

Etude Pratique « *Intelligence Artificielle* »

Équipe 5^{ème} Année : Team-War

Jaafar AMRANI-MESBAHI

Fabien GARCIA

ABDELALI NAIT BELKACEM

Rahma NAKARA

Philippe NGUYEN



Team
W@R

Génie Industriel et Informatique

Responsable :

Erwan Tranvouez

Team-war@prunetwork.fr

Table des matières

Chapitre 1. Compréhension générale	4
1.1. Principes généraux	4
Chapitre 2. Développement du SE	6
2.1. Architecture général du SE	6
2.2. Acquisition de l'expertise	7
2.3. Représentation des connaissances	10
Chapitre 3. Bilan	17
3.1. Analyse critique du système expert développé	17
3.2. Utilisation des systèmes experts	17

Compréhension générale

1.1. Principes généraux

1.1.1. Solution par Systèmes Experts. Les systèmes experts sont particulièrement adaptés au problème d'aide au diagnostic :

- En médecine, c'est un logiciel qui permet de diagnostiquer les maladies et de prescrire des médicaments à partir des symptômes (données en entrée) et en fonction de la base de connaissance. Mycin (1972-73) est le plus connu des systèmes experts dans ce domaine.
- En chimie, Dendral (1965) fut le premier système expert pour identifier les constituants chimiques d'un matériau à partir de spectrométrie de masse et de résonance magnétique nucléaire.
- En processus industriel, le système expert, Sachem chez Arcelor, permet de superviser et de piloter les hauts-fourneaux en analysant les données fournies en temps réel par un millier de capteurs.

1.1.2. Choix de solution. Il est présomptueux de vouloir automatiser le raisonnement humain via les systèmes experts. Parce qu'un expert humain chevronné est doté de raisonnements plus complexes et plus riches qu'un moteur d'inférence du système expert. Dans le cas où un problème peut être résolu indifféremment avec ou sans l'aide de l'IA, il est préférable d'utiliser la solution IA. L'automatisation de la résolution permet à l'expert humain de se consacrer à des problèmes inédits et plus complexes. La performance d'un moteur d'intelligence artificielle reste constante voire évolutive. Tandis que celle de l'être humaine dépend de son état physique et mental tel que la fatigue et le stress. De même pour la résolution par un simple programme car ce dernier est limité par les algorithmes déployés. Autrement dit, la solution IA est recommandée pour les expertises simples et répétitives, il faut toutefois faire attention aux effets pervers de l'automatisation.

1.1.3. Mécanismes d'inférences. En intelligence artificielle, le chaînage avant est une méthode de déduction qui applique des règles en partant des prémisses pour en déduire de nouvelles conclusions. Par opposition, le chaînage arrière (en) part des conclusions pour essayer de "remonter" aux axiomes, autrement dit c'est un mécanisme d'induction.

- Exemples d'application de chaînage avant :
 - On liste les symptômes et on regarde tout ce qui est possible à partir de cette base de faits.
- Exemples d'applications de chaînage arrière :
 - On commence par l'hypothèse et on vérifie que les symptômes correspondent à l'hypothèse.

1.1.4. Séparation base de règles et base de faits. La base de connaissance dans un système expert est constituée de :

- Base des faits constitue un ensemble d'axiomes qui ne peuvent être remis en cause. Cette base est complétée par des faits déduits par le moteur d'inférence ou demandés à l'utilisateur.
- Base de règles contient les règles, définies à partir des connaissances et les savoirs-faire des experts, qui vont permettre au système de raisonner à partir des faits. Elle n'évolue pas au cours d'une session de travail.

L'intérêt de séparer base de règles et base de faits est de segmenter la taille de la base de connaissance pour optimiser le temps de parcours des bases.

CHAPITRE 2

Développement du SE

2.1. Architecture général du SE

On se réfère à la Fig2.1.1 pour l'architecture logicielle.

