

1. Introduction générale

Après l'analyse des besoins, la spécification des exigences et la conception générale, les phases de conception détaillée et de choix technologique permettent de préparer concrètement la réalisation du système NexusMine.

Ces phases ont pour objectif :

- de structurer précisément les données,
- de modéliser le fonctionnement interne du système,
- de définir l'architecture logicielle,
- et de sélectionner les technologies adaptées au contexte guinéen et africain.

2. Objectifs de la conception détaillée

La conception détaillée vise à :

- définir les entités métiers du domaine minier,
- préciser leurs attributs et leurs relations,
- établir une base de données cohérente,
- préparer l'implémentation sans ambiguïté,
- servir de référence technique pour le développement.

3. Modèle Conceptuel de Données (MCD)

Le Modèle Conceptuel de Données décrit les informations manipulées par NexusMine indépendamment de toute technologie.

1.1 Tableau des entités et attributs

♦ Entité : UTILISATEUR

Attribut	Description
id_utilisateur	Identifiant unique de l'utilisateur (Clé primaire)
nom	Nom de famille de l'utilisateur
prenom	Prénom de l'utilisateur
email	Adresse électronique unique de l'utilisateur
telephone	Numéro de téléphone de contact
mot_de_passe	Mot de passe de l'utilisateur (stocké de manière chiffrée)

Attribut	Description
statut	État actuel du compte (ex: actif, inactif, suspendu)

♦ Entité : ROLE

Attribut	Description
id_role	Identifiant unique du rôle (Clé primaire)
libelle	Nom du rôle
description	Description des responsabilités associées au rôle

♦ Entité : SITE_MINIER

Attribut	Description
id_site	Identifiant du site minier (Clé primaire)
nom_site	Nom du site
localisation	Localisation géographique du site
type_site	Type d'exploitation minière
statut	État actuel du site (ex: en activité, fermé)

♦ Entité : PERSONNEL

Attribut	Description
id_personnel	Identifiant unique du personnel (Clé primaire)
nom	Nom complet du travailleur
fonction	Fonction ou poste occupé
contact	Coordonnées (téléphone ou email)
statut	État du personnel (ex: actif, en congé, inactif)

♦ Entité : OPERATION_MINIERE

Attribut	Description
id_operation	Identifiant unique de l'opération (Clé primaire)
type_operation	Nature de l'opération minière (ex: extraction, forage)
date_operation	Date à laquelle l'opération a été réalisée
description	Description détaillée de l'opération

♦ Entité : EQUIPEMENT

Attribut	Description
id_equipement	Identifiant unique de l'équipement (Clé primaire)
type_equipement	Catégorie de l'équipement (ex: camion, foreuse)
etat	État de fonctionnement actuel (ex: en marche, en panne, en maintenance)
date_mise_service	Date de première mise en service de l'équipement

♦ Entité : INCIDENT

Attribut	Description
id_incident	Identifiant unique de l'incident (Clé primaire)
type_incident	Nature de l'incident (ex: accident corporel, panne machine, glissement)
date_incident	Date et heure de survenue de l'incident
gravite	Niveau de gravité de l'incident (ex: faible, moyen, critique)
description	Description détaillée des faits

♦ Entité : DONNEE_ENVIRONNEMENTALE

Attribut	Description
id_donnee	Identifiant unique de la donnée mesurée (Clé primaire)
type_donnee	Type de mesure (ex: qualité de l'air, niveau sonore, pH de l'eau)
valeur	Valeur numérique mesurée
date_mesure	Date et heure de la prise de mesure

♦ Entité : INDICATEUR

Attribut	Description
id_indicateur	Identifiant unique de l'indicateur de performance (Clé primaire)
nom	Nom ou libellé de l'indicateur (KPI)
description	Explication de ce que mesure l'indicateur et son objectif

Attribut	Description
valeur_calculée	Résultat du calcul de l'indicateur à un instant T

♦ Entité : ALERTE

Attribut	Description
id_alerte	Identifiant unique de l'alerte (Clé primaire)
type_alerte	Catégorie de l'alerte (ex: sécurité, maintenance, environnement)
message	Contenu textuel du message d'alerte
date_generation	Date et heure auxquelles l'alerte a été générée par le système
statut	État de l'alerte (ex: nouvelle, lue, traitée, archivée)

1.2 Tableau des relations et cardinalités (MCD)

ID Relation	Entité 1	Cardinalité E1	Entité 2	Cardinalité E2	Lecture suggérée de la relation (E1 vers E2)
R1	Utilisateur	(1,1)	Rôle	(0,N)	Un utilisateur possède exactement un rôle.
R2	Site minier	(1,N)	Personnel	(1,1)	Un site emploie un ou plusieurs membres du personnel.
R3	Site minier	(1,N)	Opération minière	(1,1)	Un site accueille une ou plusieurs opérations.
R4	Opération minière	(0,N)	Personnel	(0,N)	Une opération implique zéro ou plusieurs membres du personnel (Relation "Many-to-Many").
R5	Opération minière	(1,N)	Équipement	(0,N)	Une opération utilise un ou plusieurs équipements.
R6	Site minier	(0,N)	Incident	(1,1)	Sur un site peuvent survenir zéro ou

ID Relation	Entité 1	Cardinalité E1	Entité 2	Cardinalité E2	Lecture suggérée de la relation (E1 vers E2)
					plusieurs incidents.
R7	Site minier	(1,N)	Donnée environnementale	(1,1)	Un site génère une ou plusieurs données environnementales.
R8	Site minier	(1,N)	Indicateur	(1,1)	Un site est lié à un ou plusieurs indicateurs de performance.
R9	Indicateur	(0,N)	Alerte	(1,1)	Un indicateur peut déclencher zéro ou plusieurs alertes.
R10	Utilisateur	(1,N)	Alerte	(1,1)	Un utilisateur reçoit/gère une ou plusieurs alertes.

