

---

# Projet Technologie des agents Master 1 SII

---

**Implémentation d'un système expert  
et d'un Système Multi-Agent**



*Présenté Par :*

FERKOUS Sarah  
KHAOUNI Amel

*Professeur : Mr. GOT*

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>I Implémentation d'un système expert</b>	<b>4</b>
0.1 Description des concepts . . . . .	5
0.1.1 Définition d'un système expert . . . . .	5
0.1.2 Base de connaissance . . . . .	5
0.1.3 Base des faits . . . . .	5
0.1.4 Base des règles . . . . .	5
0.1.5 La notion but . . . . .	5
0.1.6 Chaînage avant . . . . .	5
0.2 Implémentation . . . . .	6
0.2.1 Le choix du domaine . . . . .	6
0.2.2 Notre base de connaissances . . . . .	6
0.2.3 gestion de conflits . . . . .	6
0.2.4 L'applicabilité d'une règle . . . . .	7
0.2.5 La gestion du but . . . . .	7
0.2.6 Explication du code proposé . . . . .	7
0.2.7 Exemple d'application . . . . .	8
<b>II Implémentation d'un Système Multi-Agent</b>	<b>9</b>
0.3 Introduction . . . . .	10
0.4 Définition d'un système multi-agents . . . . .	10
0.4.1 Principaux objectifs à réaliser dans l'application . . . . .	10
0.4.2 Architecture du système : . . . . .	11
0.5 Implémentation . . . . .	11

0.5.1	Interface d'accueil . . . . .	11
0.5.2	Interface d'inscription . . . . .	12
0.5.3	Interface Vendeur . . . . .	12
0.5.4	Interface Acheteur . . . . .	14

# Introduction

Ce projet vise à développer deux systèmes informatiques différents mais complémentaires : un système expert et un système multi-agent d'enchères. Ces deux systèmes sont conçus pour répondre à des besoins différents mais liés dans le domaine des transactions commerciales et des enchères en ligne.

C'est dans le cadre du cours d'Intelligence artificielle et Système multi-agent que nous avons effectué ce travail qui a pour but d'améliorer notre code en introduisant un système expert qui est un outil qui permet de fournir des recommandations précises et personnalisées aux utilisateurs en utilisant des règles logiques et des données pertinentes. Ce système est capable de traiter des informations en temps réel et de prendre des décisions en fonction des critères prédéfinis.

D'une autre part, un 2eme but est de développer un système multi-agents pour la vente aux enchères. Ce système va permettre d'automatiser les opérations commerciales aux acheteurs, en offrant une liste des produits en enchère afin de satisfaire aux besoins des clients

## **Première partie**

# **Implémentation d'un système expert**

## **0.1 Description des concepts**

### **0.1.1 Définition d'un système expert**

Un système expert est un programme informatique qui utilise une base de connaissances spécialisée et des règles logiques pour résoudre des problèmes complexes dans un domaine spécifique. Il est conçu pour imiter le raisonnement humain dans ce domaine et pour fournir des conseils et des recommandations d'expert aux utilisateurs.

### **0.1.2 Base de connaissance**

Une base de connaissances est un système informatique qui stocke, organise et gère des informations et des connaissances dans un domaine spécifique. Elle peut contenir des faits et des règles.

### **0.1.3 Base des faits**

Une base de faits est une partie d'une base de connaissances qui stocke des informations factuelles sur un domaine spécifique. Les faits stockés dans la base de faits sont utilisés pour aider à la prise de décision et à la résolution de problèmes dans un système expert.

### **0.1.4 Base des règles**

Une base de règles est une partie d'une base de connaissances dans un système expert qui contient des règles logiques qui décrivent la relation entre les faits stockés dans la base de faits. Les règles sont souvent écrites sous forme de « Si- Alors » ou de « Si-Alors-Sinon »

### **0.1.5 La notion but**

la notion de but fait référence à l'objectif final ou à la solution souhaitée pour un problème donné. Le but est généralement défini par l'utilisateur ou le système expert lui-même en fonction de l'objectif à atteindre ou du problème à résoudre.

### **0.1.6 Chaînage avant**

Le chaînage avant (ou forward chaining en anglais) est une technique d'inférence utilisée dans les systèmes experts pour déduire de nouvelles informations à partir de faits initiaux et de règles. Le chaînage avant commence avec les faits connus et utilise les règles logiques pour déduire de nouvelles informations jusqu'à ce qu'un but soit atteint ou qu'il n'y ait plus de nouvelles informations à déduire.