2.1.1. Scenario de déroulement. On définit le scenario de déroulement dans la fig2.1.2.

FIGURE 2.1.1. Architecture Logicielle

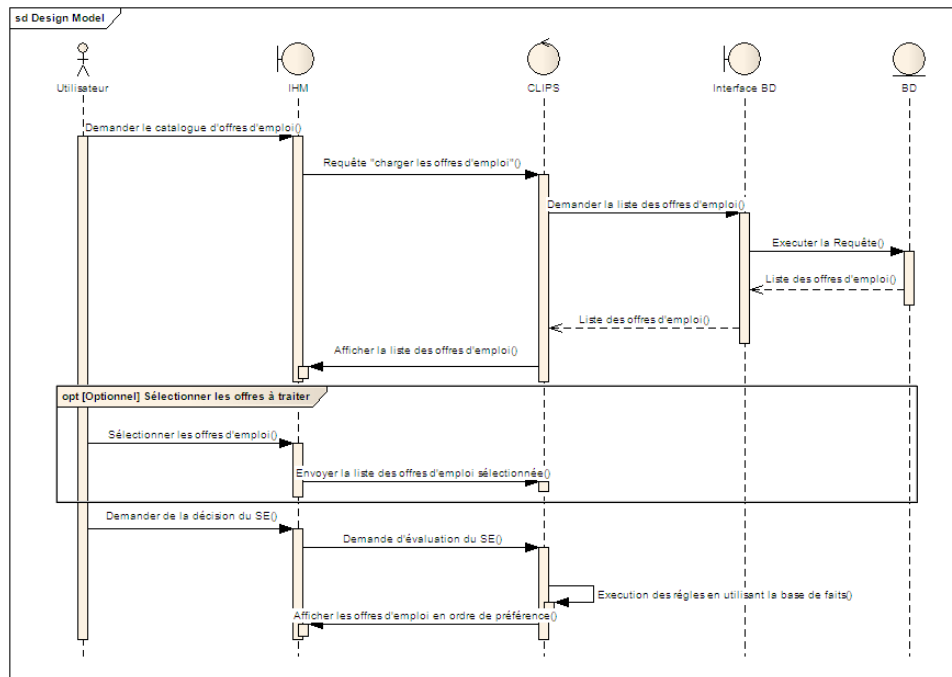
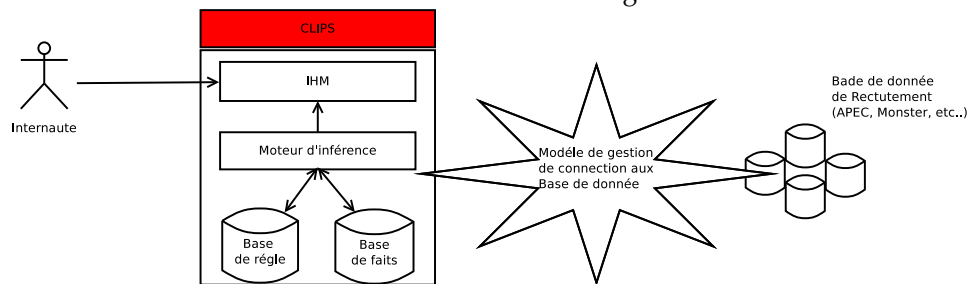


FIGURE 2.1.2. Diagramme de séquence de déroulement de l'analyse

Explication. Pour visualiser le catalogue des offres d'emploi, CLIPS utilise une interface intermédiaire pour se connecter à la base de données, en suite il envoie une requête en demandant l'ensemble des offres disponibles qui seront affichés à l'utilisateur par la suite. L'utilisateur peut demander le traitement de la totalité des offres d'emploi ou bien sélectionner un sous ensemble. Ces offres vont être la base de faits sur laquelle le moteur d'inférence CLIPS va se baser pour exécuter les règles existant dans l'agenda. A la fin l'utilisateur reçoit la liste des offres d'emploi classée par ordre de préférence.

