



## **TP Technologie des agents**

**Rapport de Projet : Implémentation d'un système expert de recommandation de plantes d'intérieur et d'un système d'enchères multi-agents**

Présenté par:

**Manel OUCHAR**  
**Zakaria YOUSFI**

Section: M1 SII  
Groupe: 03

## Table des matières

1. Inférence et chaînage avant.....	4
2. Implémentation.....	4
2.1. Stratégie de résolution de conflits.....	4
2.1. Système expert proposé.....	4
3. Base de connaissance utilisée.....	5
4. Interface du système expert.....	6
5. Exécution.....	7
1. La plateforme JADE.....	8
2. Implémentation.....	8
2.1. La classe "Vendeur".....	8
2.2. La classe "Acheteur".....	8
3. Fonctionnement du système d'enchères multi-agents.....	8
3.1. Étape 1 : Envoi du CFP et réception des offres.....	8
3.2. Étape 2 : Sélection de l'acheteur avec l'offre la plus élevée.....	9
3.3. Étape 3 : Répétition de l'enchère.....	9
3.4. Étape 4 : Détermination du résultat final.....	9
4. Exécution.....	9

## I. Introduction générale

Les systèmes experts et les systèmes multi-agents représentent deux paradigmes clés dans le domaine de l'intelligence artificielle. Ils offrent des solutions novatrices pour résoudre des problèmes complexes et sont de plus en plus utilisés dans divers domaines d'application. Dans le cadre de ce projet, nous avons entrepris l'implémentation d'un système expert de recommandation de plantes d'intérieur et d'un système d'enchères multi-agents, combinant ainsi ces deux approches puissantes pour répondre aux besoins spécifiques du domaine de l'horticulture.

Le système expert de recommandation de plantes d'intérieur vise à assister les passionnés de plantes dans leur sélection de plantes d'intérieur. L'objectif principal est de fournir des recommandations personnalisées en fonction des préférences de l'utilisateur, de l'environnement de la pièce et des caractéristiques des plantes. Grâce à une base de connaissances et à des règles d'inférence appropriées, le système expert sera en mesure de fournir des conseils pertinents pour aider les utilisateurs à choisir les plantes qui prospéreront dans leur environnement intérieur. Pour l'implémentation de ce système, nous avons utilisé **Node.js** pour le backend et **React** ainsi que **Bootstrap** pour le frontend.

D'autre part, le système d'enchères multi-agents permettra de créer un environnement dynamique où plusieurs agents autonomes pourront interagir et participer à des enchères pour l'acquisition de produits. Chaque agent sera capable de formuler des offres et d'interagir avec d'autres agents et ceci sur la plateforme **JADE** en Java.

Dans ce rapport de projet, nous présenterons en détail l'implémentation de ces deux systèmes.

# **I. Partie 1 : Système Expert**

## **1. Inférence et chaînage avant**

Les systèmes experts représentent des outils d'intelligence symbolique conçus pour résoudre des problèmes spécifiques à un domaine donné. En collaboration avec un cognitif, les connaissances de l'expert sont traduites en une base de règles ou une base de connaissances. Lors de l'instanciation des variables, le système cherche une séquence de règles applicables permettant d'atteindre l'objectif, en utilisant soit un chaînage avant, soit un chaînage arrière.

Dans cette étude, nous nous concentrons sur la méthode du chaînage avant, qui est définie par l'algorithme suivant :

1. Initialisation des variables du système expert.
2. Création de l'ensemble des conflits, qui comprend toutes les règles applicables pour cette instanciation des variables.
3. Si l'ensemble des conflits n'est pas vide, sélection d'une règle parmi cet ensemble en utilisant une stratégie de résolution des conflits.
4. Application de la règle choisie et suppression de celle-ci de la base de connaissances, ou marquage de la règle comme déjà utilisée.
5. Répétition de l'algorithme à partir 2. jusqu'à ce qu'une valeur soit obtenue pour la variable cible, ou jusqu'à ce qu'aucune règle ne puisse être appliquée.

À la fin de l'exécution de cet algorithme, nous obtenons un ensemble de valeurs correspondant aux variables du système.

