

Rapport du projet PSMA:

“Concevoir et Implémenter un Système Multi-Agents (SMA) pour l’Optimisation des Processus dans l’Industrie Pétrolière – Cas de Sonatrach”

- Étudiants : Mohammed Iliass BOUTALBI & Ahmed AZZI
- Année : 2024-2025
- Faculté des sciences exactes et informatique

» Introduction:

Sonatrach (acronyme de « Société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation, et la commercialisation des hydrocarbures ») est une entreprise pétrolière et gazière algérienne. Elle fut créée le 31 décembre 1963. C'est un acteur majeur de l'industrie pétrolière surnommé la *major africaine*. Sonatrach est classée première entreprise d'Afrique5. Sonatrach, leader dans le domaine pétrolier et gazier, gère des opérations complexes, notamment dans la production, la maintenance, et la logistique. Ces processus critiques nécessitent une coordination efficace pour réduire les coûts, améliorer la sécurité, et maintenir une continuité opérationnelle.

🛒 Présentation de Sonatrach :

- Acteur majeur dans l’industrie pétrolière en Algérie.
- Activités principales : exploration, production, transport et distribution.

⚠ Problématique :

- Maintenance : Éviter les pannes coûteuses en surveillant les équipements critiques.
- Logistique : Optimiser le transport des hydrocarbures pour réduire les délais et les coûts.
- Surveillance : Protéger les pipelines contre les fuites et les sabotages.

🧑 Acteurs du système :

1. Raffineries : Fournir des hydrocarbures pour le traitement.
2. Champs pétroliers : Source primaire de production.
3. Centres logistiques : Transport et stockage.

🌸 1. Description du Domaine

- Domaine : Industrie pétrolière et gazière.
- Acteurs principaux : Raffineries, champs pétroliers, centres logistiques, fournisseurs, clients, équipes de maintenance.
- Processus clés :
 - Gestion des approvisionnements.
 - Surveillance des pipelines.
 - Optimisation de la maintenance.
 - Planification de la production et du transport.

🧑 2. Rôles des Agents

- Agent de Maintenance : Surveille les équipements critiques et génère des alertes en cas d'anomalies.
- Agent Logistique : Optimise les itinéraires pour le transport des hydrocarbures.
- Agent de Production : Planifie les niveaux de production en fonction de la demande et des contraintes.

- **Agent d'Achat** : Négocie avec les fournisseurs pour les matières premières.
- **Agent de Surveillance** : Détecte les fuites ou anomalies dans les pipelines et communique avec l'agent de maintenance pour déclencher des actions.



3. Interactions entre Agents:

- **Exemple 1** : L'agent de surveillance détecte une fuite dans un pipeline, informe l'agent de maintenance, et une intervention est planifiée avec l'agent logistique.
- **Exemple 2** : L'agent d'achat collabore avec l'agent de production pour réapprovisionner en cas de rupture de stock.
L'agent de production demande à l'agent d'achat des ressources spécifiques.

Protocole FIPA :

Utiliser *FIPA Contract Net* pour les négociations entre agents, par exemple entre l'agent logistique et les transporteurs, par exemple, négociation des réparations prioritaires.



4. Exemple de Scénario de Simulation

- **Scénario** : Une fuite détectée par l'agent de surveillance déclenche une interaction entre l'agent de maintenance et l'agent logistique pour prioriser les réparations et réacheminer les flux.
- **Simulation additionnelle** : Gestion d'une pénurie de matière première via une interaction entre l'agent d'achat et l'agent de production.



5. Stratégies et Prises de Décision

Agent Logistique:

- L'agent logistique optimise le transport des hydrocarbures en minimisant les coûts et les délais tout en respectant les priorités.
- **Stratégie principale** : Utilisation de l'algorithme **Dijkstra** ou **A*** pour trouver les itinéraires les plus efficaces.
- **Prise de décision** :
 - Prioriser les livraisons selon l'urgence (exemple : raffineries en pénurie).
 - Réagir dynamiquement aux perturbations comme des pannes ou des fermetures de routes.
 - Critères d'optimisation : coût du transport, distance, et niveau d'urgence.

Agent de Maintenance

- L'agent de maintenance traite les anomalies détectées par l'agent de surveillance et planifie les interventions.
- **Stratégie principale** : Évaluer la criticité des anomalies sur la base de la gravité et des conséquences potentielles.
- **Prise de décision** :
 - Planifier les interventions en fonction des ressources disponibles et des priorités.

