqu'on parle, on effectue des actions » [48]. Un acte de langage définit un message, qui contient l'affirmation positive ou négative, et provoque les changements de l'environnement.

Chaque acte de langage comprend trois composants :

- Le composant **locutoire**, qui décrit l'expression d'un message.
- Le composant **illocutoire**, qui définit les intentions de l'émetteur, associées implicitement au message.
- Le composant **perlocutoire**, qui décrit les effets d'un acte de langage sur l'environnement.

Dans la théorie des actes de langage, les intentions des émetteurs sont identifiées en utilisant les verbes performatifs. Ces derniers sont classifiés en plusieurs catégories : **les affirmatifs** (informer), **les directifs** (ordonner), **les promissifs** (promettre), **les déclaratifs** (déclarer) et **les expressifs** (exprimer).

D'après cette théorie, chaque acte de langage multi-agents peut être décrit sous la forme d'un message, dont le type est défini par le verbe performatif, tel que « Request » ou « Inform ». Le contenu de ce message est décrit en utilisant les langages de communication (ex: KQML, FIPA ACL).

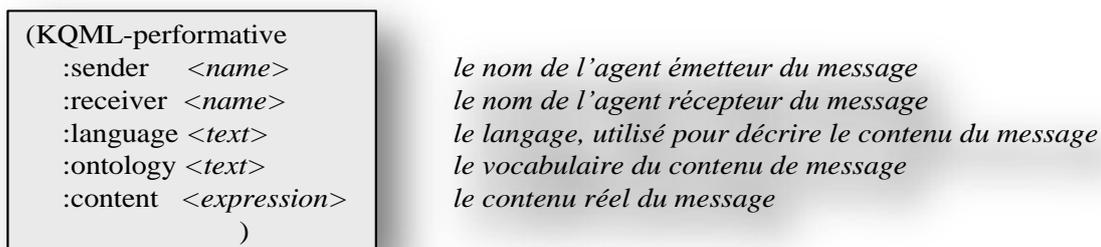
#### III.3.4.1.1 KQML

KQML (« Knowledge and Query Manipulation Language ») [56] [57] est une approche basée sur les actes de langages, qui permet de réaliser les interactions des agents tenant en compte la diversité des langages de communication.

La communication est considérée comme un ensemble d'échanges de messages KQML. Chaque message comprend trois couches [58] :

- La couche de contenu, qui spécifie le contenu réel du message d'agent ;
- La couche de communication, qui décrit tous les paramètres de communication de bas niveau, par exemple, l'identificateur de l'agent émetteur et celui de l'agent récepteur, l'identificateur de la communication, etc.
- La couche de message, qui est considéré comme le noyau de KQML. Sa fonction principale s'agit d'identifier le protocole de réseau, utilisé pour envoyer le message, et de déterminer le performatif, indiquant le type de ce message (**exemple**: une affirmation, une requête, une commande, etc.).

Le message KQML est représenté sous la forme d'une liste, contenant le performatif, qui correspond au type particulier d'acte de langage (**exemple**: tell (transférer l'information aux autres agents), **ask-one** (demander la réponse à l'agent correspondant), etc.), et les arguments associés à ce performatif (**Figure III. 5**).



**Figure III. 5:** La structure d'un message KQML.

☞ *Remarque*: Il est à noter que l'ordre des arguments dans une liste n'est pas important.

Le langage de KQML permet d'utiliser les différents protocoles de communication, notamment, TCP<sup>20</sup>/IP<sup>21</sup>, SMTP<sup>22</sup> (e-mail), HTTP<sup>23</sup>, CORBA<sup>24</sup>, etc. Parmi les travaux réalisés concernant le développement de nouveaux protocoles, basés sur KQML, on peut mentionner les langages de coordination COOL<sup>25</sup> [59] et AgenTalk. [60]

Bien qu'il présente un grand intérêt pour les utilisateurs, KQML montre quelques lacunes [61] :

- La signification floue de certains performatifs (**exemple**: le cas d'un performatif « dénier ») ;
- Le manque des performatifs permissifs, exprimant l'engagement, auprès d'un tiers, d'accomplir une action ;
- L'utilisation de ce langage que pour des communications isolées.

#### III.3.4.1.2 FIPA ACL

Pour résoudre certains problèmes inhérents à KQML, FIPA a proposé un nouveau langage de communication d'agents – FIPA ACL<sup>26</sup>.

Comme KQML, ce langage est fondé sur la théorie des actes de langages. Sa spécification consiste en la définition d'un ensemble des types de messages et en description de leurs pragmatiques, c'est-à-dire, les effets sur les attitudes mentaux des agents émetteurs et des agents récepteurs. La sémantique formelle de FIPA ACL se compose de cinq niveaux [62]:

- Le protocole, qui décrit les règles sociales des dialogues entre les agents ;
- Les actes communicatifs (AC), qui définissent le type de communication entre les agents (**exemple** : la demande, la confirmation, etc.) ;
- Le méta-information concernant le message (l'identification d'un agent émetteur et d'un agent récepteur, le contexte, etc.).
- Le langage du contenu, qui décrit la grammaire et la sémantique associée, utilisées pour exprimer le contenu d'un message ;

---

<sup>20</sup> TCP : Transmission Control Protocol

<sup>21</sup> IP : Internet Protocol

<sup>22</sup> SMTP : Simple Mail Transfer Protocol

<sup>23</sup> HTTP : HyperText Transfer Protocol

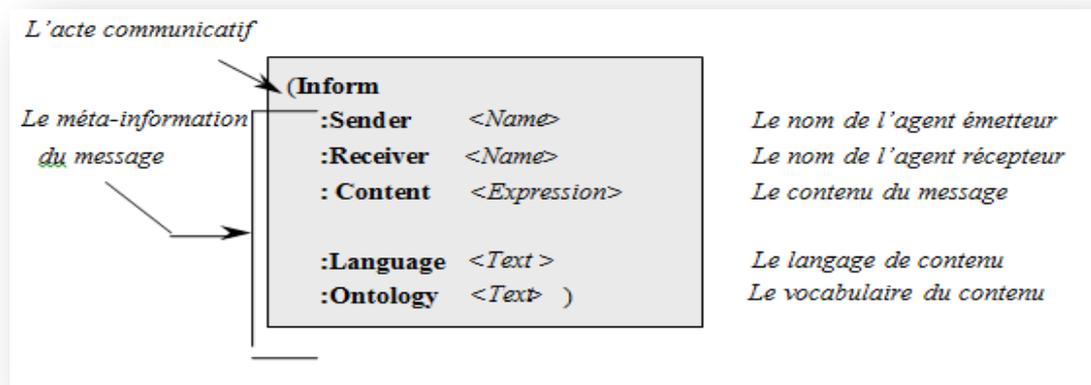
<sup>24</sup> CORBA : Common Object Request Broker Architecture

<sup>25</sup> COOL : Classroom Object Oriented Language

<sup>26</sup> FIPA ACL : FIPA Agent communication language

– L’ontologie, qui définit le vocabulaire et les significations des termes et des concepts, employées dans le contenu.

La syntaxe de FIPA ACL est identique à celle de KQML, sauf les noms de certains primitifs réservés. Le message FIPA ACL est représenté sous la forme d’une liste, contenant le type de l’acte communicatif (par exemple, INFORM, REQUEST), le nom de l’agent émetteur et celui de l’agent récepteur, le contenu et le contexte du message, l’ontologie à utiliser pour interpréter ce contenu, et le protocole. [63]



**Figure III. 6:** La structure d'un message FIPA ACL.

**FIPA ACL** peut être considéré comme l’extension de KQML possédant deux langages différents. Le langage externe définit la signification intentionnelle du message. Le langage interne (ou le contenu) décrit l’expression à laquelle s’appliquent les croyances, les désirs et les intentions des agents, décrites dans le primitif de communication.

Différemment de KQML, FIPA ACL est basé sur la sémantique logique de la communication. Ceci facilite la description des formats de la communication. Cependant, les agents ne possèdent pas toujours les capacités logiques nécessaires. Il est à noter que la sémantique de FIPA ACL est basée en grande partie sur les croyances des agents, qui peuvent être inconnus pour les autres agents.

Une autre grande différence entre FIPA ACL et KQML, concerne les actes communicatifs. FIPA ACL contient un ensemble d’actes communicatifs normatifs, qui peuvent être primitifs ou composés. Les nouveaux actes communicatifs ne peuvent être définis qu’en combinant les actes existants et en utilisant les opérateurs prédéfinis. Ceci permet de maintenir l’intégrité sémantique du langage.

### III.3.5 Sémantique des messages

Pour que les agents puissent comprendre les messages inter-changés, il faut qu'ils partagent un vocabulaire commun. Il s'agit de garantir que les concepts et les entités véhiculées au travers des applications ont la même signification, même si différentes applications utilisent des noms différents les référant.

Ce vocabulaire ce n'est autre qu'une ontologie qui représente une sorte d'un vocabulaire d'un domaine bien précis.

L'intérêt de l'ontologie est essentiellement de décrire le vocabulaire d'un domaine, elle permet la réutilisation des connaissances, en outre, elle ajoute (enrichit) une sémantique aux messages inter-changés entre les agents.

### III.3.6. La coopération

La coopération est l'une des caractéristiques fondamentales des systèmes multi-agents.

D'après [53], le problème de la coopération peut se ramener à résoudre les différents sous problèmes qui comprennent la collaboration des agents par répartition des tâches, la coordination d'actions et la résolution de conflits. **J.Ferber** présente deux points de vue sur la coopération [44] [59] :

✓ Une attitude intentionnelle d'agents qui décident de travailler ensemble. Dans ce cas, les agents coopèrent s'ils effectuent une action commune, après avoir identifié et adopté un but commun. Ce concept présente deux inconvénients principaux : d'une part, on considère que la coopération existe, même si les agents obtiennent meilleurs résultats en travaillant individuellement ; d'autre part, d'après l'attitude intentionnelle, la possibilité pour les agents réactifs de pouvoir coopérer est supprimée.

✓ Une qualification d'une activité du groupe d'agents, observée par l'observateur, qui interprète les comportements à partir de critères physiques et sociaux. Dans ce cas, plusieurs agents coopèrent si (1) l'ajout d'un nouvel agent permet d'accroître les performances d'un groupe, et (2) l'action d'agent sert à résoudre ou à éviter les conflits. Ces indices de coopération représentent la collaboration entre les agents ainsi que la résolution des conflits.

S'appuyant sur ces points de vue, on peut distinguer deux types de coopération : la coopération intentionnelle (ou celle d'agents cognitifs), où les agents ont l'intention de coopérer, et la coopération réactive.

**J.Ferber** [44] précise plusieurs méthodes de coopération : le regroupement et la multiplication, la communication, la spécialisation, la collaboration par partage de tâches et de ressources, la coordination d'action ainsi que la résolution de conflit par arbitrage et la

négociation. Toutes ces méthodes nécessitent d'être structurées au sein de l'organisation. Cette dernière permet de décrire la manière dont les agents sont positionnés dans un groupe ainsi que les techniques de travail coopératif efficace.

Dans la section ci-dessus on va présenter la plateforme Jade, par laquelle, on va créer et gérer les agents de notre application.