## 0.2 Implémentation

### 0.2.1 Le choix du domaine

Nous avons choisi un domaine médical où nous avons créé un système expert qui interagit avec l'utilisateur et lui demander de choisir ces symptômes puis de prédire sa maladie. À partir d'un ensemble de règles stockées dans notre base de connaissances, nous pouvons arriver à la maladie du patient.

### 0.2.2 Notre base de connaissances

Notre base de règles contient 20 règles. Chaque règle spécifie une liste de symptômes qui, s'ils sont présents chez un patient, permettent de déduire un diagnostic spécifique. En utilisant ces règles et les symptômes présentés par le patient, le système expert peut effectuer une inférence pour déduire les maladies possibles et fournir une liste de diagnostics possibles. décrites comme suit :

- Si La température corporelle est supérieure à 38 degrés Alors la fièvre
- Si Le pouls est inférieur à 60 battements par minute Alors bradycardie
- Si Le pouls est supérieur à 100 battements par minute Alors tachycardie
- Si La pression artérielle systolique est inférieure à 90 mmHg ALors hypotension
- Si Des douleurs thoraciques", "Une dyspnée Alors infarctus du myocarde
- Si des frissons", "une toux", "une expectoration purulente Alors une pneumonie
- Si La température corporelle est supérieure à 38 degrés et une infection Alors la fièvre
- Si Des douleurs thoraciques", "des difficultés à respirer Alors crise cardiaque
- Si des maux de tête et des nausées et une sensibilité à la lumière Alors une migraine
- Si une toux et crache du mucus jaune ou vert Alors infection pulmonaire
- Si une douleur abdominale et des nausées et des vomissements Alors une gastro-entérite
- Si une éruption cutanée qui démange Alors une allergie
- Si une douleur au niveau des reins et des envies fréquentes d'uriner Alors une infection urinaire
- Si des douleurs articulaires et une inflammation Alors l'arthrite
- Si la fièvre et des frissons et toux sèche ALors pneumonie
- Si la fièvre et une douleur à l'oreille et une perte auditive Alors une infection de l'oreille moyenne
- Si des vomissements et des nausées et la fièvre et une douleur abdominale Alors appendicite
- Si des douleurs articulaires et la fatigue et une éruption cutanée Alors Lyme
- Si Des douleurs thoraciques et la fièvre et une douleur en respirant profondément Alors une pleurésie
- Si une douleur abdominale et la fièvre et des diarrhées Alors gastro-entérite

### 0.2.3 gestion de conflits

En cas de conflit, on a choisit une priorité d'ordre, c'est-à-dire que la première règle qui existe est la première règle à appliquer.

## 0.2.4 L'applicabilité d'une règle

On vérifie d'abord si la règle n'a pas déjà été appliquée après on teste si toutes les prémices de la règle courante sont vraies. Si c'est le cas, la règle peut être appliquée et nous récupérons la conclusion de la règle courante, Puis, nous vérifions si cette conclusion est déjà dans la base de la baseFait. Si ce n'est pas le cas, on rajoute la conclusion à la base de fait (mise à jour).

## 0.2.5 La gestion du but

Notre but est dynamique dans cette solution, et elle fait un chainage avant pour tous les buts possibles et affiche le resultat

## 0.2.6 Explication du code proposé

Le code contient une classe appelée **"MT"** qui implémente un moteur d'inférence utilisant l'algorithme du chaînage avant. Ce moteur d'inférence prend en entrée une base de faits initiale et une liste de règles, et utilise ces informations pour déduire de nouveaux faits.

La méthode principale de la classe **"MT"** est **"chainageAvant()"**, qui implémente l'algorithme du chaînage avant. Cette méthode utilise une boucle principale qui itère sur toutes les règles dans la liste de règles, et vérifie si toutes les prémisses d'une règle sont vraies en comparant avec les faits dans la base de faits. Si toutes les prémisses sont vraies, la conclusion de la règle est ajoutée à la base de faits.

Le code fourni contient également une méthode **"toutesLesPremissesSontVraies()"** qui est utilisée pour vérifier si toutes les prémisses d'une règle sont vraies.