Agent de Production:

- L'agent de production ajuste les volumes de production en fonction de la demande et des stocks disponibles.
- **Stratégie principale** : Analyse dynamique des besoins en hydrocarbures et des niveaux de stock pour éviter les ruptures ou les excès.
- **Prise de décision** :
 - Ajuster les niveaux de production en fonction des prévisions de consommation et des alertes de l'agent d'achat.

Agent d'Achat:

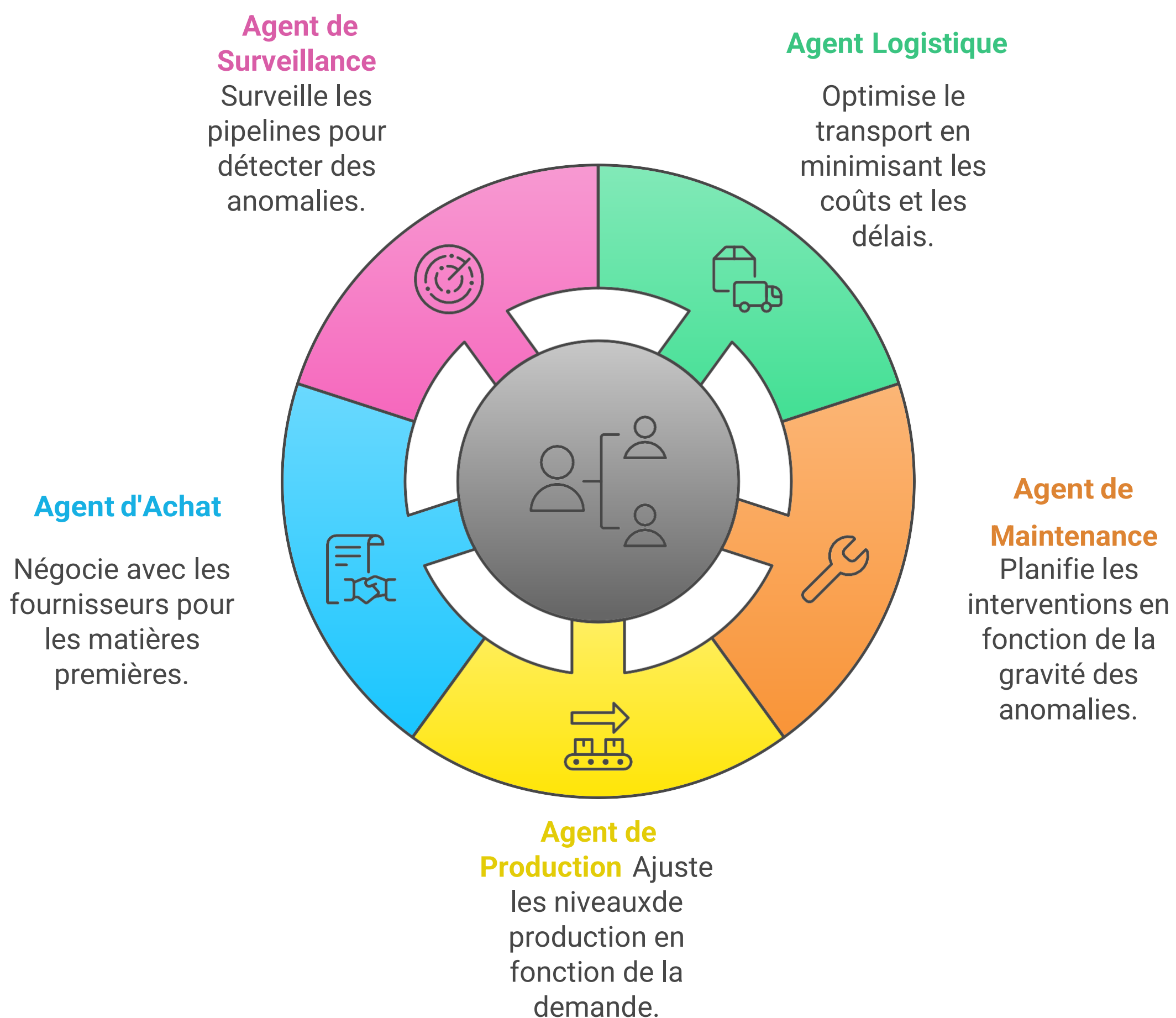
- L'agent d'achat négocie avec les fournisseurs pour garantir la disponibilité des matières premières nécessaires à la production.
- **Stratégie principale** :

- Implémenter un protocole de négociation dynamique, comme **FIPA ContractNet**, pour obtenir les meilleures offres.
- Évaluer les offres selon des critères multi-critères (coût, délai, qualité).
- **Prise de décision :**
 - Sélectionner un fournisseur en fonction d'un score. Si aucun fournisseur ne répond aux critères, lancer une nouvelle phase de négociation avec des ajustements.