2.2. Acquisition de l'expertise

2.2.1. Création d'une ontologie. Nous pouvons décrire une Ontologie de la manière suivante :

- Description des concepts (classes) dans un domaine
- Propriétés de chaque concept (slots)
- Contraintes des propriétés (facts)
- Instances des classes (base de connaissance)

Nous allons suivre la démarche suivante :

- (1) Déterminer le domaine et les limites de l'Ontologie
- (2) Réutiliser les Ontologies existantes
- (3) Collecter les termes importants
- (4) Définir les classes et leurs hiérarchies
- (5) Définir les propriétés des classes
- (6) Définir les contraintes
- (7) Créer les instances

Déterminer le domaine et les limites de l'ontologie.

- Quel domaine sera couvert ?

La recherche d'offre d'emploi.

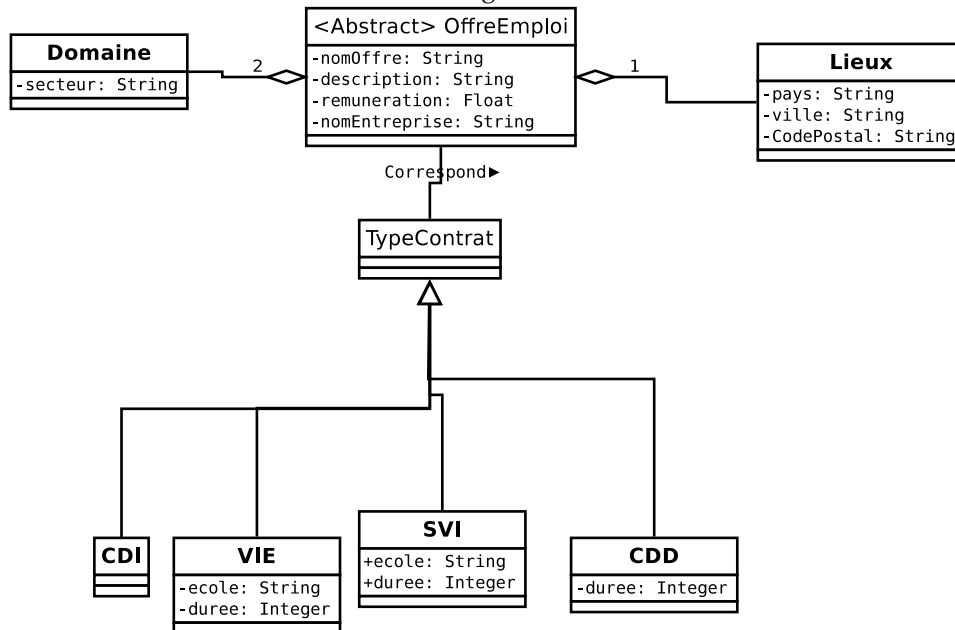
- Dans quel but sera utilisé l'ontologie ?

Pour cibler les recherches afin d'avoir des résultats précis et convenables qui s'accordent avec les critères de recherche.

- A quelles questions répondra l'ontologie ?
 - quelle offre d'emploi ? stage , CDD, CDI,....
 - Quels sont les avantages de cette offre sur un critère (Exemple : le salaire , la localisation) par rapport à une autre offre
 - Etc...
- Qui va utiliser et maintenir l'ontologie ?
 - Les étudiants
 - Les chômeurs
 - Les recruteurs

Réutiliser les ontologies existantes. Nous n'avons pas pu trouver une ontologie qui traite directement le sujet des offres d'emploi mais nous avons trouvé un modèle d'une ontologie basée compétence pour l'annotation des Cvs/Offres (<http://liris.cnrs.fr/Documents/Liris-3447.pdf>) et qui permet aux recruteurs et candidats de partager un référentiel commun dans lequel les documents déposés seront décrits nettement , sémantiquement et formellement. La correspondance avec notre étude sera au niveau formel , en effet dans cette ontologie la formalisation permet d'assurer un raisonnement automatique qui associe l'offre à la demande d'emploi. Par conséquent notre ontologie associera les offres aux critères de recherche prédéfinis.

FIGURE 2.2.1. Diagramme de Classe



Le diagramme de classe suivant synthétise l'ontologie d'une offre d'emploi.