Enfin, le code contient une méthode **"main()"** qui initialise la base de faits avec des faits initiaux et une liste de phrases. Les faits initiaux sont stockés dans un objet Map et les phrases sont stockées dans une liste. Les phrases sont utilisées pour générer des règles qui sont ajoutées à la liste de règles.



## 0.2.7 Exemple d'application

Voici la fenêtre principale :

**Système Expert Prédire des Maladies**

**Sélectionnez Vos Symptomes:**

- ☐ La température corporelle est supérieure à 38 degrés
- ☐ Le pouls est inférieur à 60 battements par minute
- ☐ Le pouls est supérieur à 100 battements par minute
- ☐ La pression artérielle systolique est inférieure à 90 mmHg
- ☐ Des douleurs thoraciques
- ☐ Une dyspnée
- ☐ des frissons
- ☐ une toux
- ☐ une expectoration purulente
- ☐ une douleur abdominale
- ☐ des vomissements
- ☐ la fièvre
- ☐ une éruption cutanée qui démange

**Sélectionnez Vos Symptomes:**

- ☐ une douleur au niveau des reins
- ☐ des envies fréquentes d'uriner
- ☐ des douleurs articulaires
- ☐ une inflammation
- ☐ des nausées
- ☐ toux sèche
- ☐ une douleur à l'oreille
- ☐ une perte auditive
- ☐ la fatigue
- ☐ une éruption cutanée
- ☐ une douleur en respirant profondément
- ☐ des diarrhées

**Les Maladies Prédites:**

**Rechercher**

L'utilisateur après avoir sélectionné ses symptômes il clique sur le bouton Rechercher et si ses symptômes sont suffisants la maladie prédite s'affichera sinon un message d'erreur est afficher

**Système Expert Prédire des Maladies**

**Sélectionnez Vos Symptomes:**

- ☒ La température corporelle est supérieure à 38 degrés
- ☒ Le pouls est inférieur à 60 battements par minute
- ☒ Le pouls est supérieur à 100 battements par minute
- ☒ La pression artérielle systolique est inférieure à 90 mmHg
- ☒ Des douleurs thoraciques
- ☒ Une dyspnée
- ☒ des frissons
- ☒ une toux
- ☐ une expectoration purulente
- ☐ une douleur abdominale
- ☐ des vomissements
- ☐ la fièvre
- ☐ une éruption cutanée qui démange

**Sélectionnez Vos Symptomes:**

- ☐ une douleur au niveau des reins
- ☐ des envies fréquentes d'uriner
- ☐ des douleurs articulaires
- ☐ une inflammation
- ☐ des nausées
- ☐ toux sèche
- ☐ une douleur à l'oreille
- ☐ une perte auditive
- ☐ la fatigue
- ☐ une éruption cutanée
- ☐ une douleur en respirant profondément
- ☒ des diarrhées

**Les Maladies Prédites:**

**Rechercher**

Les maladies prédites sont :  
bradycardie  
tachycardie

**Système Expert Prédire des Maladies**

**Sélectionnez Vos Symptomes:**

- ☐ La température corporelle est supérieure à 38 degrés
- ☐ Le pouls est inférieur à 60 battements par minute
- ☐ Le pouls est supérieur à 100 battements par minute
- ☐ La pression artérielle systolique est inférieure à 90 mmHg
- ☐ Des douleurs thoraciques
- ☐ Une dyspnée
- ☐ des frissons
- ☐ une toux
- ☐ une expectoration purulente
- ☐ une douleur abdominale
- ☐ des vomissements
- ☐ la fièvre
- ☐ une éruption cutanée qui démange

**Sélectionnez Vos Symptomes:**

- ☐ une douleur au niveau des reins
- ☐ des envies fréquentes d'uriner
- ☐ des douleurs articulaires
- ☐ une inflammation
- ☐ des nausées
- ☐ toux sèche
- ☐ une douleur à l'oreille
- ☐ une perte auditive
- ☐ la fatigue
- ☐ une éruption cutanée
- ☐ une douleur en respirant profondément
- ☒ des diarrhées

**Les Maladies Prédites:**

**Rechercher**

Manque d'information!  
veuillez saisir vos symptômes de nouveau avec plus de détail,  
Merci.

## **Deuxième partie**

# **Implémentation d'un Système Multi-Agent**

## 0.3 Introduction

Dans cette partie, il s'agit de réaliser le scénario d'une vente aux enchères entre un vendeur et un ensemble d'acheteurs en utilisant un SMA (Système Multi-Agents).