## **2. Implémentation**

### **2.1. Stratégie de résolution des conflits**

Le processus de résolution des conflits suit la stratégie suivante : tout d'abord, la règle possédant le plus grand nombre de clauses antécédentes est sélectionnée. Si plusieurs règles sont sélectionnées simultanément, celle située le plus bas dans la liste des règles est considérée comme la plus profonde dans l'arbre de déduction et est choisie. Par conséquent, l'ordre des règles joue un rôle crucial dans le processus de sélection.

### **2.1. Système expert proposé**

Nous avons développé un système expert spécialisé dans la recommandation de plantes d'intérieur afin d'aider les amateurs de verdure à choisir les plantes idéales pour leur espace intérieur.

En optant pour un système expert, nous bénéficions d'un accès instantané à une base de connaissances riche et spécialisée, élaborée par des experts en horticulture. Ce système est

conçu pour analyser les informations spécifiques à chaque plante, telles que ses exigences en matière de lumière, d'arrosage et d'entretien...etc.

Grâce à ces connaissances, le système expert est en mesure de nous fournir des recommandations personnalisées et adaptées à nos besoins spécifiques.

### 3. Base de connaissance utilisée

Label	Règle
Sweet Flag	IF Ease of care = easy AND Toxicity = toxic AND Lighting = medium AND Watering = 1 times/week THEN Common Name = Sweet Flag
Ox Tongue	IF Lighting = low AND Toxicity = non toxic AND Watering = 3 times/week THEN Common Name = Ox Tongue
Slipperwort	IF Watering = 1 times/week AND Ease of care = easy THEN Common Name = Slipperwort
Ponytail	IF Watering = 3 times/week AND Ease of care = difficult AND Toxicity = non toxic AND Lighting = low THEN Common Name = Ponytail
Brevifolia Aloe	IF Watering = 3 times/week AND Ease of care = difficult AND Toxicity = non toxic AND Lighting = high THEN Common Name = Brevifolia Aloe
Powder Puff	IF Watering = 3 times/week AND Ease of care = difficult AND Toxicity = non toxic AND Lighting = low THEN Common Name = Powder Puff
Scarlet Star	IF Watering = 3 times/week AND Ease of care = difficult AND Toxicity = non toxic AND Lighting = low THEN Common Name = Scarlet Star
Philodendron Pertusum	IF Watering = 2 times/week AND Ease of care = average AND Toxicity = non toxic AND Lighting = low THEN Common Name = Philodendron Pertusum
Little Tree Cactus	IF Watering = 3 times/week AND Ease of care = difficult AND Toxicity = non toxic AND Lighting = low THEN Common Name = Little Tree Cactus
Pigmy Date Palm	IF Watering = 2 times/week AND Ease of care = average AND Toxicity = non toxic AND Lighting = low THEN Common Name = Pigmy Date Palm
Nephthytis	IF Watering = 2 times/week AND Ease of care = average AND Toxicity = non toxic AND Lighting = medium THEN Common Name = Nephthytis


Wandering Jew	IF Watering = 2 times/week AND Ease of care = average AND Toxicity = non toxic AND Lighting = high THEN Common Name = Wandering Jew
easy	IF Watering = 1 times/week THEN Ease of care = easy
average	IF Watering = 2 times/week THEN Ease of care = average
difficult	IF Watering = 3 times/week THEN Ease of care = difficult

#### 4. Interface du système expert

Pour l'interface, on a décidé d'utiliser une interface web développée en utilisant les technologies **ReactJS** pour le frontend et **NodeJS** pour le backend. Comme la base de connaissance est stockée dans un fichier **JSON**, l'utilisation du **JavaScript** des deux côtés nous permet de développer efficacement le système.

Les éléments principaux de l'interface sont les suivants (Voir figure 1):

1. L'ensemble des variables manipulées par le moteur d'inférence. On peut fixer la valeur de chaque variable individuellement avant l'application du chaînage avant.
2. Bouton de lancement du chaînage avant et le résultat de l'inférence.
3. Tableau récapitulatif de la base de connaissance.