### III.4. Outils & plateformes de développement des SMA

Le meilleur moyen pour construire un système multi-agents (SMA) est d'utiliser une plate-forme multi-agents. Cette dernière est un ensemble d'outils nécessaire à la construction et à la mise en service d'agents au sein d'un environnement spécifique. Ces outils peuvent servir également à l'analyse et au test du SMA ainsi créé. Ces outils peuvent être sous la forme d'environnement de programmation (API) et d'applications permettant d'aider le développeur.

Actuellement, il existe plusieurs plates-formes développements des agents et des SMA parmi ceux, on cite : **JADE**<sup>27</sup>, MADKIT, AGENT

On va étudier ci-après la plate-forme **JADE**.

**JADE** est une plate-forme multi-agents développée en Java par **CSELT (Groupe de recherche de Gruppo Telecom, Italie)** qui a comme but la construction des systèmes multi-agents et la réalisation d'applications conformes à la norme **FIPA [63]**. **JADE** comprend deux composantes de base : une plate-forme agents compatible FIPA et un paquet logiciel pour le développement des agents Java.

#### IV.4.1. La norme FIPA pour les systèmes multi-agents

Les premiers documents de spécification de la norme FIPA, appelés spécifications **[55]**, établissent les règles normatives qui permettent à une société d'agents d'inter opérer. Tout d'abord, les documents FIPA décrivent le modèle de référence d'une plate-forme multi-agents (**Figure III.7**) où ils identifient les rôles de quelques agents clés nécessaires pour la gestion de la plate-forme, et spécifient le contenu du langage de gestion des agents et l'ontologie du langage.

---

<sup>27</sup> JADE : Java Agent développement Framework.

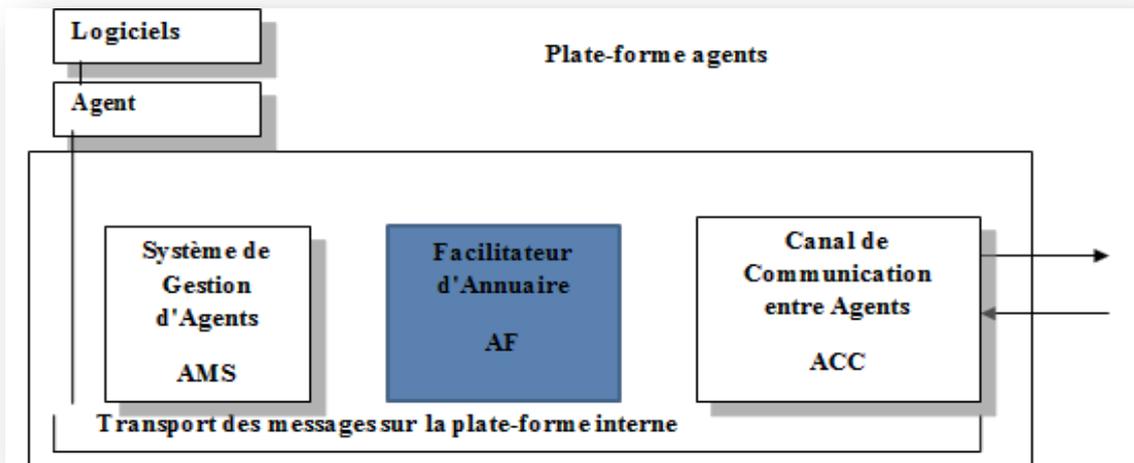


Figure III. 7: Le modèle de référence pour une plate-forme multi-agents FIPA.

Dans la (Figure III.7) on voit qu'il existe trois rôles principaux dans une plate-forme multi-agents FIPA :

- Le **Système de Gestion d'Agents** (Agent Management System - AMS) est l'agent qui exerce le contrôle de supervision sur l'accès à l'usage de la plate-forme; il est responsable de l'authentification des agents résidents et du contrôle d'enregistrements.
- Le **Canal de Communication entre Agents** (ACC) est l'agent qui fournit la route pour les interactions de base entre les agents dans et hors de la plate-forme; c'est la méthode de communication implicite qui offre un service fiable et précis pour le routage des messages; il doit aussi être compatible avec le protocole **IIOP**<sup>28</sup> pour l'interopérabilité entre les différentes plates-formes multi-agents.
- Le **Facilitateur d'Annuaire** (Directory Facilitator - DF) est l'agent qui fournit un service de pages jaunes à la plate-forme multi-agents.

Le standard spécifie aussi le **Langage de Communication d'Agents** (Agent Communication Language - ACL), la communication des agents est basée sur l'envoi de messages. Le langage **FIPA ACL** est le langage standard des messages et impose le codage, la sémantique et la pragmatique des messages. La norme n'impose pas de mécanisme spécifique pour le transport interne de messages. Plutôt, puisque les agents différents pourraient s'exécuter sur des plates-formes différentes et utiliser technologies différentes d'interconnexion, FIPA spécifie que les messages transportés entre les plates-formes devraient être codés sous forme textuelle. On suppose que l'agent est en mesure de transmettre cette forme textuelle.

<sup>28</sup> IIOP : protocole de communication permettant d'intégrer et de mettre en réseau des applications de provenance diverse.

**III.5. Domaines d'application**

De nos jours, la technologie multi-agents a trouvé sa place dans les systèmes manufacturiers, les systèmes financiers, les loisirs, les télécommunications, le contrôle commande, la santé, et pas mal d'autres applications.

Dans ce qui va suivre nous n'en exposerons que quelques exemples d'applications utilisant cette technologie et nous référons le lecteur à l'article de *Jennings* [64] pour un ensemble d'exemples plus complet.

**III.5.1 Application des SMA aux télécommunications**

Ces dernières années, les télécommunications ont notamment introduit une conception de services décentralisée dans le contexte du Web, créé de nouveaux services de médiation tels que les portails et engendrés l'apparition de nombreux fournisseurs de services réseaux qui ne disposent pas de leurs propres services réseaux [54].

L'obtention de tels services décentralisés ne peut, bien entendu, être obtenue que grâce à des logiciels pour lesquels les données et le contrôle sont forcément distribués. De ce fait, il est clair que les SMA semblent convenir aux télécommunications. C'est pourquoi les principaux acteurs de télécommunications mènent actuellement d'intenses activités de recherche sur la technologie agent, British Telecom, France Télécom, Deutch Telekom, NTT, Nortel, Siemens, etc.

**III .5.2 Le système ADEPT**

Les gestionnaires de grandes compagnies effectuent des prises de décisions en se basant sur une combinaison de jugement et d'informations provenant de plusieurs départements. Idéalement, toutes les informations pertinentes devraient être rassemblées avant qu'une décision ne soit prise. Cependant, le processus d'obtention des informations, qui sont à jour et pertinentes, est très complexe et prend énormément plus de temps. Pour cette raison, plusieurs compagnies ont cherché à développer des systèmes informatiques afin de les assister dans leur processus d'affaires.

Le système ADEPT [65] attaque ce problème en voyant le processus d'affaires comme un ensemble d'agents qui négocient et qui offrent des services. Chaque agent représente un rôle distinct ou un département de l'entreprise et est en mesure de fournir un ou plusieurs services. Les agents qui requièrent les services d'autres agents le font par une négociation qui permet d'obtenir un coût, un délai temporel et un degré de qualité

qui sont acceptables aux deux parties.

Le résultat d'une négociation terminée avec succès constitue un engagement entre les deux parties.

### III.5.3 Télémédecine et la santé

La télémédecine à base d'agents intelligents s'intéresse au problème du diagnostic médical en continu et à distance, ce type de diagnostic nous conduira à avoir une représentation permanente de l'état du patient et à la remettre à jour chaque fois que de nouvelles observations sont disponibles

### III. 5.4 Les systèmes d'informations coopératifs (SIC)

Les SIC sont généralement caractérisés par la grande variété et le grand nombre de sources d'informations. Ces sources d'informations sont hétérogènes et distribuées soit sur un réseau local (Intranet) soit sur l'Internet. De tels systèmes doivent être capables d'exécuter principalement les tâches suivantes :

- la découverte des sources : trouver la bonne source de données pour l'interroger;
- la recherche d'informations : identifier les informations non structurées et semi- structurées;
- le filtrage des informations : analyser les données et éliminer celles qui sont inutiles;
- la fusion de l'information : regrouper les informations d'une manière significative.

### III.6. Conclusion

Le thème des SMA, s'il n'est pas récent, est actuellement un champ de recherche très actif. C'est une discipline qui s'intéresse aux comportements collectifs produits par les interactions de plusieurs entités appelées agents, ces interactions peuvent être mise en œuvre par des protocoles d'interactions.

Ce chapitre débute par la définition du concept d'agent comme étant un système informatique situé dans un environnement, autonome et flexible, en ajoutant que c'est la présence de cette architecture et ces classes.

Nous avons aussi introduit, brièvement, les systèmes multi agents qu'ils pouvaient être très utiles dans certaines situations. La technologie agent semble prendre de plus en plus

d'importance. En effet, elle permet de répondre aux besoins de nombreux domaines d'application jusque-là difficilement abordable par des moyens traditionnels. Il s'agit notamment des systèmes complexes, des systèmes d'aide à la décision, du commerce électronique, etc.

# **Chapitre IV : Implémentation**

## IV. Implémentation

### IV.1. Introduction

Pour construire un SMA, il est préférable d'utiliser une plate-forme multi-agent qui offre un ensemble d'outils utilisés pour la construction et la mise en service d'agents au sein d'un environnement spécifique. Les outils peuvent être utilisés pour analyser, créer ou bien tester les SMA. Ces outils peuvent être sous la forme d'environnement de programmation (API) et d'applications permettant d'aider le développeur à la programmation d'un SMA ainsi que son débogage. Il existe de nombreuses plates-formes pour le développement de SMA : JACK, Jadex, adkit, JADE...etc.

### IV.2. Représentation de la plate-forme JADE

JADE est une plateforme multi agents développée en entier en JAVA, par **F. Bellifemine & A. Pogy, G. Rimassa, P. Turci** pour la société **CSELT (Italie)** en 1999, qui a comme but de faciliter le développement des applications agent conformément à la norme FIPA97 (Foundation for Intelligent Physical Agents) pour réaliser les systèmes multi agents interopérables [48].

Pour atteindre ce but, JADE offre les caractéristiques suivantes :

- Une plateforme multi-agents compatible FIPA, elle possède trois modules principaux qui incluent le AMS<sup>29</sup>, DF, ACC, voir ci-dessous. Ces trois agents sont automatiquement créés et activés à l'activation de la plate-forme.
- Une plateforme d'agents distribuée. JADE peut être distribuée sur plusieurs machines, à condition qu'il n'y ait pas de pare-feu entre ces machines. Une seule application Java (Machine Virtuelle Java) est exécutée sur chaque machine. Les agents sont implémentés comme des threads d'exécution Java et les événements Java sont utilisés pour la communication efficace et légère entre agents sur une même machine. Un agent peut exécuter des tâches parallèles et JADE planifie ces tâches d'une manière plus efficace (et même plus simple pour le programmeur) que la planification faite par la Machine Virtuelle Java pour les threads d'exécution.
- Un certain nombre de DF (Facilitateurs d'Annuaire) compatibles FIPA peuvent être activés quand on lance la plateforme pour exécuter les applications multi-domaines, où le domaine est logique comme décrit dans FIPA97 Part1.