Collecter les termes importants. Dans cette étape nous énumérons les termes et leurs propriétés.

- CDD, SVI et VIE : un emploi à durée déterminé, rémunéré, conventionné
- CDI : un emploi à durée indéterminée, rémunéré, sous contrat
- Rémunération (contient le salaire et les avantages en nature s'ils existent : par exemple les tickets restaurant, la location d'un logement, l'abonnement au transport)
- Lieux (caractérisé par pays, ville, adresse)
- Durée (il y aura une date de début et une date de fin)
- Domaine : peut être traduit par le secteur d'activité (BTP, Commerce), par mots-clés (JEE, PHP, XML, KANBAN, LEAN)

Définir les classes et leurs hiérarchies. La classe offre d'emploi est le noyau de notre ontologie. C'est une classe abstraite caractérisée par les propriétés suivantes (cf Fig. 2.2.1) :

- *nomOffre* : Il s'agit d'un bref résumé de l'offre d'emploi
- *remuneration* : Donne la rémunération en tenant compte des avantages en nature
- *Domaine* : Comprend le secteur, mots-clés, et permet de caractériser le travail
- *nomEntreprise* : Il donne le nom de l'entreprise.
- *Description* : Descriptif de l'emploi, il permet de caractériser le poste. Et de savoir dans quel secteur industriel on se trouve.
- *Lieux* : Permet de caractériser le lieu de l'emploi
- CDD, SVI, VIE : sont des contrats à durée déterminée, dans le cas du SVI et VIE on ajoute le nom de l'école.
- CDI : est un contrat différent car il n'a pas de durée attachée.

Définir les propriétés des classes et leurs contraintes. On fait différentes hypothèses sur les classes :

- Toutes les offres sont abstraite et sont instancié en fonction du type de contrat.
 - Les contrats à durée déterminé possède un attribut supplémentaire : La *durée*.
- Créer les instances (voir la partie développement avec CLIPS).*

2.2.2. Critère de recherche d'offre d'emploi. On définit cinq critères pour les offres :

- Domaine
- Type de contrat
- Lieu
- Rémunération
- Durée

2.2.3. Détail des critères. On peut définir différents critères pour l'offre d'emploi :

- Domaine
 - On précisera le type d'emploi attendu (ingénieur, secrétaire, ...)
 - On précisera le secteur d'activité de l'entreprise (Agro-alimentaire, BTP, etc...)
- Type de contrat
 - Préciser Stage, CDD, CDI, VIE, Apprentissage
- Lieux
 - Définir étendue géographique (ville, région, pays)
- Rémunération
 - Attente salariale
 - Seuil
 - Préciser les avantages en nature
- Durée
 - Durée minimal
 - Durée maximal

2.2.4. Définition des règles Si Alors.

Domaine. SI domaine est défini ALORS

- Si Domaine = Domaine-Offre
 - Garder Offre
- FinSI

Type de Contrat. SI Type = CDI ALORS

- *Satisfaction* = 4

Else

SI Type = CDD ALORS

- *Satisfaction* = 3

Else

SI Type = Stage ALORS

- *Satisfaction* = 2

Else

SI Type = VIE ALORS

- *Satisfaction* = 1

Else

SI Type = Alternance ALORS

- *Satisfaction* = 0

Lieux. SI $0 \leq Distance \leq \frac{DistanceSeuil}{5}$
 – *Satisfaction* = 5
 ELSE
 – SI $\frac{DistanceSeuil}{5} < Distance \leq \frac{2 \times DistanceSeuil}{5}$
 – *Satisfaction* = 4
 ELSE
 – SI $\frac{2 \times DistanceSeuil}{5} < Distance \leq \frac{3 \times DistanceSeuil}{5}$
 – *Satisfaction* = 3
 ELSE
 – SI $\frac{3 \times DistanceSeuil}{5} < Distance \leq \frac{4 \times DistanceSeuil}{5}$
 – *Satisfaction* = 2
 ELSE
 – SI $\frac{4 \times DistanceSeuil}{5} < Distance \leq DistanceSeuil$
 – *Satisfaction* = 1
 ELSE
 – SI $Distance > DistanceSeuil$
 – *Satisfaction* = 0