Le vendeur met en vente un Produit et demande un prix (Prix début ou d'ouverture de l'enchère). Les acheteurs offrent de payer un prix supérieur au prix demandé, après, Le vendeur envoie le plus haut prix offert aux acheteurs. Les étapes 2 et 3 sont répétées, jusqu'à ce que tous les acheteurs arrêtent de proposer, ou le temps du processus d'enchère se termine. A la fin d'enchère, si le dernier prix proposé est plus haut qu'un prix de réserve (connu seulement par le vendeur), le produit est vendu au gagnant.

## 0.4 Définition d'un système multi-agents

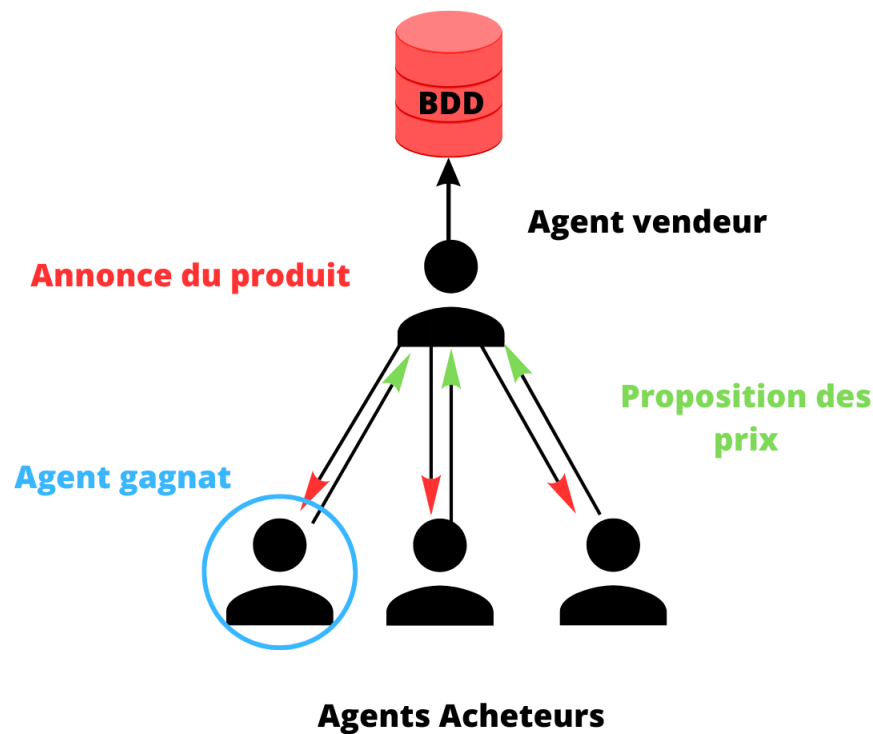
Un système multi-agents (Sma) est constitué d'un ensemble de processus informatiques se déroulant en même temps, donc de plusieurs agents vivant au même moment, partageant des ressources communes et communiquant entre eux. Le point clé des systèmes multi-agents réside dans la formalisation de la coordination entre les agents. La recherche sur les agents est ainsi une recherche sur :

- la décision
- le contrôle
- la communication

### 0.4.1 Principaux objectifs à réaliser dans l'application

- Définir un prix initial pour l'enchère.
- Définition des critères sur le produit .
- Assurer la négociation des agents vendeurs.
- l'acheteur avec le meilleur prix est un gagnant.
- Créer un profil pour chaque acheteur, afin de garder son historique d'achat, liste ses produits et prix proposés par d'autre acheteur.
- Créer un profil pour vendeur afin qu'il puisse mettre à jour ses produits, ou ajouter de nouveau produit et comparer les prix pour vendre le produit.
- Un nouveau vendeur ou un nouvel acheteur peut s'inscrire et participer à l'enchère.

## 0.4.2 Architecture du système :



Les agents communiquent par envoi de messages. Ils se comportent comme suit :

### **Agent Acheteur :**

- Envoie aux vendeurs le produit choisit, le prix maximal, ainsi que les préférences sur chaque critères (on va prendre le prix, la qualité ).
- Il attend la réponse du vendeur.