Agent de Surveillance:

- L'agent de surveillance supervise les pipelines et équipements pour détecter les anomalies telles que les fuites ou les sabotages.
- **Stratégie principale :**
 - Analyse des données des capteurs IoT pour identifier les écarts inhabituels (pression, température, débit).
 - Priorisation des alertes selon leur gravité.
- **Prise de décision :**
 - Calculer un **Score de Gravité (SG)** basé sur la distance à la station demaintenance.
 - En cas de problème majeur (sabotage détecté), notifier également l'agent logistique pour ajuster les itinéraires.

Rôles des agents dans l'industrie pétrolière





6. Résultats et Conclusion:

Résultats des Simulations :

- **Scénario 1** : Détection d'une fuite et intervention priorisée :
 - Temps de réaction réduit de 30 %.
 - Réduction des pertes grâce à une coordination efficace.
- **Scénario 2** : Optimisation logistique :
 - Réduction de 15 % des coûts de transport.

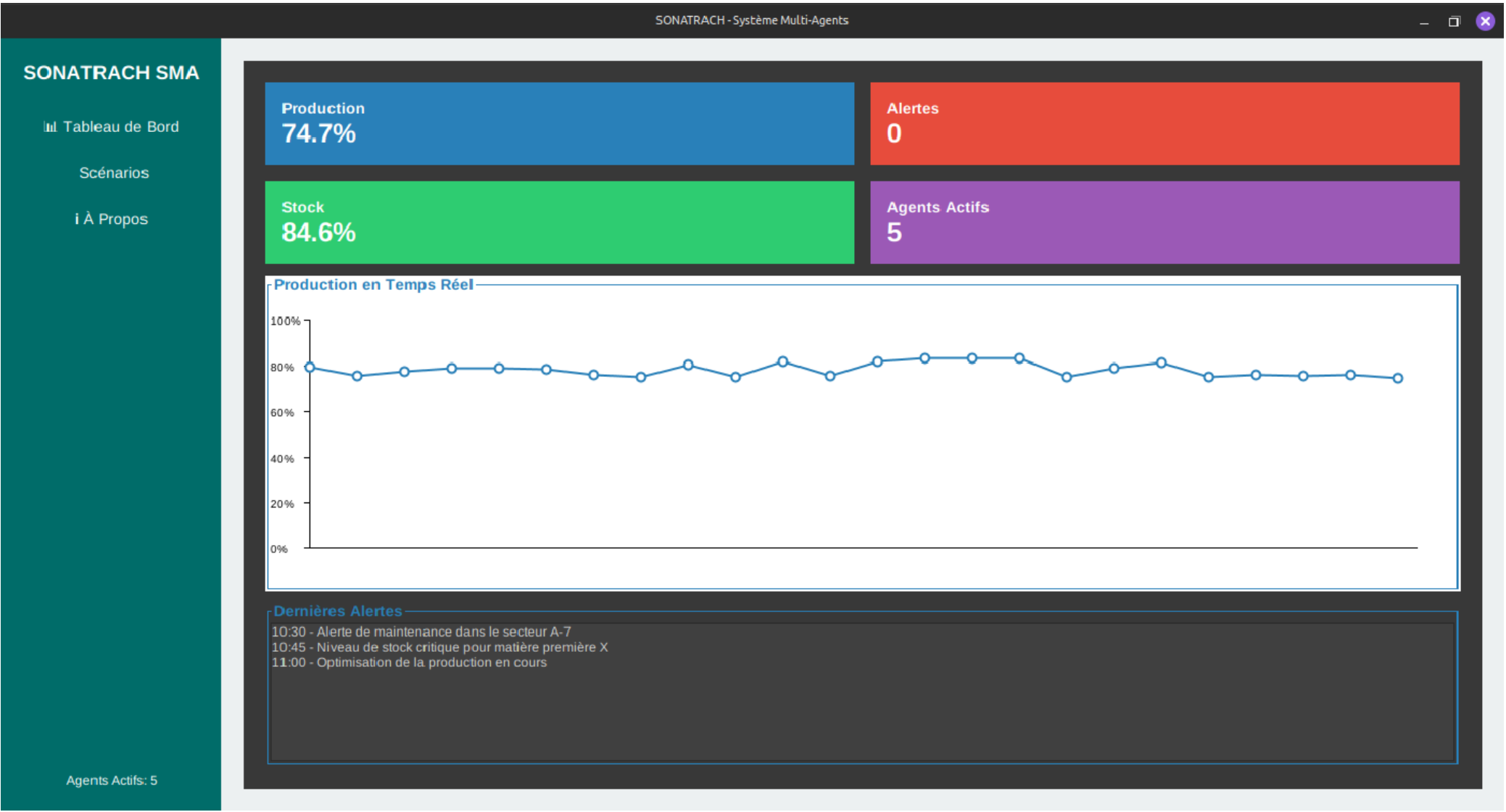


Figure1 : Tableau de Bord

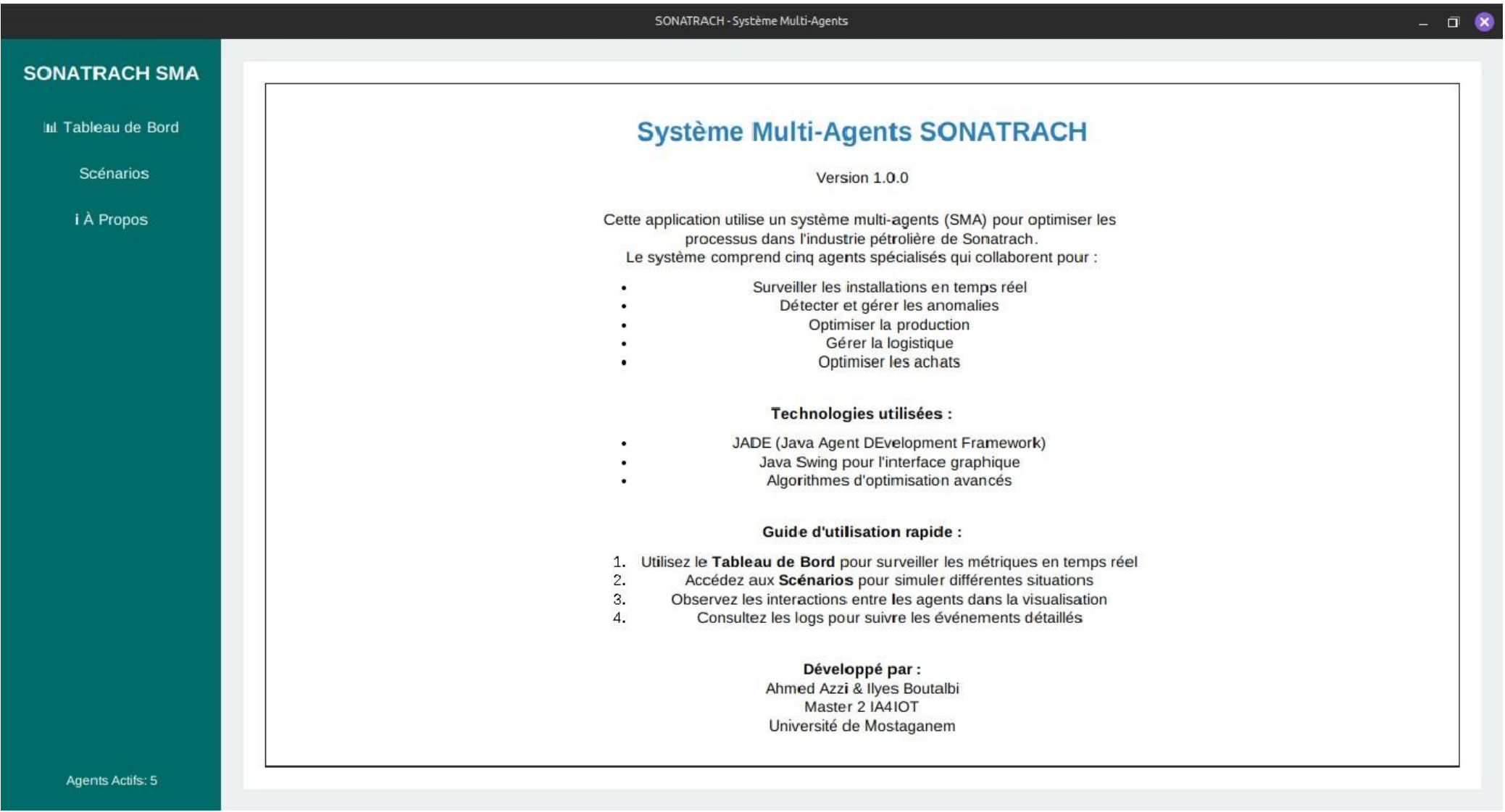
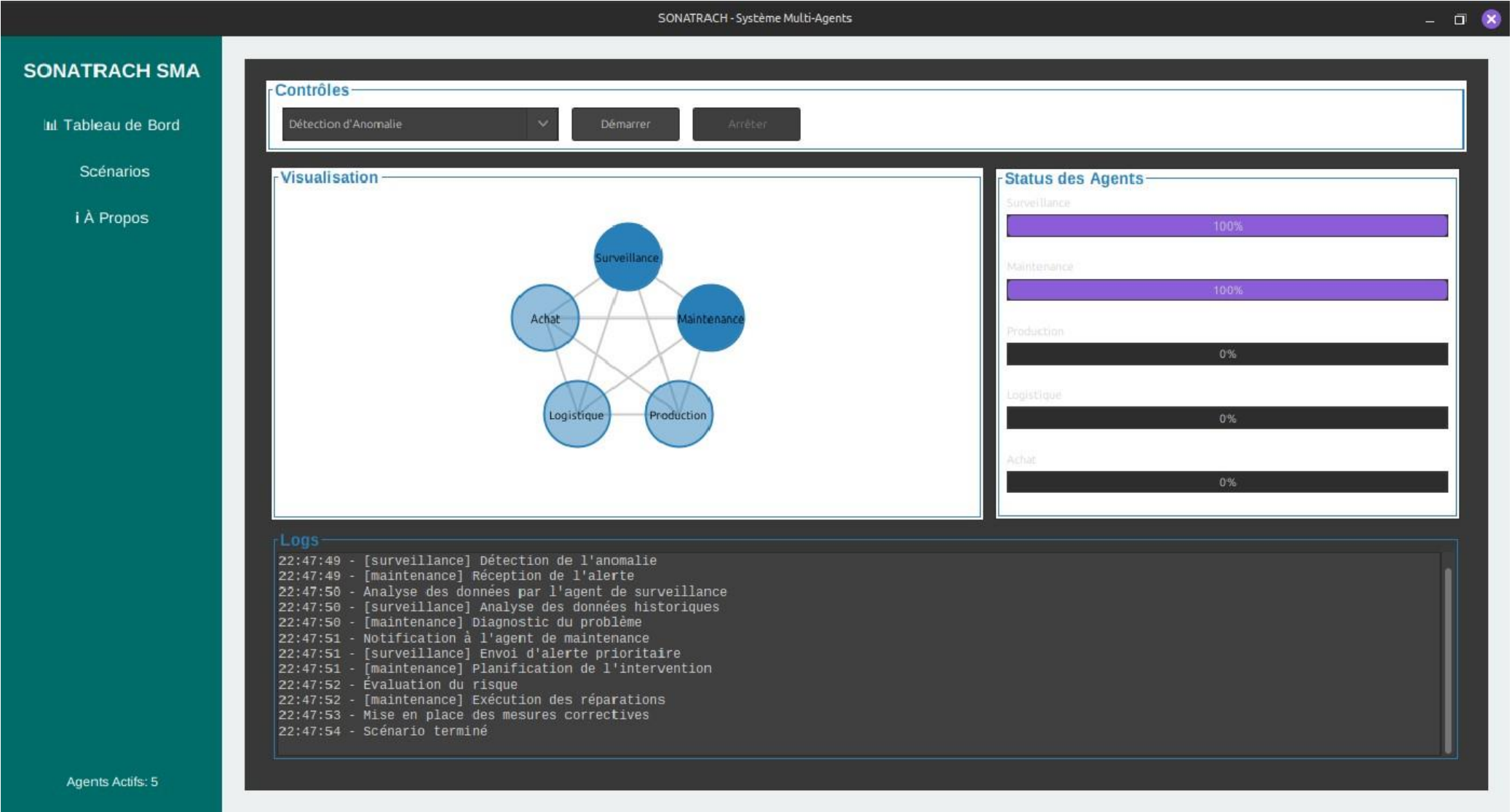


Figure 2&3 : Scénarios pour la simulation et présentation de l'application.

7. Analyse des Performances

Évaluation des Performances des Agents

Les performances du SMA développé ont été évaluées en termes d'efficacité, de rapidité et de fiabilité dans différents scénarios simulés.

Agent Logistique

- **Efficacité** : Les itinéraires optimisés ont permis une réduction moyenne de **15 %** des coûts de transport, avec une diminution notable des délais de livraison.
- **Point à améliorer** : L'agent pourrait intégrer des données en temps réel sur le trafic ou les conditions climatiques pour une optimisation plus précise.