---

<sup>29</sup> AMS : Agent Management Système.

- Une interface de programmation pour simplifier l'enregistrement de services d'agents avec un ou plusieurs domaines (exemple : DF).
- Un mécanisme de transport et une interface pour l'envoi et la réception des messages de et vers les autres agents.
- Le protocole IIOP compatible avec le document FIPA97 pour connecter les différentes plates-formes multi agents.
- Le transport léger de messages ACL sur la même plateforme d'agents. Dans le but de simplifier la transmission, les messages internes (sur la même plateforme) sont transférés et codés comme des objets Java et non comme des chaînes de caractères. Quand l'expéditeur ou le récepteur n'appartient pas à la même plateforme, le message est automatiquement converti en chaîne de caractères spécifiée par la FIPA. De cette façon, la conversion est cachée au programmeur d'agents, qui a seulement besoin de traiter la classe d'objets Java.
- Une bibliothèque de protocoles d'interaction compatibles FIPA.
- L'enregistrement automatique d'agents dans le Système de Gestion d'Agents (AMS).
- Un service d'attribution de noms compatibles FIPA ; quand on lance la plate-forme, un agent obtient un identificateur unique (Globally Unique Identifier - GUID).
- Une interface graphique utilisateur pour gérer plusieurs agents et plates-formes multi agents en partant d'un agent unique. L'activité de chaque plateforme peut être supervisée et enregistrée. [66]

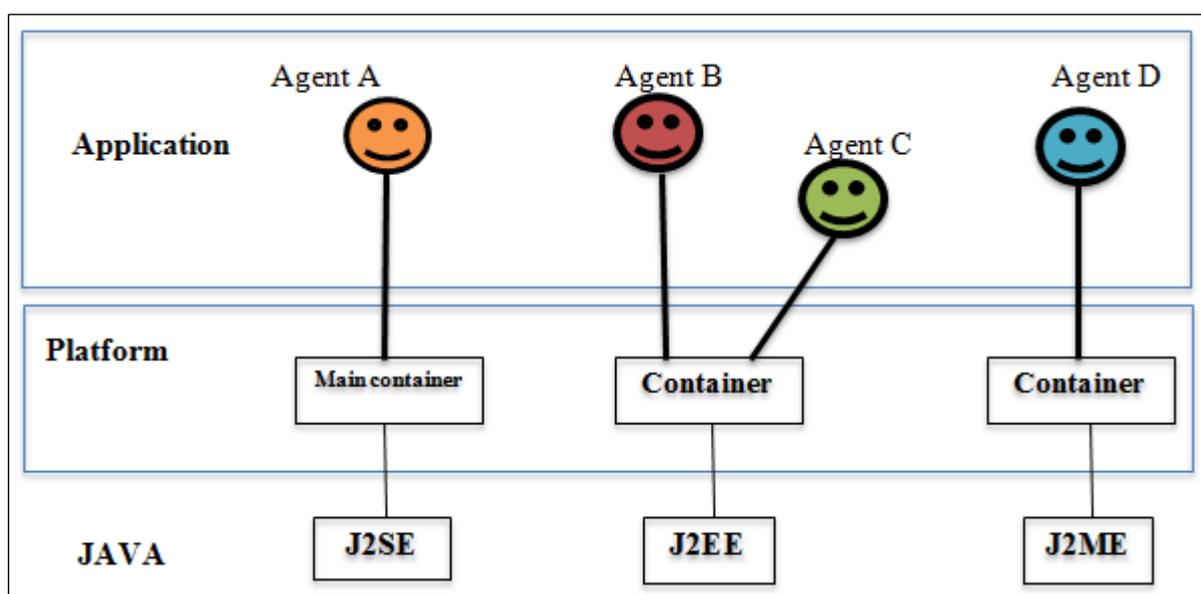
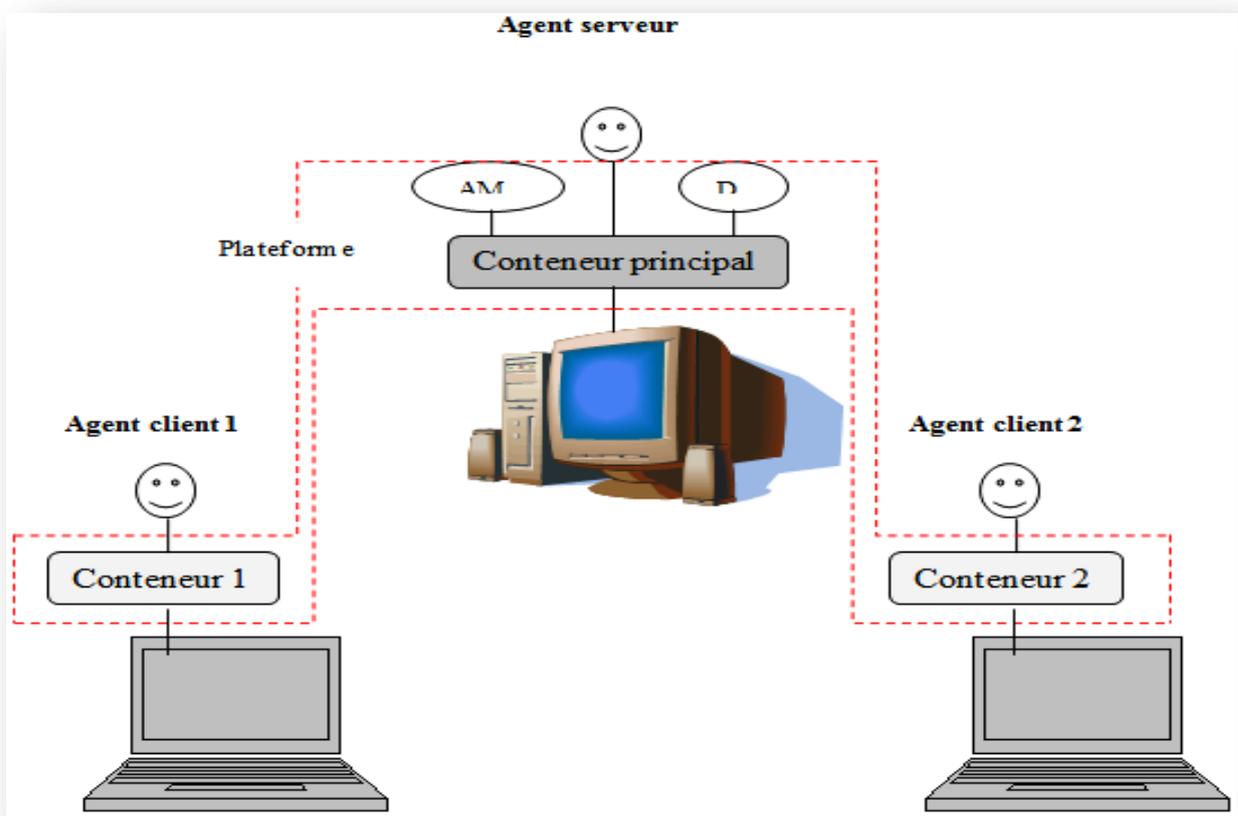


Figure IV. 1: Structure de la plateforme JADE.

### IV.3. Type d'agents développés

Dans notre application, nous avons développé deux types d'agents, le premier est l'agent Serveur (Directeur de l'entreprise), c'est le responsable de démarrage de la plateforme JADE du système. Cet agent sera lancé au départ puis, on lance les agents de type client, ces derniers agents représentent le personnel de cette entreprise, dont on trouve des agents : administrateur principal, Administrateur, Agent de saisie, Agents comptable, secrétaire générale (SG), agent de secrétariat, chef de service, chef de bureau...etc. Ces derniers agents seront lancés après avoir lancé l'agent serveur au départ.

Donc, voici l'architecture distribuée de notre application, présentée dans (Figure IV.2).



**Figure IV. 2:**Architecture distribuée de l'application.

Dans la figure précédente, nous avons deux conteneurs 1 et 2 qui sont secondaires et qui sont enregistrés par le conteneur principal de la plateforme Jade, chaque conteneur vit physiquement dans un pc à part, mais logiquement, ils vivent ensemble dans le Framework Jade. Ce dernier fournit des outils tels que l'AMS (Agent Management System) pour la gestion des agents de la plateforme, le DF (Directory Facilitator) qui joue le rôle d'un annuaire, service page jaune.

Jade nous fournit aussi, un langage de communication s'appelant Fipa-Acl, qui est propre aux agents qui vivent dans une plate-forme Jade, ce qu'est un point essentiel pour les agents intelligents.

#### IV.4. Modèle de workflow

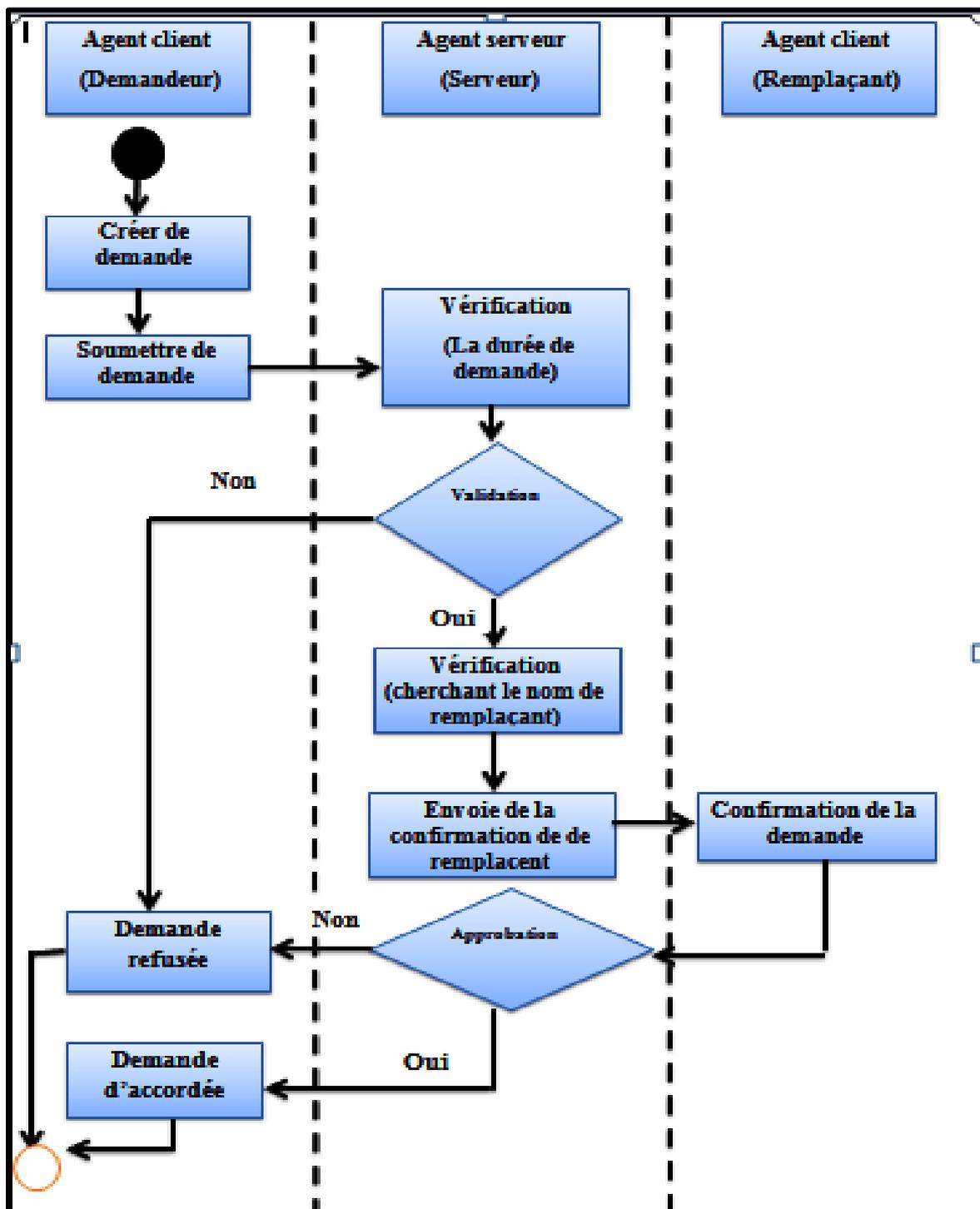


Figure IV. 3: Modèle workflow.