### **Agent Vendeur :**

- Ajoute un produit. -Propose un produit.
- Récupère le produit choisi par l'acheteur ainsi que le prix maximal.
- Compare les prix déjà donnés par d'autre acheteur.
- Il envoie à l'agent acheteur avec le meilleure prix qu'il est le gagnant.

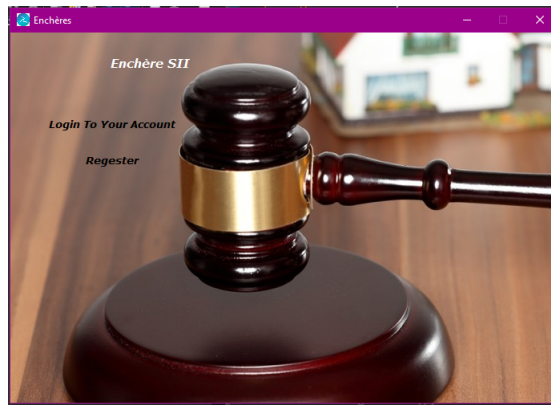
## 0.5 Implémentation

Cette section présente l'implémentation de notre système par des captures d'écran en précisant quelques fonctionnalités de base.

La première capture ci-dessous présente les agents dans notre système :

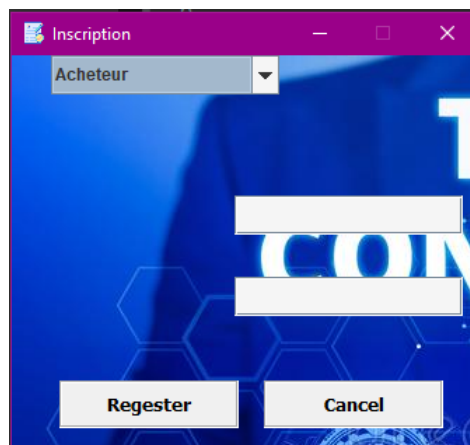
### 0.5.1 Interface d'accueil

Un Acheteur ou un vendeur déjà inscrit peut se connecter. Un nouveau vendeur ou un nouvel acheteur devra s'inscrire pour accéder aux fonctionnalités de l'appliation.