Rémunération. Le *CoefSalaire* est un coefficient qui permet d'interpréter le salaire en euro dans le cadre de notre problème

Si $Salaire \leq SeuilMin$
 – *Satisfaction* = 0
 Sinon
 – *Satisfaction* = $Salaire \times CoefSalaire$

Durée. Si $5 \leq Durée \leq 6$ Alors
 – *satisfaction* = 1
 Else
 – *satisfaction* = 0

2.3. Représentation des connaissances

Pour notre développement on pose différentes hypothèses :

- On fait une recherche sur un seul et unique domaine
- Les offres d'emploi ne porte que sur un seul domaine
- La rémunération tient compte des avantages en nature

2.3.1. Représentation des informations.

2.3.2. Exploitation du SE.

2.3.2.1. Sélection de 10 offres d'emploi.

Pour valider le fonctionnement de notre SE, on a sélectionné 10 offres d'emploi comme suit :

2.3.2.2. Résultat du SE sur les 10 offres d'emploi. Explication :

Le Programme commence par demander à l'utilisateur l'ensemble des données dont il a besoin :

- Le salaire minimal souhaité
- Le périmètre maximal souhaité
- le type de contrat voulue (CDI , CDD , Stage , VIE , Alternance)
- le domaine dans lequel on veut effectuer nous recherches (Exemple : Informatique)
- Si on veut chercher par un mot clé(Exemple J2EE)

Référence	Domaine	Entreprise	Nom d'offre	Description	Rémunération	Type Contrat	Durée	Perimètre Maximal
R0001	Informatique	Public Sénat	Stagiaire web (H/F)	Publier les mises à jour : informations sur les prochains programmes de la chaîne (création de visuels), mise à jour des rubriques génériques du site, vérification du bon fonctionnement des VOD mises en ligne	740 €	Stage	8 mois	800
R0002	Industriel	AlloCiné	Chaîne logistique	-Publier les mises à jour : informations sur les prochains programmes de la chaîne (création de visuels), mise à jour des rubriques génériques du site, vérification du bon fonctionnement des VOD mises en ligne	1000 €	CDD	12 mois	100
R0003	Informatique	Sopra Groupe	Dev J2EE	Publier les mises à jour : informations sur les prochains programmes de la chaîne (création de visuels), mise à jour des rubriques génériques du site, vérification du bon fonctionnement des VOD mises en ligne	1200€	CDI	-	100

TABLE 2.3.1. Offre de stage d'emploi

Référence	Domaine	Entreprise	Nom d'offre	Description	Rémunération	Type Contrat	Durée	Périmètre Maximal
R0004	Informatique	Sopra Groupe	CONSULTANT Technico-Fonctionnel SAP (H/F)	Profil recherché : De formation BAC+5 (école d'ingénieur, universitaire) vous justifiez de 3 à 10 ans d'expérience sur des projets SAP. Vous maîtrisez un ou plusieurs des modules /sous modules fonctionnels suivants (version ECC 5.0/6.0) : - PP, PM, QM, CS, WM, MM, SD, PS, EHS... - FI, CO, FI-FM, IM, FSCM, SEM... - HR-PA, HR-PY, HR-TM... Vous maîtrisez un ou plusieurs des composants SAP Netweaver 7.0	1500 €	CDI	-	100
R0005	Qualité	TEMPORIS	Technicien méthode (H/F)	Vous devez suivre et mettre à jour des données et documents industriels nécessaires à la fabrication ; Vous proposez des améliorations de process, outillages, flux ; Vous prenez en charge les projets process ; Vous participez aux chantiers d'amélioration continue ; Vous réalisez les dossiers machine pour l'usinage. Vous encadrez une équipe de 2 à 3 personnes.	2200 €	CDI	-	100