La figure précédente représente le processus de demande de congé, il se déroule de la manière suivante :

1. La préparation de la demande par l'agent client (demandeur) en remplissant les champs (Le nom de l'agent remplaçant, date de début, date de fin, raison)
2. L'agent client demandeur envoie sa demande de congé vers l'agent serveur
- 3- l'agent serveur vérifie la durée de congé demandée.
- 4- Suivant la réponse reçue, l'agent serveur prend la décision si :
  - Le nombre des jours demandé est supérieurs au nombre des jours restants alors un message de « Demande de congé est refusée » est envoyé à l'agent client demandeur du congé.
  - Le nombre des jours demandé est inférieurs ou égale au nombre des jours restants alors un message de « Demande de congé est accordée » est envoyé à l'agent client demandeur du congé.
- 5- Dans le message reçu, l'agent serveur cherche le nom de l'agent client (remplaçant) puis il lui envoie la confirmation de remplacement.
- 6- L'agent client (remplaçant) reçoit la demande de confirmation par l'agent serveur, après ça, il lui envoie sa réponse.
- 7- Suivant la réponse reçue, l'agent serveur prend la décision si :
  - oui : un message de « Demande de congé est accordée » est envoyé à l'agent client demandeur du congé.
  - non : un message de « Demande de congé est refusée » est envoyé à l'agent client demandeur du congé.

#### **IV.5. Enumération des actes de communication des agents.**

Les actes de communications entre agents suivent un processus qui se déroule suivant un ordre donné. Nous présentons sur la figure suivante un tel processus.

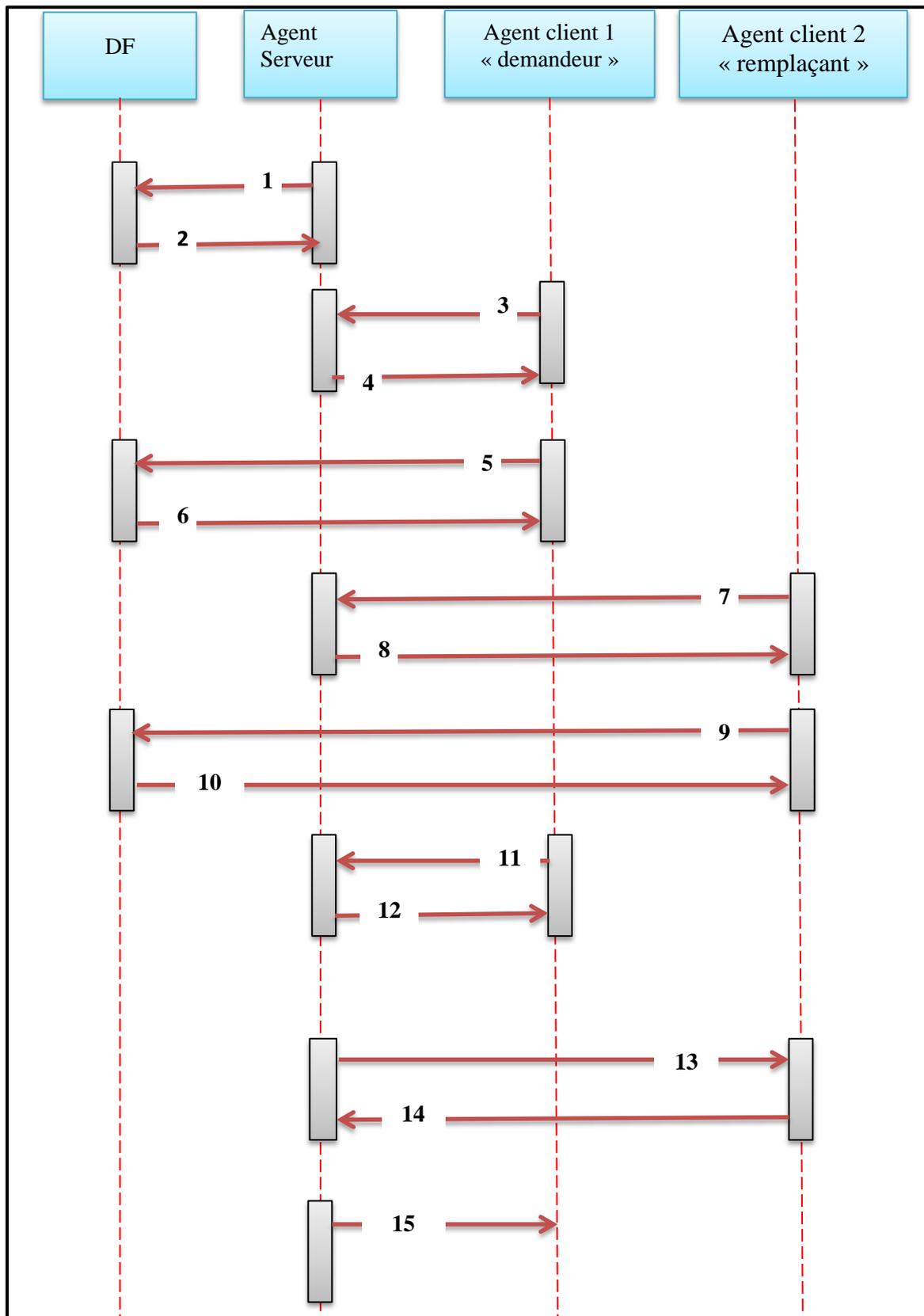


Figure IV. 4: Diagramme de séquence entre les agents de système.

Les différentes interactions ou actes de communication se déroulent suivant un ordre donné comme indiqué ci-après :

1 : Demande d'enregistrement de l'agent Serveur.

2 : Réponse de l'agent DF, pour la demande d'inscription de l'agent "Agent Serveur". (INFORM)

3,7 : Demande de l'authentification de l'agent client1 (respectivement l'agent client2). (REQUEST)

4,8 : Validation de l'authentification. (INFORM) si le pseudo et le mot de passe sont valides.

5,9 : Demande d'enregistrement de l'agent Client 1 « demandeur » (respectivement "client2" « Remplaçant») au DF. (INFORM)

6,10 : Réponse de l'agent DF, pour la demande d'inscription de l'agent "Agent Client1"(respectivement "l'agent client2"). (INFORM)

11 :L'agent "Agent client 1 "envoie une demande de congé à l'agent "Agent Serveur " (REQUEST)

12 : L'agent « Agent Serveur » envoie la validation de demande à l'agent « Agent Client1».(INFORM).

13 : L'agent « Agent Serveur » envoie la demande de confirmation à l'agent « Agent Client 2».(REQUEST).

14 : L'agent « Agent Client2 » envoie un message de confirmation à l'agent « Agent Serveur».(INFORM).

15 : L'agent « Agent Serveur » envoie un message de décision à l'agent « Agent Client1 ». (INFORM).

#### **IV.6. Scénario d'exécution**

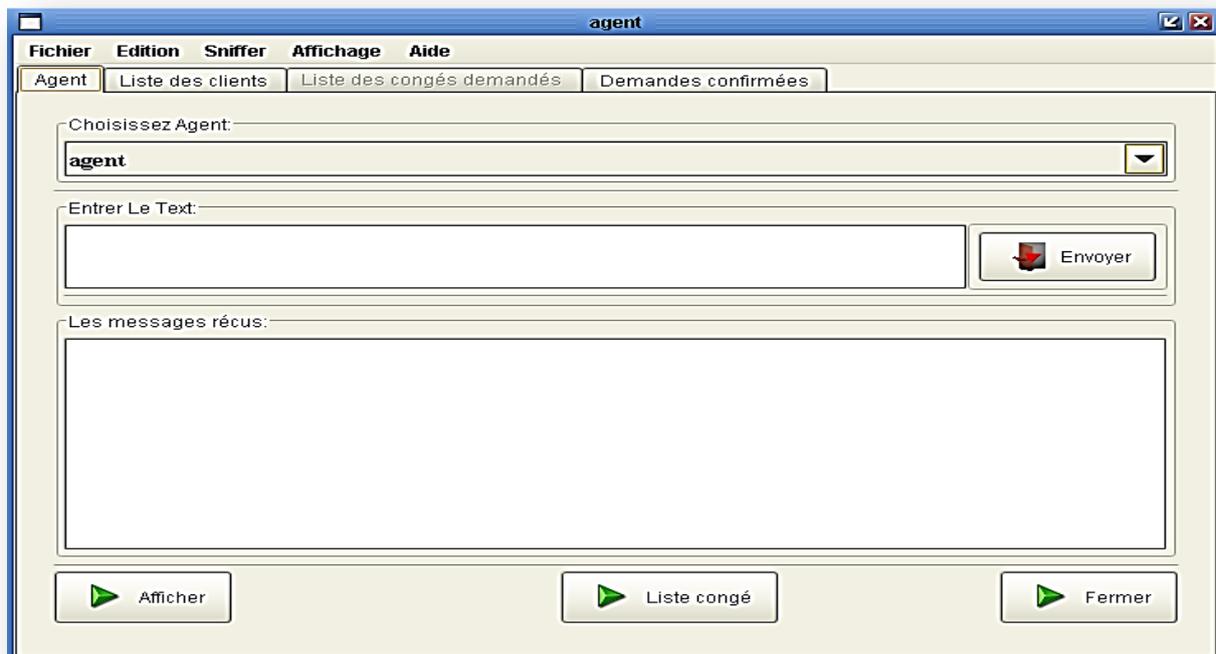
Dans ce Scénario en va donner un exemple de notre application, nous avons jugé utile offrir un exemple complet d'une demande de congé dans un système multi-agent composé d'un agent serveur et deux agents clients (demandeur et remplaçant). Le processus s'effectue comme suit :

Lancement de l'application sur des postes situés sur un réseau (deux postes dans notre exemple). Pour se faire, nous commençons par lancer le serveur et éventuellement le client. Ce qui nous donne respectivement les fenêtres ci-dessous :



**Figure IV. 5:** Fenêtre principal de l'agent serveur.

A partir de la (Figure IV.5) nous pouvons lancer l'agent « Serveur » en cliquant sur le bouton : **lancer Serveur**, comme illustre la figure suivante :



**Figure IV. 6:** Fenêtre de l'agent serveur.

2. Créer des comptes pour les agents clients dans le poste du serveur, en remplissant les champs indiqués dans figure suivante :

L'inscription des Clients :

- Code :

- Pseudo :

- Nom :

- Prénom :

- Mot de passe :

- Confirmer :

- Fonction :

**Figure IV. 7:** Formulaire pour créer un compte client.

Cliquer sur :

- Le bouton « Afficher » pour afficher la liste des comptes des clients.
- Le bouton « Valider » pour la validation de création un compte de client.
- Le bouton « Annuler » pour annuler l'opération de création d'un compte de client.