### 0.5.2 Interface d'inscription

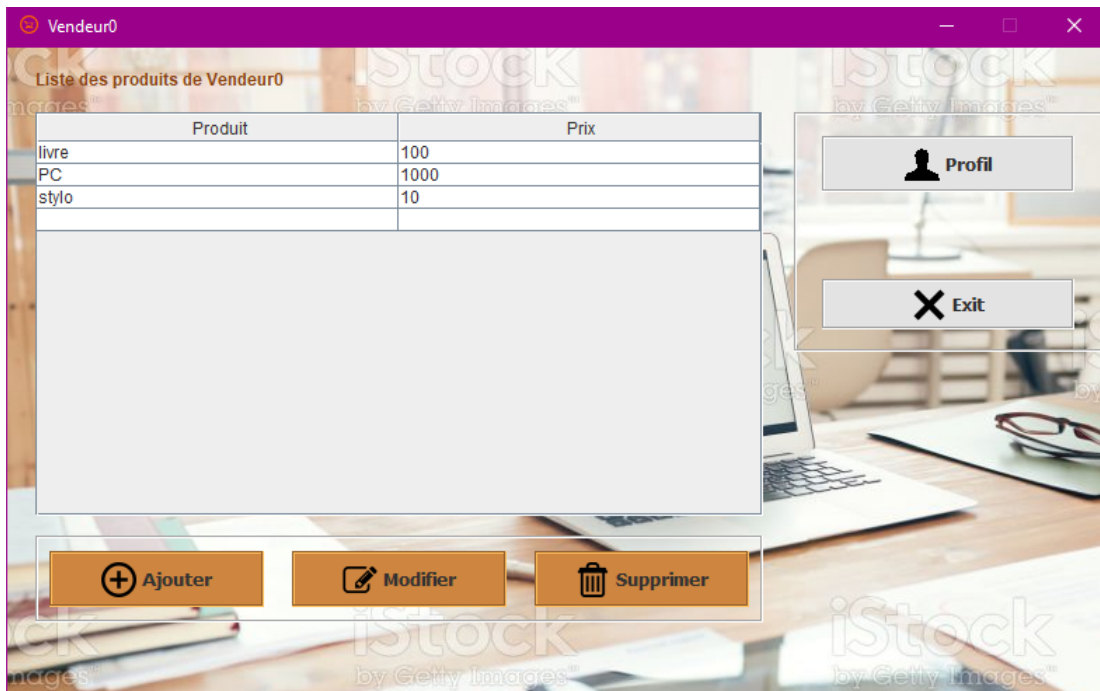
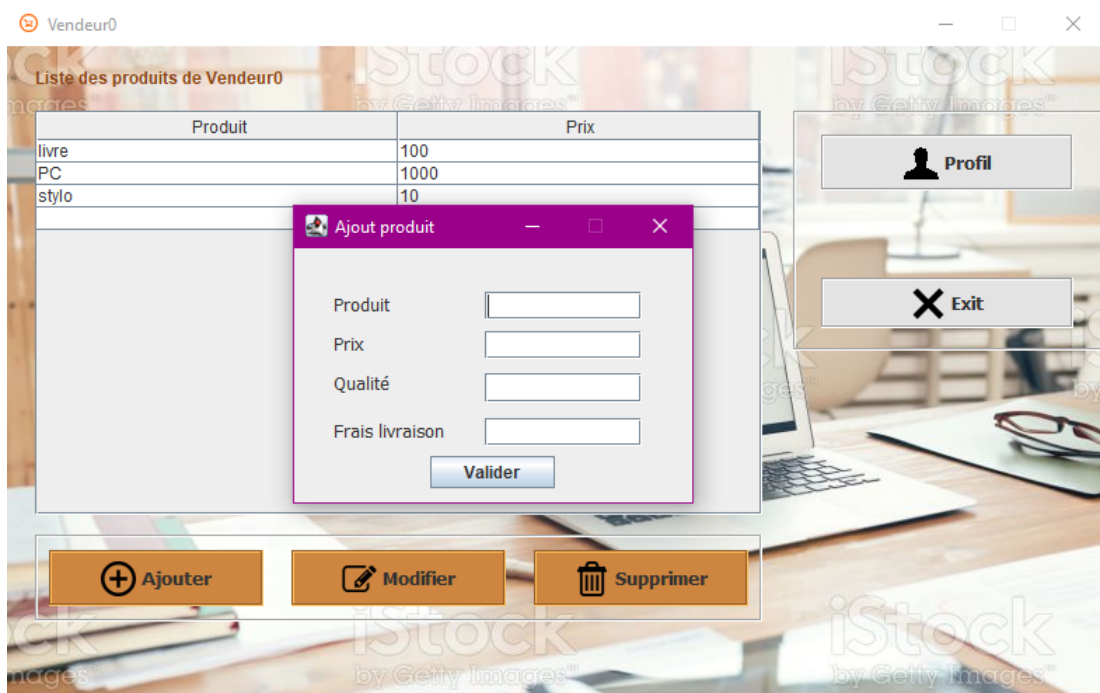
Pour se connecter, l'utilisateur doit choisir son type, et entrer son nom d'utilisateur et son mot de passe. S'ils n'existent pas alors l'accès est refusé. L'interface d'inscription est semblable à celle de l'authentification, sauf que le traitement est différent. Quand un nouveau vendeur ou un nouvel acheteur arrive, et il mentionne ses coordonnées, un profil lui est créé et il pourra par la suite utiliser les fonctionnalités de l'application qui correspondent à son type (acheteur ou vendeur).