TABLE 2.3.2. Offre de stage d'emploi

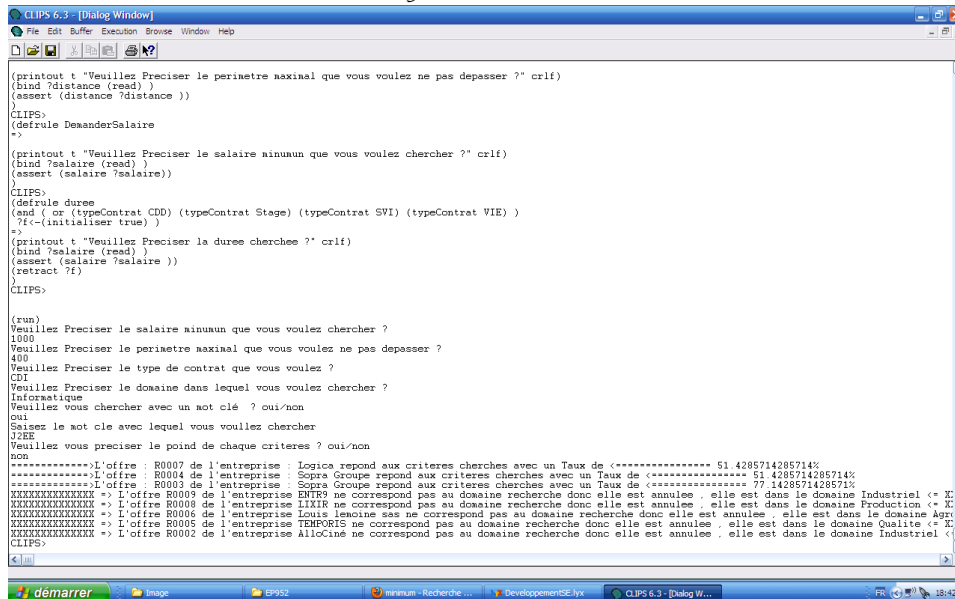
Référence	Domaine	Entreprise	Nom d'offre	Description	Rémunération	Type Contrat	Durée	Perimetre Maximal
R0006	Agroalimentaire	Louis lemoine sas	Chargé d'étude production agroalimentaire Loiret (HF)	Optimisation des lignes de conditionnement de salades « traiteur » (6 lignes) Audit des lignes : analyse des dysfonctionnements des lignes de conditionnement (cadence, précision de dosage, pertes matières) Mise en place d'améliorations en collaboration avec les services Production et Maintenance Suivi des améliorations par la mise en place d'indicateurs pertinents et perfectionnement de la collecte des données de production (fabrication et problèmes techniques)	550 €	Stage	7 mois	100
R0007	Informatique	Logica	Réponsable qualité et système d'information	Profil recherché : De formation BAC+5 (école d'ingénieur, universitaire). une bonne connaissance dans les outils de nouvel technique d'informatique et de communication (NTIC)	3.200€	CDD	2 ans	100
R0008	Production	LIXIR	Un(e) Stagiaire Assistant le Chef de Produit Whisky Grant's	Intégré(e) à la Direction Marketing, vous serez rattaché(e) au Chef de Produit Grant's Vous l'assisterez dans sa mission de développement de la marque Grant's · Gestion quotidienne de la marque : o Analyse de la performance (AC Nielsen), recommandation d'optimisation du plan marketing. o Suivi budgétaire. o Pilotage du plan promotionnel. o Pilotage du plan de développement des	600 €	Stage	6mois	Ile-de-France Seine-Saint-Denis - Saint Ouen