**Liste des Clients**

Code

Pseudo

Nom

Prénom

Mot de passe

Confirmation

Fonction

Code  Pseudo

Code	Pseudo	Nom	Prénom	Mot de pas...	Confirmation	Fonction
14	djamila	boughari	djamila	12345	12345	Chef de se...
15	fadhila	miloudi	fadhila	12345	12345	Chef de se...
16	ikram	mechorab	ikram	12345	12345	Chef de se...
17	Farah	miloudi	Farah	54321	54321	Agent com...
18	amira	amira	amira	12345	12345	Chef de se...
19	djouriya	djouriya	djoudi	12345	12345	Chef de se...
20	djouriya	djouriya	djoudi	12345	12345	Chef de se...
21	Hassina	Belfirar	Hassina	12345	12345	Chef de se...
22	fatiha	adda	fatiha	12345	12345	Chef de se...

**Figure IV. 8:** Liste des agents clients.

3. Lancer un agent client depuis la fenêtre principale. En cliquant sur le bouton « **je me connecte** ». En remplissant les champs (pseudo et mot de passe) puis cliquer sur le bouton

« connexion ».



The screenshot shows a login interface with a light beige background. At the top, it says "Nom du Client :". Below this, there are two input fields. The first is labeled "- Pseudo :" and contains the text "djamila". The second is labeled "- Mot de passe :" and contains six asterisks "\*\*\*\*\*". Below the password field is a large button with a blue play icon and the text "Connexion".

Figure IV. 9: Lancement de l'agent client.

### 3. Lancement de l'agent client « djamila ».

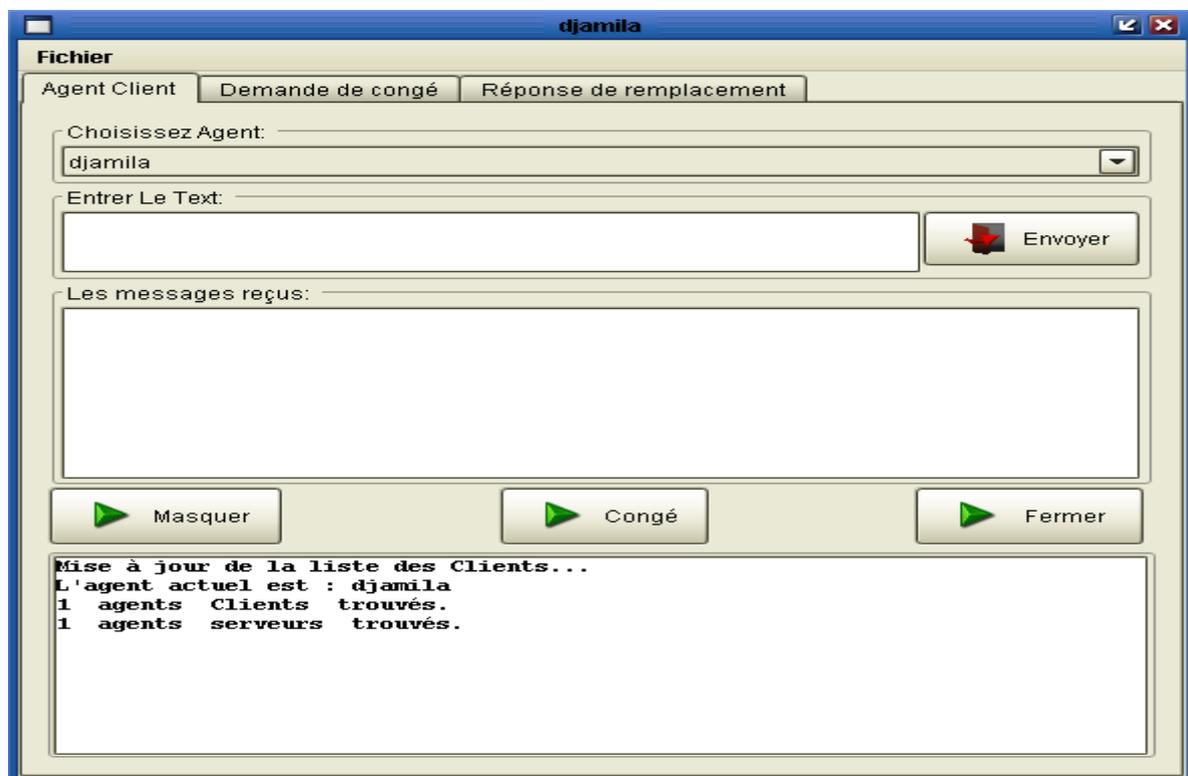


Figure IV. 10: Fenêtre de l'agent client « djamila ».

#### IV.6.1. Demande du congé

1.Lancer deux agents du côté client (demandeur et remplaçant) et un autre du côté Serveur).

2.La figure suivante présente les interfaces graphiques des agents « djamila » et « fadhila ».

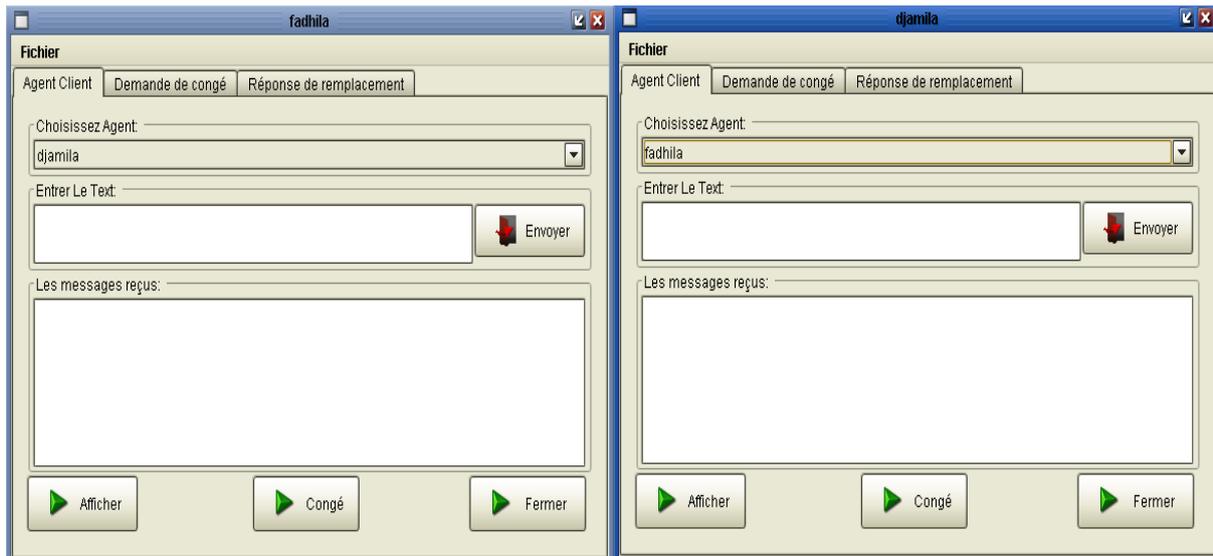


Figure IV. 11: Fenêtres des deux agents clients "demandeur" et "remplaçant."

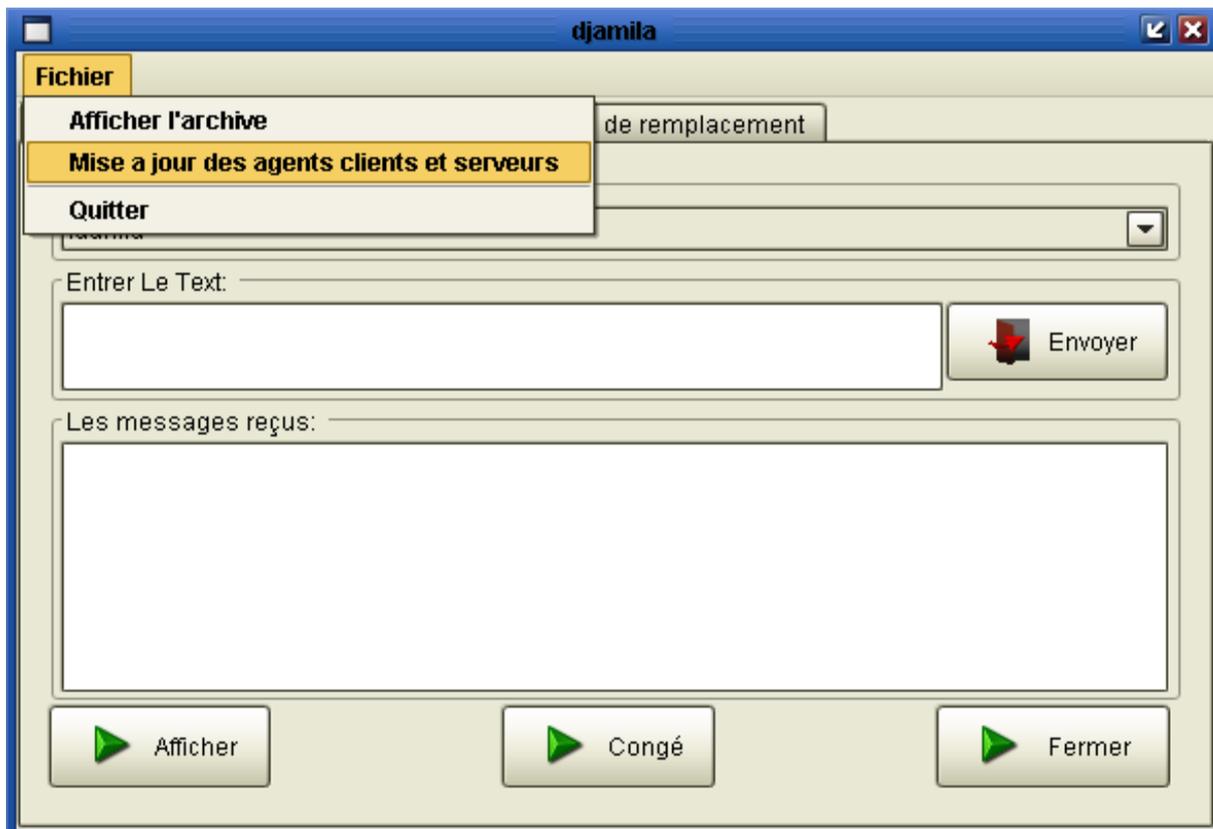


Figure IV. 12: Mise à jour des agents.

Demander un congé en cliquant sur le bouton « **demande conge** » et remplissant les champs indiqués dans figure suivante :

Figure IV. 13: demande de conge rempli par le demandeur.