 Indoor Plants Expert System
 [Home](#) [Features](#) [FAQs](#) [About](#)
[Login](#) [Sign-up](#)

### Variables

Toxicity  
toxic

Temperature

Humidity

Watering  
1 times/week

Lighting  
medium

Ease of care  
easy

Search

Result:

no deductions yet


### Rules

Label	Rule
Sweet Flag	IF Ease of care = easy AND Toxicity = toxic AND Lighting = medium AND Watering = 1 times/week THEN Common Name = Sweet Flag

Figure 1. Interface graphique du système expert.

## 5. Exécution

On définit les valeurs des différentes variables selon nos besoins, ensuite on clique sur le bouton “Search” pour commencer le chaînage. Le résultat final est affiché dans la zone 2. (Voir Figure 2).

 Indoor Plants Expert System

[Home](#) [Features](#) [FAQs](#) [About](#)

[Login](#) [Sign-up](#)

### Variables

Toxicity  
toxic


Temperature

Humidity

Watering  
1 times/week

Lighting  
medium

Ease of care  
easy

 Search

**Result:**  
Sweet Flag

### Rules

Label	Rule
Sweet Flag	IF Ease of care = easy AND Toxicity = toxic AND Lighting = medium AND Watering = 1 times/week THEN Common Name = Sweet Flag

Figure 2. Résultat obtenu après le chaînage avant du système expert.

## **II. Partie 2 : Système Multi-Agents**

### **1. La plateforme JADE**

Dans cette partie de notre projet, nous avons choisi d'utiliser la plateforme JADE en Java pour la gestion des agents dans le système d'enchères multi-agents.

**JADE** (Java Agent DEvelopment Framework) offre une infrastructure robuste et flexible pour la création, le déploiement et la communication entre les agents autonomes. Cette plateforme nous a permis de modéliser les agents et de mettre en place les mécanismes d'enchères de manière efficace et fiable.

Ce système permet aux agents vendeur et acheteurs de participer à une enchère pour l'achat d'un produit spécifique. Nous avons développé deux classes principales, "Vendeur" et "Acheteur", qui représentent respectivement l'agent vendeur et les agents acheteurs.

### **2. Implémentation**

#### **2.1. La classe "Vendeur"**

La classe "Vendeur" est responsable de l'initialisation de l'enchère et de la coordination des différentes étapes du processus. Lors de sa configuration initiale, le vendeur reçoit les informations sur le produit, le prix initial et le prix de réserve. Il utilise ensuite la plateforme pour rechercher et identifier les agents acheteurs enregistrés dans le système.

Une fois les acheteurs identifiés, le vendeur lance l'enchère en envoyant un message de demande de propositions (CFP : Call For Proposal) aux acheteurs. Le vendeur gère les réponses des acheteurs, enregistrant leurs offres et en sélectionnant finalement l'acheteur ayant fait l'offre la plus élevée.

#### **2.2. La classe "Acheteur"**

La classe "Acheteur" représente les agents acheteurs participant à l'enchère. Chaque acheteur est configuré avec un budget aléatoire qui détermine sa capacité à faire des offres. L'acheteur écoute les messages CFP du vendeur et répond en proposant un prix s'il est en mesure de le faire en fonction de son budget. Si l'offre est supérieure au prix initial, l'acheteur envoie une proposition. Sinon, il refuse l'offre.

### **3. Fonctionnement du système d'enchères multi-agents**

Le système d'enchères multi-agents fonctionne selon un processus itératif comprenant plusieurs étapes. Ces étapes sont exécutées de manière séquentielle jusqu'à ce qu'une condition de fin soit remplie.

#### **3.1. Étape 1 : Envoi du CFP et réception des offres**

Dans cette étape, le vendeur envoie un message CFP à tous les acheteurs, sauf à l'acheteur ayant fait l'offre la plus élevée précédemment. Le message contient les



informations sur le produit et le prix actuel. Les acheteurs reçoivent le CFP et envoient leurs offres au vendeur.