TABLE 2.3.3. Offre de stage d'emploi

Référence	Domaine	Entreprise	Nom d'offre	Description	Rémunération	Type Contrat	Durée	Perimetre Maximal
R0008	Production	LIXIR	Un(e) Stagiaire Assistant le Chef de Produit Whisky Grant's	Intégré(e) à la Direction Marketing, vous serez rattaché(e) au Chef de Produit Grant's Vous l'assisterez dans sa mission de développement de la marque Grant's · Gestion quotidienne de la marque : o Analyse de la performance (AC Nielsen), recommandation d'optimisation du plan marketing. o Suivi budgétaire. o Pilotage du plan promotionnel. o Pilotage du plan de développement des ventes · Lancement des plateformes d'expérience de marque (Event, RP...) en relation étroite avec le chef de produit. Ce stage propose une expérience complète du marketing sur un marché mature premier contributeur à la croissance des spiritueux. Votre autonomie, votre rigueur, votre sens de l'analyse, votre créativité et votre dynamisme sont les atouts indispensables pour mener à bien cette mission.	600 €	Stage	6mois	Ile-de-France Seine-Saint-Denis - Saint Ouen
R0009	Industriel	LIXIR	Technico-commercial(e)	Rattaché(e) au responsable d'agence, ce poste vous amène à : - Assurer le suivi d'un portefeuille de clients industriels (services techniques, production) sur votre secteur.- Prendre en charge le développement de l'activité commerciale	2500 €	CDI	-	100

TABLE 2.3.4. Offre de stage d'emploi

FIGURE 2.3.1. Résultat du SERoo



Après avoir saisi l'ensemble des données nécessaires pour le SE , le programme exécute l'ensemble des règles exécutables en suite il affiche les offres acceptées entre la chaîne de caractères « =====> Offre <=====» et le pourcentage de satisfaction par rapport aux critères saisis par l'utilisateur.

Enfin le programme affiche les résultats des offres qui ne correspondent pas entre la chaîne de caractères « XXXXXXXX===> offre<====XXXXXXX » ainsi que la raison pour laquelle elle a été refusée.

2.3.2.3. Justification de l'état des 3 annonces :

2.3.2.4. Bonus. Le SE développé offre la possibilité de pondérer les critères de sélection afin de répondre au mieux à l'attente de l'utilisateur.

offres	réponse du SE	Taux satisfaction	Raisons
Ro07	acceptée	51,42%	<ul style="list-style-type: none"> - domaine valide car correspond au domaine recherché (« informatique » dans notre cas) - salaire valide car il est supérieur à 1000 euros - type de contrat est validé car c'est de type CDI - la durée est nulle car le contrat est de type indéterminé - la distance ne dépasse pas 400 km donc elle répond au critère défini par l'utilisateur - la satisfaction correspond aux calculs des poids par défaut car l'utilisateur n'a pas précisé les poids de chaque critère.
Ro03	acceptée	77,14%	<ul style="list-style-type: none"> - domaine valide car correspond au domaine recherché - salaire valide car il est supérieur à 1000 euros - type de contrat est validé car c'est de type CDI - la durée est nulle car le contrat est de type indéterminé - la distance ne dépasse pas 400 km donc elle répond au critère - la satisfaction correspond aux calculs des poids par défaut car l'utilisateur n'a pas précisé les poids - l'offre contient le mot clé J2EE prédéfini par l'utilisateur lors de la saisie du mot clé, ce qui augmente le taux de satisfaction de l'offre par rapport aux autres.
Ro09	rejetée	0%	- domaine non validé car il est différent du domaine recherché donc tous les critères suivants ne seront pas traités et l'offre est rejetée d'emblée.