Dès que le demandeur clique sur le bouton « Envoyer » la demande sera envoyée au serveur.

Code	Demandeur	Remplaçant	Date de début	Date de fin	Raison	Etat de congé
59	djamila	fadhila	05/06/2019	20/06/2019	Congé annuel	Valide
60	djamila	fadhila	05/06/2019	20/06/2019	Congé annuel	Valide
61	Farah	jamila	06/06/2019	28/06/2019	Maladie	Valide
62	Farah	Meziani	10/07/2019	16/07/2019	Congé annuel	Valide
63	Farah	Goismi	12/06/2019	18/06/2019	Relicat	Valide
64	Salima	Goismi	06/06/2019	13/06/2019	Congé annuel	Valide
65	djamila	Sais	03/06/2019	10/06/2019	Congé annuel	Valide
66	djamila	fadhila	03/06/2019	10/06/2019	Congé annuel	Valide

Figure IV. 14: Réception de la demande de conge par le Serveur.

Après la réception de la demande par l'agent serveur, il clique sur le bouton « **Confirmer** » et la demande sera envoyée à l'agent client « Remplaçant » sélectionné. L'agent remplaçant valide cette demande par le choix de (OUI/NON) pour accepter ou refuser cette dernière et

envoie sa réponse au serveur, en cliquant sur le bouton « Envoyer ».



The screenshot shows a window titled 'djamila' with three tabs: 'Agent Client', 'Demande de congé', and 'Réponse de remplacement'. The 'Réponse de remplacement' tab is active. The form contains the following fields:

Code	81
Demandeur	djamila
Remplaçant	fadhila
Date de début	14/06/2019
Date de Fin	01/07/2019
Raison	Maladie

At the bottom, there is a 'Réponse' field with a dropdown menu set to 'OUI' and an 'Envoyer' button.

**Figure IV. 15:** confirmation de l'agent client "remplaçant".

Après la décision

- un message sera envoyé au serveur contenant soit (OUI) soit (NON).



The screenshot shows a window titled 'agent' with a menu bar (Fichier, Edition, Sniffer, Affichage, Aide) and three tabs: 'Agent', 'Liste des clients', and 'Liste des congés demandés'. The 'Agent' tab is active. The window contains the following elements:

- 'Choisissez Agent:' dropdown menu with 'djamila' selected.
- 'Entrer Le Text:' text input field with an 'Envoyer' button.
- 'Les messages récus:' text area displaying the following message:  
Demande de congé N° : fait par: djamila  
Demande de congé N° : 81 fait par: djamila est approuvée par: fadhila
- 'Afficher' button at the bottom left.
- 'Liste congé' button at the bottom center.
- 'Fermer' button at the bottom right.

**Figure IV. 16:** la réception de message de confirmation de la demande par l'agent serveur.

une fois la demande sera confirmé en fait la mise a jours cette action permet de actualiser le nombre des jours resté et calculer la durée de congés de demandeur indiqué dans les deux figures suivants :

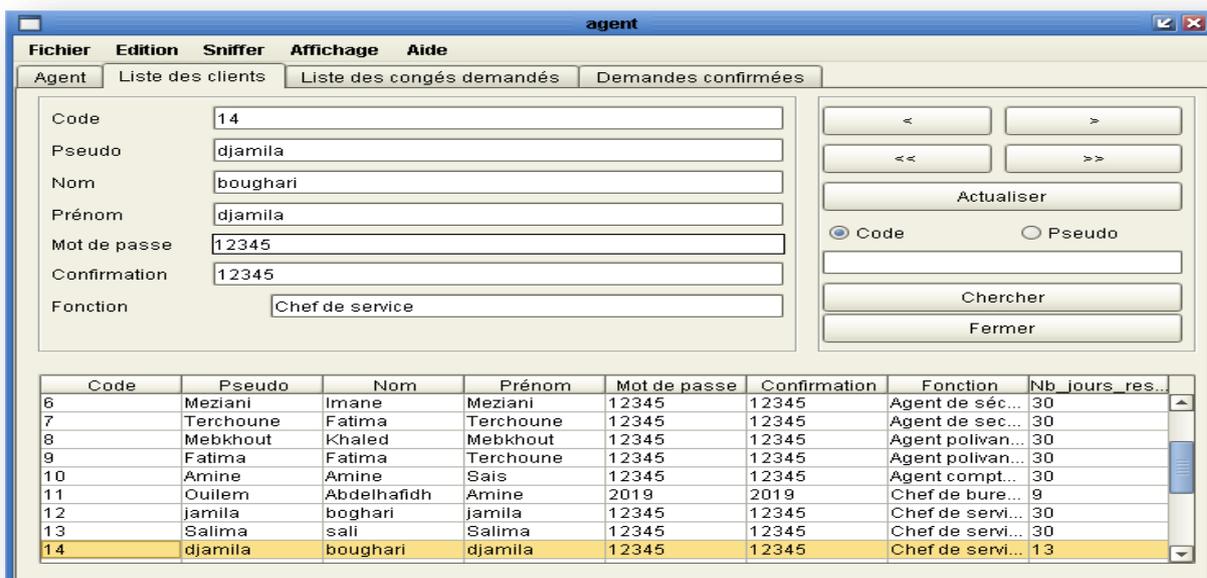


Figure IV. 17: Actualisation de nombre des jours rest.

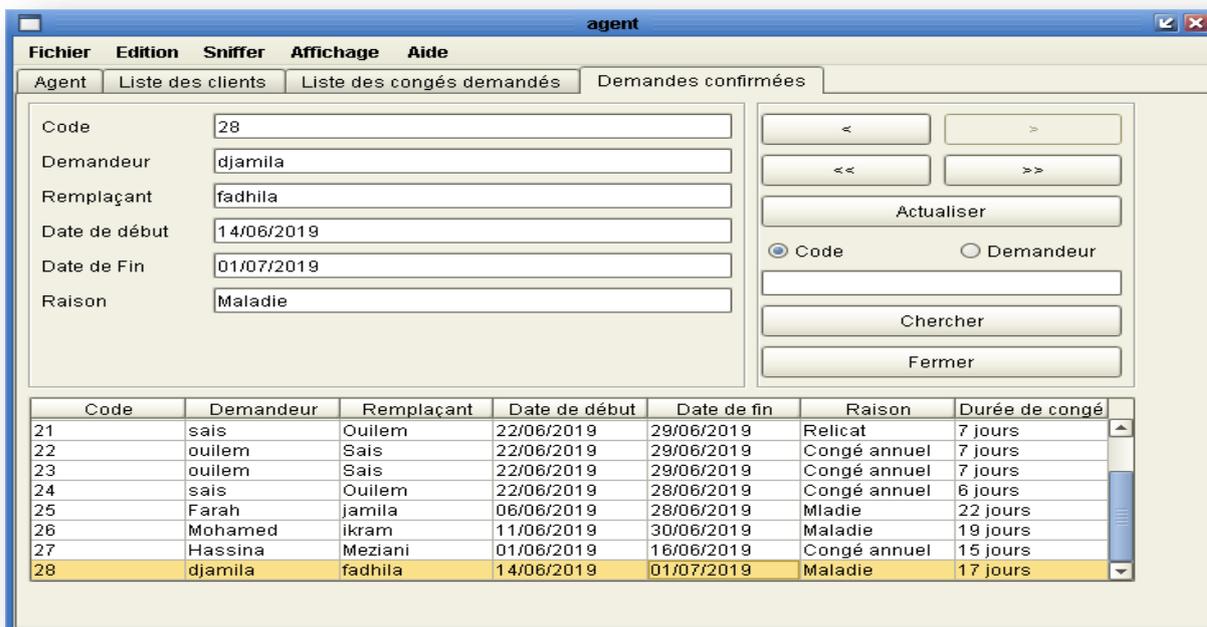
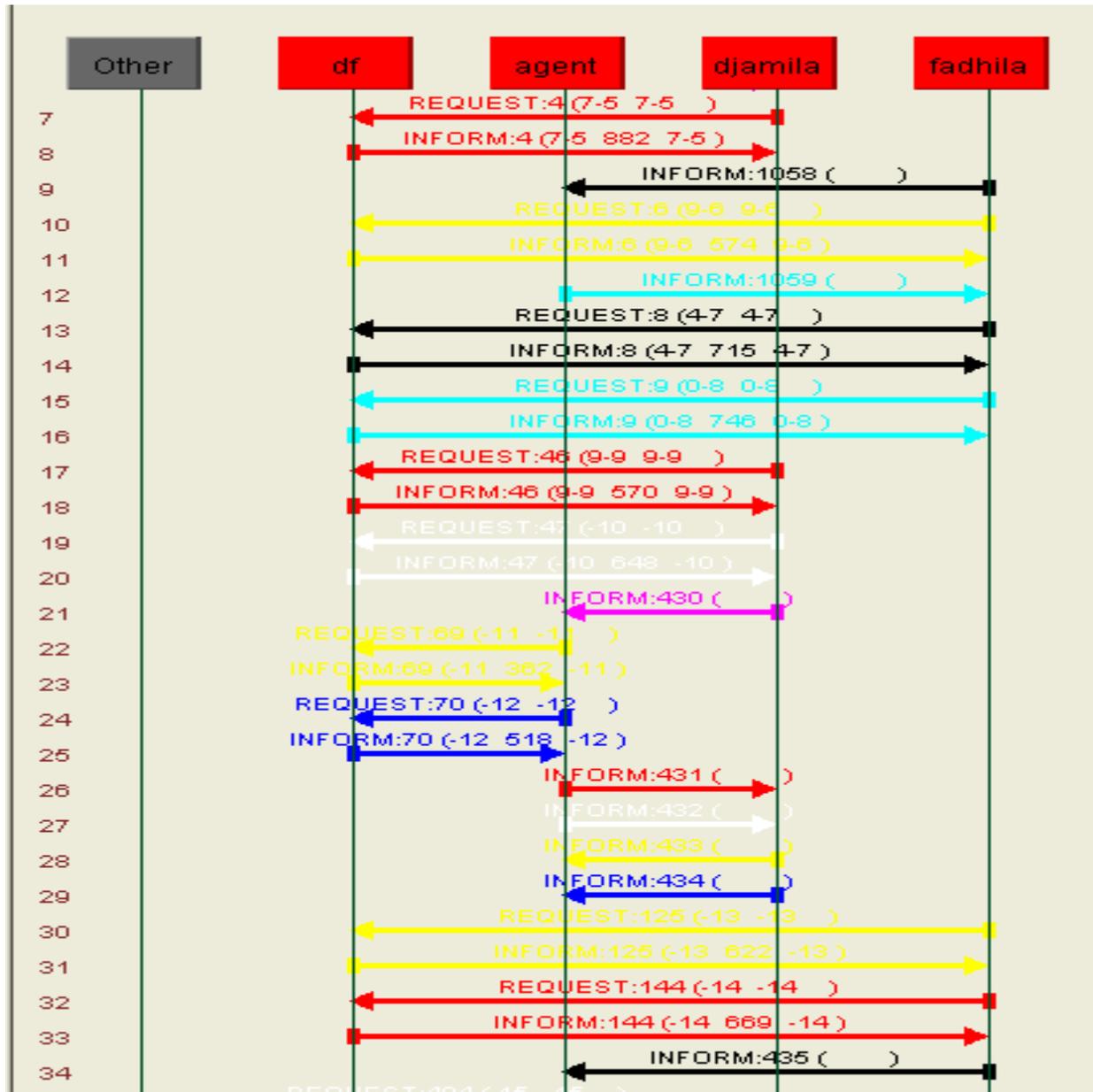


Figure IV. 18: Actualisation de la durée de congé.