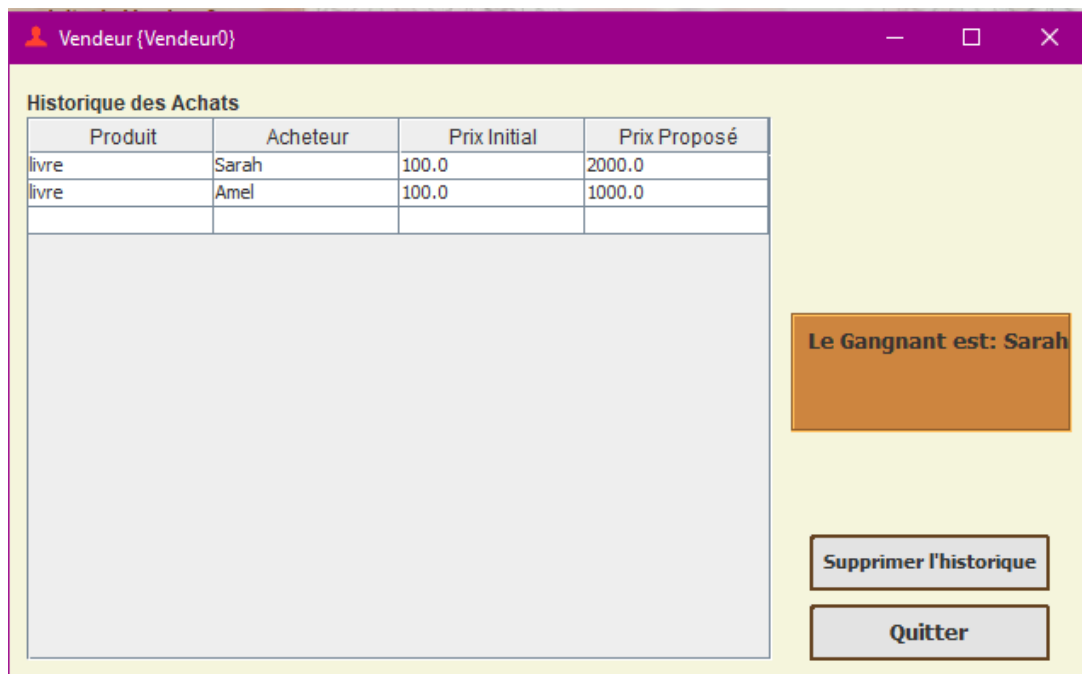


### 0.5.3 Interface Vendeur

L'interface vendeur permet à un vendeur donné de consulter sa liste de produits et de la mettre à jour( ajouter un produit). Il peut également activer ou désactiver son agent s'il ne souhaite pas participer aux ventes. Enfin il peut consulter son profil, où il pourra voir l'historique des acheteur, pour comparer les prix proposés par eux au prix initial du produire afin de le vendre au meilleure prix .

**Note** : l'activation d'un agent se fait uniquement s'il est déjà désactivé et vice versa ( Le bouton d'activation de l'agent apparait quand l'agent est désactivé.)



