

Système intelligent d'aide à la décision pour
l'évaluation des matières premières minérales utilisées
dans l'industrie agroalimentaire
Qualité & Sécurité

Table des matières

1	Introduction générale	3
1.1	Contexte industriel et scientifique	3
1.2	Problématique de la sécurité et de la qualité des matières premières minérales	3
1.3	Justification du recours à l'intelligence artificielle	3
1.4	Objectifs du projet	4
2	Présentation générale du système intelligent	4
2.1	Définition d'un système d'aide à la décision	4
2.2	Rôle de l'IA dans l'évaluation des matières premières	4
2.3	Description globale du système proposé	4
3	Analyse fonctionnelle du système	5
3.1	Identification des utilisateurs	5
3.2	Description des cas d'utilisation	5
3.3	Objectifs fonctionnels du système	5
4	Modélisation du système	5
4.1	Architecture générale du système	5
4.2	Modélisation conceptuelle des données	5
5	Intelligence artificielle et moteur de décision	6
5.1	Choix et justification	6
5.2	Exemples de règles IF-THEN	6
6	Étude de cas appliquée	6

1 Introduction générale

1.1 Contexte industriel et scientifique

L'industrie agroalimentaire moderne repose sur l'utilisation de matières premières de natures diverses, parmi lesquelles figurent des matières premières minérales issues de formations géologiques ou de procédés d'extraction minière. Ces substances, telles que le sel minéral, le carbonate de calcium, le magnésium ou encore la silice, sont utilisées pour leurs propriétés fonctionnelles, technologiques ou nutritionnelles (conservation, texture, apport minéral, agents antiagglomérants, etc.).

Toutefois, leur origine géologique implique une variabilité intrinsèque de composition chimique et un risque potentiel de contamination par des éléments indésirables (métaux lourds, impuretés minérales, radionucléides). Dans un contexte de mondialisation des chaînes d'approvisionnement et de renforcement des exigences réglementaires, l'évaluation rigoureuse de ces matières premières constitue un enjeu majeur pour la sécurité sanitaire des aliments.

1.2 Problématique de la sécurité et de la qualité des matières premières minérales

La problématique centrale réside dans la capacité des industries agroalimentaires à garantir que les matières premières minérales utilisées sont conformes aux exigences de qualité, de sécurité et de traçabilité imposées par les normes internationales, notamment HACCP et ISO 22000. Les méthodes traditionnelles d'évaluation reposent souvent sur des analyses de laboratoire et sur l'expertise humaine, ce qui peut engendrer des délais, des coûts élevés et une subjectivité dans la prise de décision.

Dans ce cadre, la multiplication des paramètres à considérer (composition chimique, seuils réglementaires, usages alimentaires, procédés de transformation) complexifie la décision finale quant à l'aptitude d'une matière première à être intégrée dans un processus de production alimentaire.

1.3 Justification du recours à l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle (IA) et l'informatique décisionnelle offrent des outils conceptuels et méthodologiques adaptés à la gestion de cette complexité. Elles permettent de formaliser l'expertise, de structurer les connaissances réglementaires et scientifiques, et d'automatiser partiellement le processus d'évaluation. Le recours à un système intelligent d'aide à la décision vise ainsi à améliorer la fiabilité, la cohérence et la traçabilité des décisions relatives à la qualité et à la sécurité des matières premières minérales.

1.4 Objectifs du projet

L'objectif principal de ce projet est de concevoir, sur le plan théorique et conceptuel, un système intelligent d'aide à la décision capable d'évaluer l'aptitude des matières premières minérales à une utilisation agroalimentaire. Ce système intègre des données géologiques, des critères technologiques alimentaires et les exigences du management de la qualité afin de fournir une décision argumentée et conforme aux normes internationales.

2 Présentation générale du système intelligent

2.1 Définition d'un système d'aide à la décision

Un système d'aide à la décision (SAD) est un système informatique interactif destiné à assister les décideurs dans des situations complexes, semi-structurées ou non structurées. Il ne se substitue pas à l'expert humain, mais fournit des analyses, des scénarios et des recommandations basées sur des modèles, des données et des règles formalisées.

2.2 Rôle de l'IA dans l'évaluation des matières premières

Dans le contexte de l'évaluation des matières premières minérales, l'IA joue un rôle central en permettant :

- la formalisation des connaissances expertes (géologiques, chimiques et réglementaires),
- l'automatisation du raisonnement décisionnel,
- la réduction des erreurs humaines,
- l'amélioration de la cohérence des décisions prises sur des lots multiples et hétérogènes.

2.3 Description globale du système proposé

Le système proposé se présente comme une plateforme décisionnelle intégrée composée d'une interface utilisateur, d'une base de données structurée et d'un moteur intelligent de décision. Il permet la saisie ou l'importation des données analytiques, leur confrontation aux normes en vigueur, et la génération d'une décision finale accompagnée de recommandations.

3 Analyse fonctionnelle du système

3.1 Identification des utilisateurs

Le système s'adresse à plusieurs profils d'utilisateurs :

- l'ingénieur qualité, responsable de la conformité réglementaire,
- l'ingénieur agroalimentaire, en charge des procédés et des formulations,
- l'expert géomine, apportant une expertise sur l'origine et la composition des matières,
- le responsable sécurité alimentaire.

3.2 Description des cas d'utilisation

Parmi les principaux cas d'utilisation figurent :

- l'enregistrement d'une nouvelle matière première minérale,
- l'analyse de la conformité chimique et sanitaire,
- l'évaluation des risques associés,
- la génération d'une décision d'acceptation ou de rejet,
- la proposition de mesures correctives ou de traitements.

3.3 Objectifs fonctionnels du système

Chaque fonction vise à garantir une évaluation fiable, traçable et conforme aux exigences normatives, tout en facilitant le travail des experts et en réduisant les délais de prise de décision.

4 Modélisation du système

4.1 Architecture générale du système

L'architecture conceptuelle repose sur trois couches principales :

- une interface utilisateur permettant la consultation et la saisie des données,
- une base de données centralisant les informations sur les matières premières, les normes et les risques,
- un moteur intelligent chargé de l'analyse et de la prise de décision.

4.2 Modélisation conceptuelle des données

Les principales entités identifiées sont :

- Matière première (origine, composition, usage),

- Risque (chimique, sanitaire, réglementaire),
- Norme (HACCP, ISO 22000),
- Traitement (purification, contrôle supplémentaire),
- Décision (acceptable, conditionnel, non acceptable).

5 Intelligence artificielle et moteur de décision

5.1 Choix et justification

Le système repose sur un système expert basé sur des règles décisionnelles et des arbres de décision. Ce choix est justifié par la nécessité d’avoir des décisions explicables, traçables et conformes à des seuils réglementaires précis.

5.2 Exemples de règles IF–THEN

- IF teneur en plomb > seuil réglementaire THEN matière non acceptable.
- IF conformité chimique = vraie AND origine certifiée THEN matière acceptable.

6 Étude de cas appliquée

Le carbonate de calcium est étudié comme matière première. Après analyse des données d’entrée et confrontation aux seuils normatifs, la matière est jugée acceptable sous conditions de contrôle supplémentaire, avec recommandation de purification et de suivi analytique renforcé.

7 Conclusion générale

Ce projet met en évidence l’intérêt d’un système intelligent d’aide à la décision pour l’évaluation des matières premières minérales en agroalimentaire. L’interdisciplinarité entre informatique, géosciences et sciences alimentaires apparaît comme un levier essentiel pour renforcer la sécurité alimentaire et la qualité des produits finis.