La séquence des messages échangés entre les agents du système est illustrée par la figure suivante :



**Figure IV. 19:** SNIFER, contrôleur des messages échangés entre les agents du système.

Comme la messagerie instantanée est maintenant un mode précieux de communication dans l'environnement de travail, nous avons créé une boîte de conversation instantanée afin de rendre la communication facile entre les différents membres de cette société. Ceci permettant aux membres de l'entreprise de vivre dans un environnement privé, confidentiel et bien sécurisé, d'une part.

Voici un exemple pour cette communication entre l'agent serveur et un agent client :

Après la connexion de l'agent client et la mise à jour dans les deux fenêtres : celles de l'agent serveur et de l'agent client lancés (La mise a jours nous a donné la liste des agents connectés), l'agent serveur a la possibilité de sélectionner l'agent « djamila » et lui envoie son message

dont son contenu est « *bonjour, Djamila* » en cliquant sur le bouton « Envoyer ».

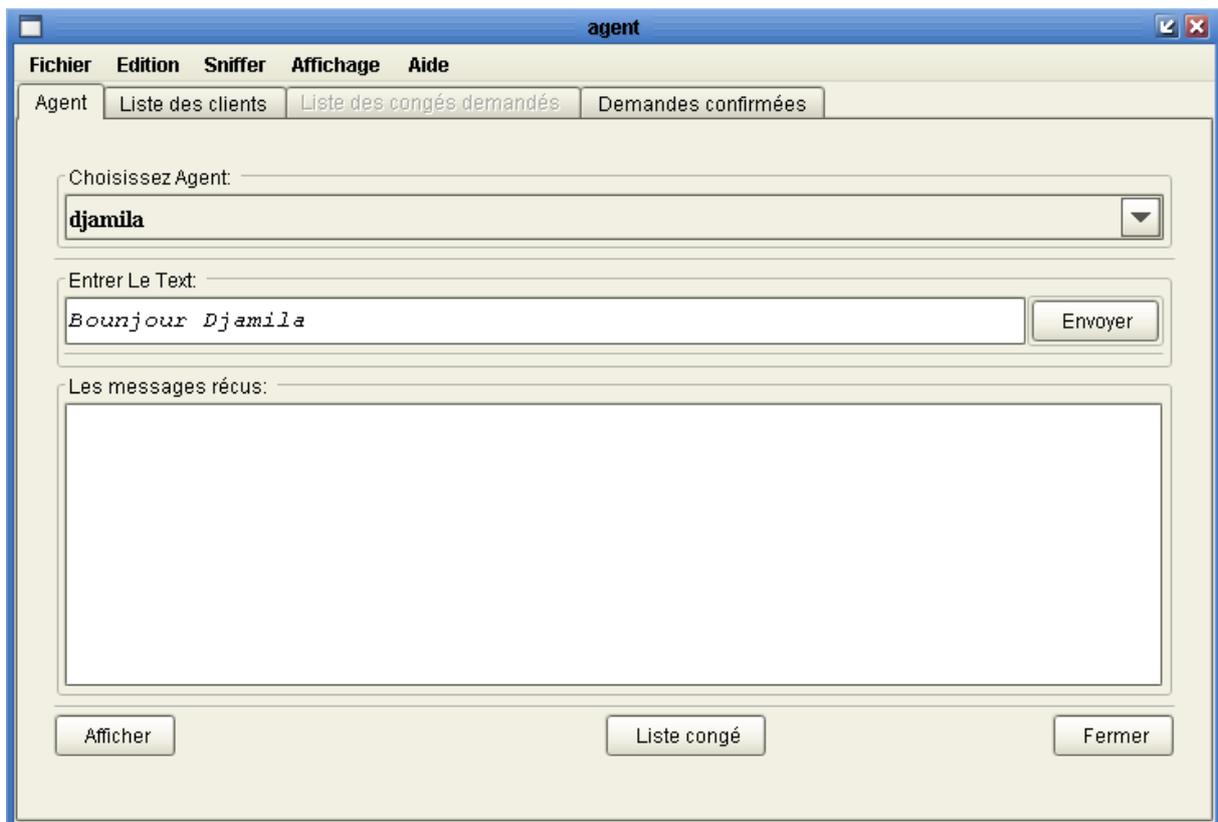


Figure IV. 20: Envoie du message à l'agent client «djamila ».

L'agent djamila reçoit le message envoyé par le Serveur

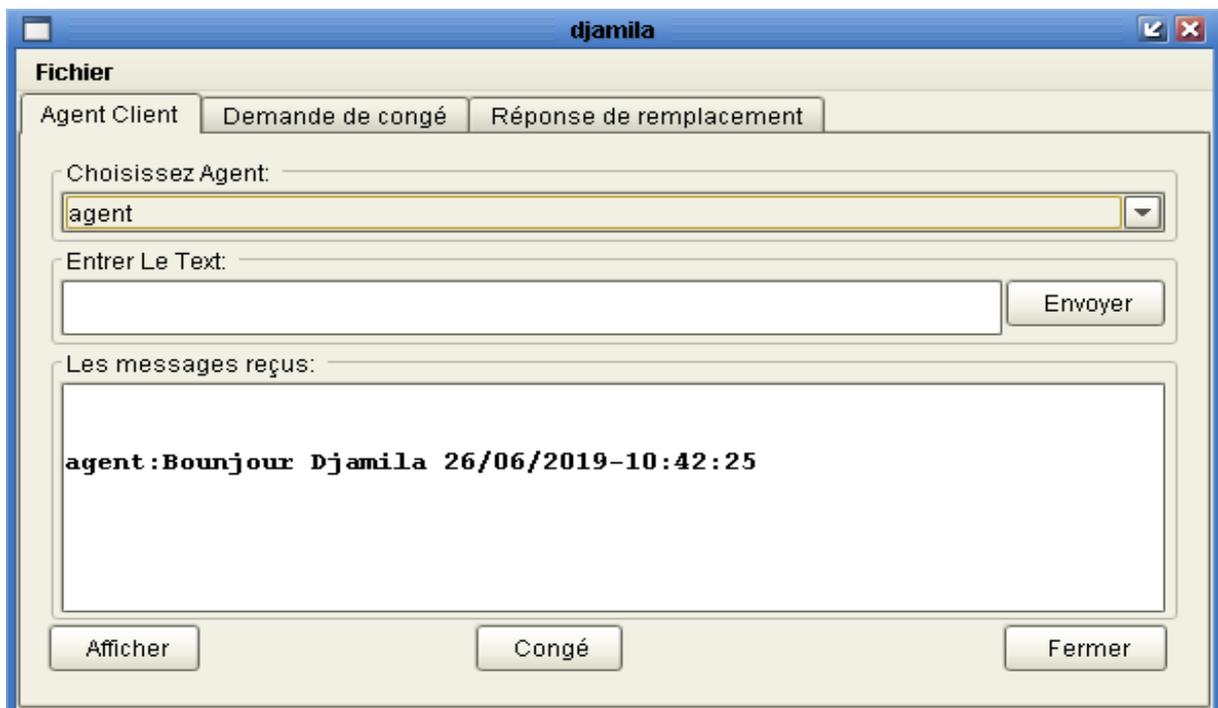


Figure IV. 21: Réception du message de l'agent Serveur.

**IV.7. Conclusion**

La meilleure manière pour valider une conception d'un système est de l'implémenter en utilisant les outils disponibles et adéquats au problème posé.

Dans ce chapitre, nous avons expliqué l'approche utilisée pour la réalisation d'une application de demande d'un congé annuel et de messagerie instantanée entre le personnel de l'entreprise où nous avons utilisé les systèmes multi-agents pour faciliter la communication dans cette dernière, en plus pour simplifier le développement du processus workflow choisi (Demande de congé annuel), l'enrichir et aussi de le rendre flexible.

# **Conclusion Générale**

### Conclusion générale

L'objectif de ce mémoire est l'application d'une approche multi-agents pour la conception et la réalisation d'un workflow pour permettre la gestion des congés annuels. A cet effet nous avons choisi les systèmes multi-agents comme une solution pour enrichir notre Workflow.

Le travail réalisé dans ce mémoire nous a permis d'améliorer et de faciliter le processus de demande de congé annuel en utilisant les systèmes multi-agents et leur principe de mise en œuvre. Nous essayons de constituer une technologie innovante et émergente qui possède un fort potentiel en termes d'autonomie des agents de coordination et de coopération entre eux.

Le but principal de ce mémoire est de proposer une solution qui offre la possibilité de distribuer les tâches des différents acteurs de l'entreprise ; l'approche multi-agents peut répondre à notre objectif.

Bien que l'application développée est loin d'être employée sur le plan pratique, l'implémentation nous a permis :

- De connaître et de manipuler le langage JAVA, un langage en plein essor et de plus en plus utilisé dans presque tous les domaines.
- De réaliser en pratique des concepts de programmation orientés vers le paramètre agent.

Cette expérience est une bonne continuation de notre formation de base, elle nous a permis d'enrichir nos connaissances, et de constituer la base de départ pour des futurs travaux.

### Perspectives

Nous avons conscience après la phase pratique que ce travail présente des limites. Il ne prétend donner une solution parfaite à la problématique posée. Des améliorations peuvent être apportées. Dans ce sens, nous citons quelques perspectives de recherche pouvant être traitées dans le futur : l'intégration de la plateforme **JBPM** pour la création et la gestion des workflow sous JAVA. Aussi l'étude du Traitement de congé tel qu'il est en réalité respectant tous ces aspects (l'étude spécifiée de chaque composant) pour une demande de congé gérée de la façon la plus optimale et la plus complète que possible.