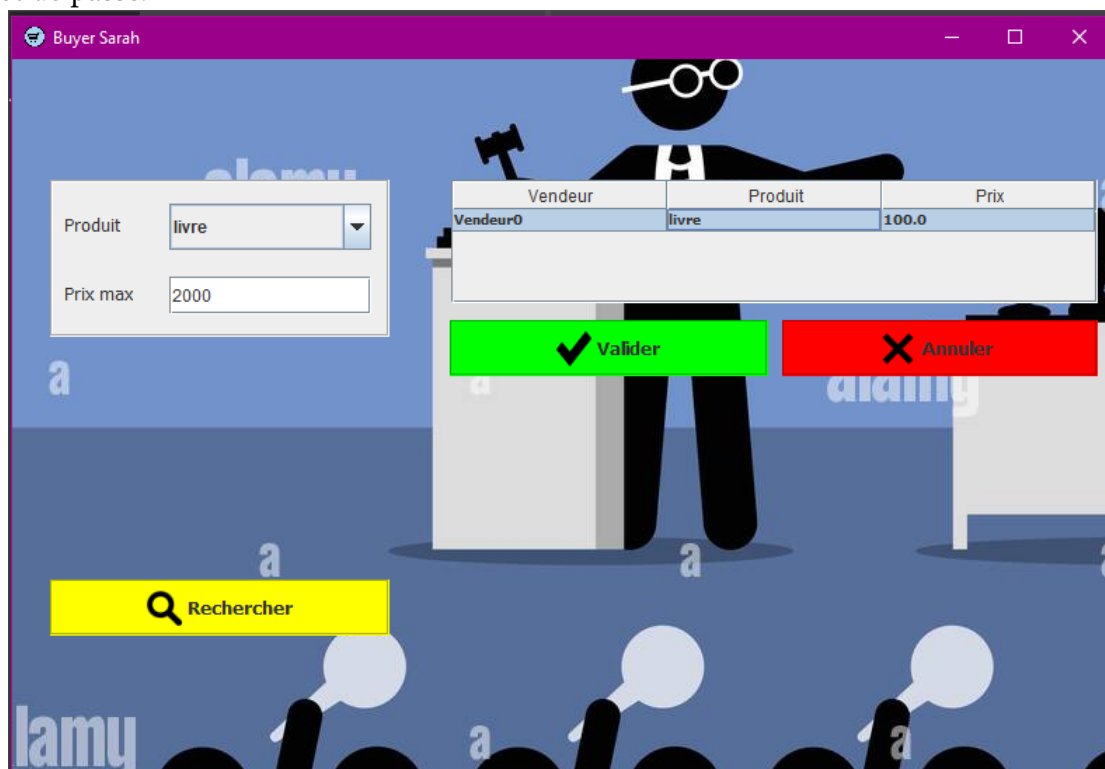


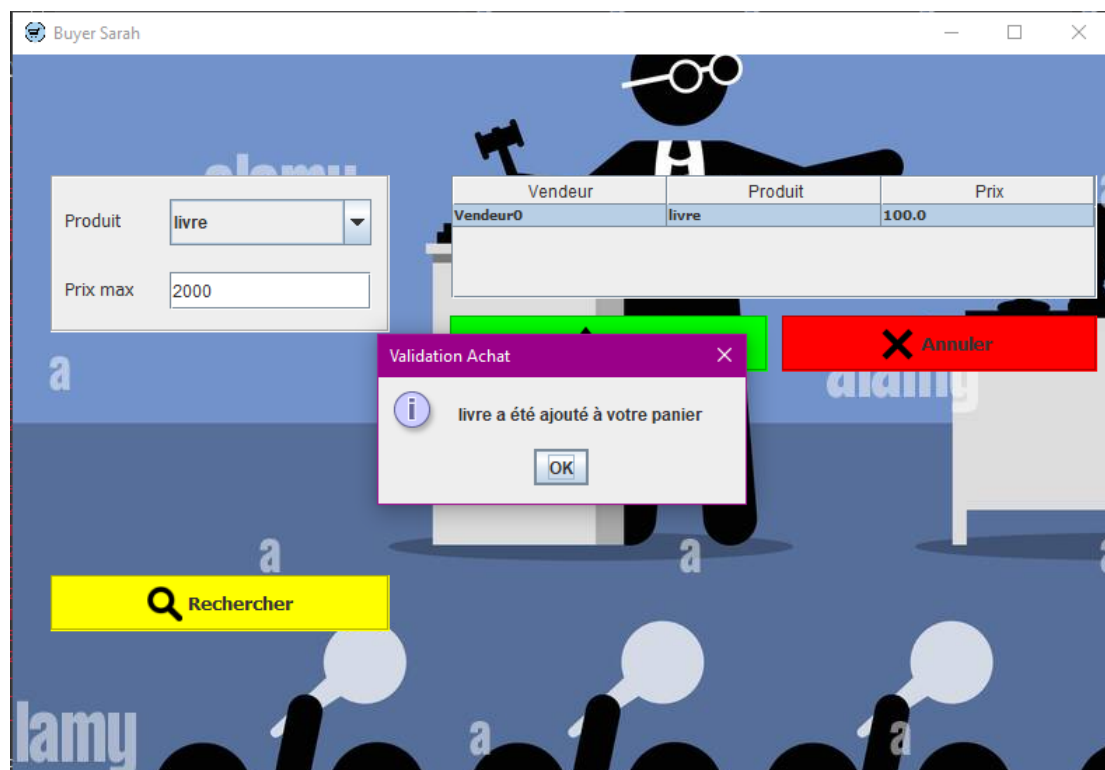
#### 0.5.4 Interface Acheteur

Après sa connexion l'acheteur est dirigé vers l'interface « acheteur ».

Sur cette fenêtre, L'acheteur peut consulter la liste des produits disponibles sur l'enchère et il peut effectuer un achat. Il choisit un produit, le degré d'importance qu'il porte à chaque critère (prix, qualité et frais de livraison) et lance sa demande au vendeur. Si cet acheteur a proposé le meilleur prix, il sera le gagnant et le produit est ajouté à son panier.

Enfin, il peut accéder à son profil, ou il peut consulter son historique d'achats validés ou modifier son mot de passe.







# Conclusion

Dans l'ensemble, ce projet a permis de développer deux systèmes différents mais complémentaires : un système expert et un système multi-agent d'enchères. ce projet a démontré leur avantages dans des contextes différents comme la modélisation des situations du monde réel de manière concise , et aussi leur potentiel pour créer des solutions innovantes et efficaces dans divers domaines d'application.