### 3.2. Étape 2 : Sélection de l'acheteur avec l'offre la plus élevée

Le vendeur collecte les offres des acheteurs et détermine l'acheteur ayant fait l'offre la plus élevée. Si aucune offre n'a été reçue, l'enchère est considérée comme infructueuse (n'a pas abouti à la vente du produit). Le vendeur envoie ensuite des messages d'acceptation et de rejet des propositions aux acheteurs en fonction de leur offre.

### 3.3. Étape 3 : Répétition de l'enchère

Si l'enchère n'est pas terminée, le processus se répète avec une nouvelle itération. Le vendeur envoie un nouveau CFP aux acheteurs restants, à l'exception de l'acheteur avec l'offre la plus élevée précédemment. Les étapes 2 et 3 se répètent jusqu'à ce qu'un certain nombre d'offres soient refusées ou que le prix de réserve soit atteint.

### 3.4. Étape 4 : Détermination du résultat final

L'enchère se termine lorsque l'une des conditions de fin est remplie. Si un acheteur a fait une offre supérieure au prix de réserve, le produit est vendu à cet acheteur. Sinon, l'enchère est considérée comme infructueuse et aucun acheteur n'acquiert le produit.

## 4. Exécution

L'exécution se fait en utilisant la commande suivante: -gui -agents  
Vendeur:Auctioner("Tableau",100,1000);MANEL:Buyer;ZAKARIA:Buyer

```
Le vendeur commence l'enchère !
Produit en vente : Tableau au prix de 100 dollars.
juin 02, 2023 10:14:10 PM jade.core.AgentContainerImpl joinPlatform
INFO: -----
Agent container Main-Container@[redacted] is ready.
-----
MANEL [redacted] veut acheter le produit et il a un budget de 2967 dollars.
ZAKARIA [redacted] veut acheter le produit et il a un budget de 5269 dollars.
MANEL [redacted] offre 150 dollars.
ZAKARIA [redacted] offre 180 dollars.
L offre la plus élevée proposée : 180 dollars par ZAKARIA [redacted]
Est ce que quelqu'un propose plus ?
MANEL [redacted] offre 342 dollars.
L offre la plus élevée proposée : 342 dollars par MANEL [redacted]
Est ce que quelqu'un propose plus ?
ZAKARIA [redacted] offre 581 dollars.
L offre la plus élevée proposée : 581 dollars par ZAKARIA [redacted]
Est ce que quelqu'un propose plus ?
MANEL [redacted] offre 1045 dollars.
L offre la plus élevée proposée : 1045 dollars par MANEL [redacted]
Est ce que quelqu'un propose plus ?
ZAKARIA [redacted] offre 1672 dollars.
L offre la plus élevée proposée : 1672 dollars par ZAKARIA [redacted]
Est ce que quelqu'un propose plus ?
L offre la plus élevée proposée : 1672 dollars par ZAKARIA [redacted]
Est ce que quelqu'un propose plus ?
1672 dollars 1 fois.
L offre la plus élevée proposée : 1672 dollars par ZAKARIA [redacted]
Est ce que quelqu'un propose plus ?
1672 dollars 2 fois.
L offre la plus élevée proposée : 1672 dollars par ZAKARIA [redacted]
Est ce que quelqu'un propose plus ?
1672 dollars 3 fois.
Prix de réserve atteint, produit vendu au client ZAKARIA [redacted] à 1672 dollars.
```

Figure 3. Résultats obtenus de l'exécution du système multi-agents.

### **III. Conclusion générale**

En conclusion, ce projet a permis l'implémentation d'un système expert de recommandation de plantes d'intérieur et d'un système d'enchères multi-agents. Le système expert offre aux utilisateurs des recommandations personnalisées pour choisir des plantes d'intérieur adaptées à leurs besoins. Le système d'enchères multi-agents permet aux vendeurs de proposer des produits aux acheteurs et de faciliter le processus d'enchères. Ce projet démontre l'application pratique des agents intelligents, des systèmes experts et des systèmes multi-agents dans des domaines tels que l'horticulture et le commerce électronique. Il offre également une base solide pour des développements futurs dans ces domaines, ouvrant la voie à de nouvelles possibilités d'automatisation et de prise de décision intelligente.