# **Références**

### References

- [01] Mekki Saidi «Conception et réalisation d'un système d'information pour la gestion des ressources humaines. Etude de cas : L'entreprise condor» université M'sila promotion 2010/2011.
- [02] Mohamed MOSBAH « Conception et réalisation d'un système d'information pour la gestion des ressources humaines de djezzit »ESI .Promotion 2009/2010.
- [03] code de travail article 7 Loi n° 90-11 du 21 avril 1990 relative aux relations de Travail
- [04] code de travail article 80 Loi n° 90-11 du 21 avril 1990 relative aux relations de Travail
- [05] code de travail article 33 Loi n° 90-11 du 21 avril 1990 relative aux relations de Travail
- [06] **Leila Borsali Hamdan**, « Le droit du travail algérien à l'épreuve de la mondialisation », *L'Année du Maghreb* [En ligne], IV | 2008, mis en ligne le 01 octobre 2011, consulté le 30 juin 2019.  
[journals.openedition.org/anneemaghreb/447](http://journals.openedition.org/anneemaghreb/447) ; DOI :  
10.4000/anneemaghreb.447
- [07] code de travail article 58 Loi n° 90-11 du 21 avril 1990 relative aux relations de Travail
- [08] En--Nasyry Allae « Problème de gestion des congés Modélisation et Résolution » UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH promotion 2013/2014

## Références

---

- [09] PATRICK-AIME TEMBERE NDEBEGHO « Conception et Réalisation d'une application de gestion du personnel. Cas de CONGELCAM S.A » Mémoire de stage de Master I MIAGE - Université de Douala/ Université de Rennes  
Décembre 2009
- [10] L'ordonnance n ° 06-03 du 19 Jumada II 1427, correspondant au 15 juillet 2006, contient la loi fondamentale de la fonction publique
- [11] code de travail article 53 Loi n° 90-11 du 21 avril 1990 relative aux relations de Travail
- [12] code de travail article 39 Loi n° 90-11 du 21 avril 1990 relative aux relations de Travail
- [13] code de travail article 40 Loi n° 90-11 du 21 avril 1990 relative aux relations de Travail
- [14] code de travail article 41 Loi n° 90-11 du 21 avril 1990 relative aux relations de Travail
- [15] code de travail article 42 Loi n° 90-11 du 21 avril 1990 relative aux relations de Travail
- [16] JDN , Demande de congé : les règles à respecter,2017  
[www.journaldunet.fr/management/guide-du-management/1199861-demande-de-conge-les-regles-a-respecter](http://www.journaldunet.fr/management/guide-du-management/1199861-demande-de-conge-les-regles-a-respecter)
- [17] Émile Littré , Le monde,2001, définition reliquat  
[dicocitations.lemonde.fr/definition\\_littre/25011/Reliquat.ph](http://dicocitations.lemonde.fr/definition_littre/25011/Reliquat.ph)
- [18] appVIZER Magazine, Quel logiciel choisir pour une gestion des congés efficace ? 2018 [www.appvizer.fr/magazine/ressources-humaines/gestion-des-conges-et-absences/logiciel-gestion-conges](http://www.appvizer.fr/magazine/ressources-humaines/gestion-des-conges-et-absences/logiciel-gestion-conges)
- [19] Maker. Workflow Meets Business Objects .In Proceedings of OOPSLA'96 Workshop, Business Objects Design and Implementation II: Business Objects as Distributed Application Components—the enterprise solution, 1996.q

- [20] Mohan, G. Alonso, R. Gunthor ETM. Kamath. Exotica: A research perspective on workflow management systems. *Data Engineerin*, 18 (1), Mars 1995.
- [21] Pudhota, L. Tierney, A. and Chang, E. Services integration monitor for collaborative workflow management. In *Proceedings of the 14th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprise*. (2005).
- [22] The Workflow Management Coalition. (1999): *Workflow Management Coalition Terminology and Glossary*, technical report WfMC-TC-1011.
- [23] W.M.P. VAN DER AALST. "PROCESS-ORIENTED ARCHITECTURES FOR ELECTRONIC COMMERCE AND INTERORGANIZATIONAL WORKFLOW". Department of Mathematics and Computing Science, Eindhoven University of Technology. 1999.
- [24] Lotfi BOUZGUENDA. "Coordination Multi-Agents pour le Workflow Interorganisationnel Lâche". Doctorat de L'Université Toulouse I, Spécialité INFORMATIQUE. 2005.
- [25] Zhao, X. Liu, C. and Yang, Y. An organizational perspective on collaborative Business processes. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Business Process Management*. (2005).
- [26] Thomas Vantrois, Yvan Peter. "Un système de workflows flexible pour la formation ouverte et à distance". Université des Sciences et Technologies de Lille-Laboratoire TRIGONE –Equipe NOCE. 2002.
- [27] Amirreza Tahamtan. *Modeling and Verification of Web Service Composition Based Interorganizational Workflows*. Thèse de doctorat. Université de Vienna. 2009.
- [28] Chebbi Issam. *Coop Flow : une approche pour la coopération ascendante de workflows dans le cadre des entreprises virtuelles*. Thèse de doctorat, Institut

- National des Télécommunications, France. (2007).
- [29] Lambrinouidakis, C. Kokolakis, S. Kar yda, M. Tsoumas, V. Gritzalis, D. and Katsikas, S Electronic voting systems: security implications of the administrative workflow. In Proceedings of the 14th International Workshop on Database and Expert Systems Applications. (2003).
- [30] J Budinska, I. Oravec, V. Gatial, E. Laclavik, M. Seleng, M. Balogh, Z. Frankovic, B. Forgac, R. Mokris, I. and Hluchy, L. A Knowledge Support System For Administrative Workflow Processes. In Proceedings of the Seventh International Conference on Application of Concurrency to System Design. (2007).
- [31] Muehlberger, R. Orłowska, M.E. and Kiepuszewski, B. Backward step: The right direction for production workflow systems. In Proceedings of the Australian Database Conference. (1999).
- [32] Leymann, F. Production workflow: concepts and techniques. Prentice Hall PTR Upper Saddle River, NJ, USA. (1999).
- [33] SAADOUN Mélissa. Technologies de l'information et management. Paris: Hermès Sciences, 2000, 252p.
- [34] G.T.S. Ho, H.C.W. Lau, C.K.M. Lee, A.W.H. Ip, and K.F. Pun. An intelligent production workflow mining system for continual quality enhancement. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28(7-8), pp.792-809. (2006).
- [35] Jiang, P. Mair, Q. and Newman, J. (2003): Using uml to design distributed collaborative workflows: from uml to xpd. In Proceedings of the Twelfth IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises.
- [36] Khetawat, A. Lavana, H. and Brglez, F. Collaborative workflows: A paradigm for distributed benchmarking and design on the internet. Technical report,

- North Carolina State University. (1997).
- [37] Huth, C. Erdmann, I. and Nastansky, L. Groupprocess: using process knowledge From the participative design and practical operation of ad hoc processes for the design of Structured workflows. In Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences. (2001).
- [38] Levan, S.K <le projet workflow> ,2éme édition, Eyrolles.[Manolis &Dimitris 2009]: Manolis, K.Dimitris ,P., < Business Process Modeling and design: a formal model and methodology > manolis@di.uoa.gr,dp@csd.usf.edu.gr. tirage 2000.
- [39] FIPA Repository. <http://www.fipa.org/repository/aclspece.html>, accessed on March 22, 2012
- [40] MEBKHOUT Djohar et TERCHOUNE Nouzha, « approche multi-agent pour la conception d'un workflow coopératif et administratif », Université IBN KHALDOUN–Tiaret. 2017.
- [41] Rationality and intelligence. Artificial Intelligence, Russell, Vol. 94. 1997.
- [42] Michael Wooldridge, Nicholas R. Jennings, « Intelligent Agents: Theory and Practice », The Knowledge Engineering Review, v.10, n°2, 1995, 115-152 p.
- [43] Yoav Shoham, « Agent-oriented programming », Artificial intelligence, v.60, n°1, 1993, 51-92 p.
- [44] Ferber Jacques, Les systèmes multi-agents : vers une intelligence collective, 1995.
- [45] Michael Wooldridge, Nicholas R. Jennings, « Intelligent Agents: Theory and Practice », The Knowledge Engineering Review, v.10, n°2, 1995, 115-152 p.

- [46] Jörg P. Müller, The design of intelligent agents. A layer approach, Lecture Notes of Computer Science v.1177, Springer-Verlag, 1996.
- [47] Brenner Walter, Zarnekow Rüdiger, Wittig Harmut, Intelligent Software Agents: Foundations and Applications, Springer-Verlag, Berlin, 1998.
- [48] S. Labidi, W. Lejouad, « De l'Intelligence Artificielle Distribuée aux Systèmes multi-agents », Rapport de recherche n°2004, INRIA, Août 1993.
- [49] Bonabeau Eric, Theraulaz Guy, Intelligence collective, Hermès, Paris, 1994
- [50] G.M.P. O'Hare, N.R. Jennings (Eds.), Foundations of Distributed Artificial Intelligence, Wiley & Sons, New York, 1996.
- [51] Stan Franklin, Art Graesser, « Is it an agent or just a program ? : a taxonomy for autonomous agents », In : Intelligent Agents III : Agents Theories, Architectures and Languages, ECAI'96 Workshop (ATAL), Springer-Verlag, 1996
- [52] Michael Wooldridge, Nicholas R. Jennings, « Pitfalls of Agent-Oriented Development », In: Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Conference on Autonomous Agents (Agents-98), Minneapolis, USA, 1998, 385-391 p.
- [53] Ferber Jacques, « Technologie multi-agent », Mémento : Les interfaces intelligentes et images de communication et l'images, France Télécom Recherche, n°8, Octobre 1996.
- [54] Bouron T., Structure de communication et d'organisation pour la coopération dans un univers multi-agents, Université Paris VI, (Thèse 3ème cycle, Informatique), Novembre 1992
- [55] Finin Tim, Labrou Yannis, Mayfield James, « KQML as an Agent

- Communication Language », Software Agents, Bradshaw Jeffrey (Eds.), AAI/MIT Press, 1997.
- [56] Labrou Yannis, Finin Tim, « History, State of the Art and Challenges for Agent Communication Languages », Informatik – Informatique, n°1, Février 2000, 17-24 p.
- [57] Mayfield James, Labrou Yannis, Finin Tim, « Evaluating KQML as an Agent Communication Language », In : Wooldridge Michael, Müller Jörg P., Tambe Milind (Eds.), Intelligent Agents II : Agent Theories, Architectures, Languages – IJCAI'95 Workshop (ATAL), Lecture Notes Artificial Intelligence v.1037, Springer-Verlag, 1996, 347-360 p.
- [58] Labrou Yannis, Finin Tim, Peng Yun, « Agent Communication Languages: the Current Landscape », IEEE Intelligent Systems & Their Applications, v.14, n°2, 1999, 45-52 p.
- [59] Brassac Christian, Pesty Sylvie, « Coopération dans les systèmes multi-agents : comportement ou conduite ? », Decentralized Intelligent Multi-Agent Systems'95, Krakow, Pologne, 22-24 novembre, 1995.
- [60] Kuwabara Kazuhiro, Ishida Toru, Osato Nobuyasu, "AgenTalk: Coordination Protocol Description for Multiagent System", Proceedings of the First International Conference on Multi-Agent Systems - ICMAS'95, AAI Press/the MIT Press, 1995, 455 p.
- [61] Cohen P.R., Levesque H.J., "Communicative actions for artificial agents», Proceedings of the First International Conference on Multi-Agent Systems - ICMAS-95, AAI Press/The MIT Press, California, June 1995, 65-72 p.
- [62] O'Brien P.D., Nicol R.C., « FIPA – towards a standard for software agents », BT Technology Journal, v.16, n°3, July 1998, 51-59 p.

- [63] Foundation for Intelligent Physical Agents, « FIPA Abstract Architecture Specification », August 2000, <http://www.fipa.org>.
- [64] Jean Gay, Michel D, Patrice B, “ L’Electrocardiogramme savoir l’interpreter”, Edition OPU, Alger, 1994.
- [65] Imed Jarras et Brahim Chaib-draa, Aperçu sur les systèmes multi-agents, 2002
- [66] JADE (Développement et Implémentation de systèmes Multi-Agents) : [http://www.limsi.fr/jps/enseignement/examsma/2005/1.plateformes\\_1/jade.htm](http://www.limsi.fr/jps/enseignement/examsma/2005/1.plateformes_1/jade.htm)