TABLE 2.3.5. Analyse des offres

FIGURE 2.3.2. Execution Exemple

```

CLIPS 6.3 - [Dialog Window]
File Edit Buffer Execution Browse Window Help

(printout t "Veuillez Preciser le salaire minium que vous voulez chercher ?" crlf)
(bind ?salaire (read) )
(assert (salaire ?salaire))
)
CLIPS>
(defrule durees
(and ( or (typeContrat CDD) (typeContrat Stage) (typeContrat SVI) (typeContrat VIE) )
      ?i<- (initialiser true) )
)
(printout t "Veuillez Preciser la duree cherchee ?" crlf)
(bind ?duree (read) )
(assert (duree ?duree ))
(retract ?i)
)
CLIPS>

(run)
Veuillez Preciser le salaire minium que vous voulez chercher ?
1000
Veuillez Preciser le perimetre maximal que vous voulez ne pas dépasser ?
400
Veuillez Preciser le type de contrat que vous voulez ?
CDI
Veuillez Preciser le domaine dans lequel vous voulez chercher ?
Informatique
Veuillez vous chercher avec un mot clé ? oui/non
oui
Saisissez le mot clé avec lequel vous voulez chercher
J2EE
Veuillez vous preciser le poids de chaque criteres ? oui/non
oui
Donner un point entre 1-5 pour le criteres Domaine ? oui/non
1
Donner un point entre 0-5 pour le criteres Distance ? oui/non
3
Donner un point entre 0-5 pour le criteres Salaire ? oui/non
5
Donner un point entre 0-5 pour le criteres Type de Contrat ? oui/non
1
-----L'offre : R0007 de l'entreprise : Logica repond aux criteres cherches avec un Taux de ----- 72.0%
-----L'offre : R0004 de l'entreprise : Sopra Groupe repond aux criteres cherches avec un Taux de ----- 61.33333333333333%
-----L'offre : R0003 de l'entreprise : Sopra Groupe repond aux criteres cherches avec un Taux de ----- 68.0%
XXXXXXXXXXXXX => L'offre R0009 de l'entreprise ENT9 ne correspond pas au domaine recherche donc elle est annulee , elle est dans le domaine Industriel (= I)
XXXXXXXXXXXXX => L'offre R0008 de l'entreprise LIXR ne correspond pas au domaine recherche donc elle est annulee , elle est dans le domaine Production (= P)
XXXXXXXXXXXXX => L'offre R0006 de l'entreprise Louis lemoine sas ne correspond pas au domaine recherche donc elle est annulee , elle est dans le domaine Agr
XXXXXXXXXXXXX => L'offre R0005 de l'entreprise TEMPORIS ne correspond pas au domaine recherche donc elle est annulee , elle est dans le domaine Qualite (= Q)
XXXXXXXXXXXXX => L'offre R0002 de l'entreprise AlioCiné ne correspond pas au domaine recherche donc elle est annulee , elle est dans le domaine Industriel (= I)
CLIPS>

```


CHAPITRE 3

Bilan

3.1. Analyse critique du système expert développé

3.1.1. Avantage. Notre SE développé par nos soins sous la tutelle de M. Tranvouez "THE expert" nous paraît assez complet, en effet il traite la demande de l'utilisateur en prenant en considération ses intérêts pour chaque critères.

D'autre part le SE est paramétrable, en effet l'utilisateur a la possibilité de spécifier les poids des critères qu'il considère primordiaux.

En ce sens ce système peut-être réutilisé.

3.1.2. Développement en programmation classique. Le développement de notre SE dans un autre langage n'est pas envisageable car la plupart des langages ne font pas la distinction entre la base de règles et la base de faits. d'autre part il ne dispose de moteur d'inférence ce qui oblige le programmeur à gérer lui même les règles.

3.1.3. Améliorations possibles. L'idée serait de trouver une application(ou API) qui assurera une connexion avec le serveur de base de donnée de site d'emploi (ex : APEC). d'autre part il serait intéressant de trouver une application qui permettra de donner une représentation graphique de l'arbre de décision.

Rajouter une fonctionnalité afin de pouvoir permettre à l'utilisateur de choisir plusieurs domaine à la fois.

3.2. Utilisation des systèmes experts

3.2.1. Retenir une approche par système expert. Différentes raisons nous pousseraient à choisir une approche par système expert :

- Complexité d'un problème, en effet si un problème est trop complexe pour être résolu de manière exacte par un algorithme simple.
- Manque de connaissances dans un domaine d'étude.
- Traiter un grand nombre de connaissances et aider à la prise de décision.

3.2.2. Rejeter cette approche.

- Un projet dont la résolution du problème est simple, ne nécessite pas l'intervention d'un système expert.
- Le problème est l'acquisition des connaissances.
- Requiert des compétences spécifiques relevant de l'IA.