4. Modèle Logique de Données (MLD)

Le MLD est obtenu par transformation du MCD vers un modèle relationnel.

Tables principales

- **ROLE**(id_role, libelle, description)
- **UTILISATEUR**(id_utilisateur, nom, prenom, email, telephone, mot_de_passe, statut, id_role)
- **SITE_MINIER**(id_site, nom, localisation, type, statut)
- **PERSONNEL**(id_personnel, nom, fonction, contact, statut, id_site)
- **OPERATION_MINIERE**(id_operation, type, date, description, id_site)
- **EQUIPEMENT**(id_equipement, type, etat, date_mise_service)
- **OPERATION_EQUIPEMENT**(id_operation, id_equipement)
- **OPERATION_PERSONNEL**(id_operation, id_personnel)
- **INCIDENT**(id_incident, type, date, gravite, description, id_site)
- **DONNEE_ENVIRONNEMENTALE**(id_donnee, type, valeur, date, id_site)
- **INDICATEUR**(id_indicateur, nom, description, valeur_calculée, id_site)
- **ALERTE**(id_alerte, type, message, date, statut, id_indicateur, id_utilisateur)

Entité	Attribut / Mnémonique	Type Logique	Description
UTILISATEUR	id_utilisateur	Entier	Identifiant unique de l'utilisateur (Clé primaire)
	nom	Chaîne	Nom de famille de l'utilisateur
	prenom	Chaîne	Prénom de l'utilisateur
	email	Chaîne	Adresse électronique de l'utilisateur
	telephone	Chaîne	Numéro de téléphone
	mot_de_passe	Chaîne	Mot de passe chiffré
	statut	Chaîne	État du compte (ex: 'Actif')
RÔLE	id_role	Entier	Identifiant unique du rôle (Clé primaire)
	libelle	Chaîne	Nom du rôle (ex: 'Administrateur')
	description	Texte Long	Description des responsabilités
SITE_MINIER	id_site	Entier	Identifiant unique du site (Clé primaire)
	nom_site	Chaîne	Nom du site minier
	localisation	Chaîne	Coordonnées ou adresse du site
	type_site	Chaîne	Type d'exploitation (Ciel ouvert, souterrain)
	statut	Chaîne	État d'activité (En exploitation, Arrêt)
PERSONNEL	id_personnel	Entier	Identifiant unique du personnel (Clé primaire)
	nom	Chaîne	Nom complet du travailleur
	fonction	Chaîne	Poste occupé

Entité	Attribut / Mnémonique	Type Logique	Description
	contact	Chaîne	Téléphone ou email professionnel
	statut	Chaîne	État d'activité (Actif, Congé)
OPÉRATION	id_operation	Entier	Identifiant unique de l'opération (Clé primaire)
	type_operation	Chaîne	Type de tâche (Extraction, dynamitage, etc.)
	date_operation	Date/Heure	Moment de réalisation
	description	Texte Long	Détails techniques de l'opération
ÉQUIPEMENT	id_equipement	Entier	Identifiant unique de l'équipement (Clé primaire)
	type_equipement	Chaîne	Catégorie (Camion, Pelle, Foreuse)
	etat	Chaîne	État (Opérationnel, Maintenance, Panne)
	date_mise_service	Date	Date d'acquisition ou de première utilisation
INCIDENT	id_incident	Entier	Identifiant unique de l'incident (Clé primaire)
	type_incident	Chaîne	Nature de l'incident (Sécurité, Panne grave)
	date_incident	Date/Heure	Moment précis de l'événement
	gravite	Chaîne	Niveau d'impact (Mineur, Majeur, Critique)
	description	Texte Long	Récit détaillé des faits

Entité	Attribut / Mnémonique	Type Logique	Description
ENVIRONNEMENT	id_donnee	Entier	Identifiant unique de la mesure (Clé primaire)
	type_donnee	Chaîne	Type de mesure (Qualité air, pH eau, Poussière)
	valeur	Décimal	Mesure chiffrée
	date_mesure	Date/Heure	Moment du relevé
INDICATEUR	id_indicateur	Entier	Identifiant unique du KPI (Clé primaire)
	nom	Chaîne	Nom de l'indicateur de performance
	description	Texte Long	Objectif et mode de calcul
	valeur_calculée	Décimal	Résultat actuel de l'indicateur
ALERTE	id_alerte	Entier	Identifiant unique de l'alerte (Clé primaire)
	type_alerte	Chaîne	Catégorie (Seuil dépassé, Intrusion, Panne)
	message	Texte Long	Texte complet envoyé aux responsables
	date_generation	Date/Heure	Heure d'émission de l'alerte
	statut	Chaîne	État de prise en charge (Non lue, Traitée)

Diagramme de cas d'utilisation (Use Case Diagram)

Acteurs

- Administrateur système
- Responsable minier
- Ingénieur terrain
- Analyste
- Autorité de régulation

Cas d'utilisation principaux

- Gérer les utilisateurs et rôles
- Gérer les sites miniers
- Gérer le personnel
- Enregistrer les opérations minières
- Saisir les données environnementales
- Déclarer les incidents
- Consulter tableaux de bord
- Analyser les indicateurs
- Générer des alertes
- Consulter les rapports

2. Diagramme de classes

Ce diagramme est **directement** dérivé du MCD/MLD.

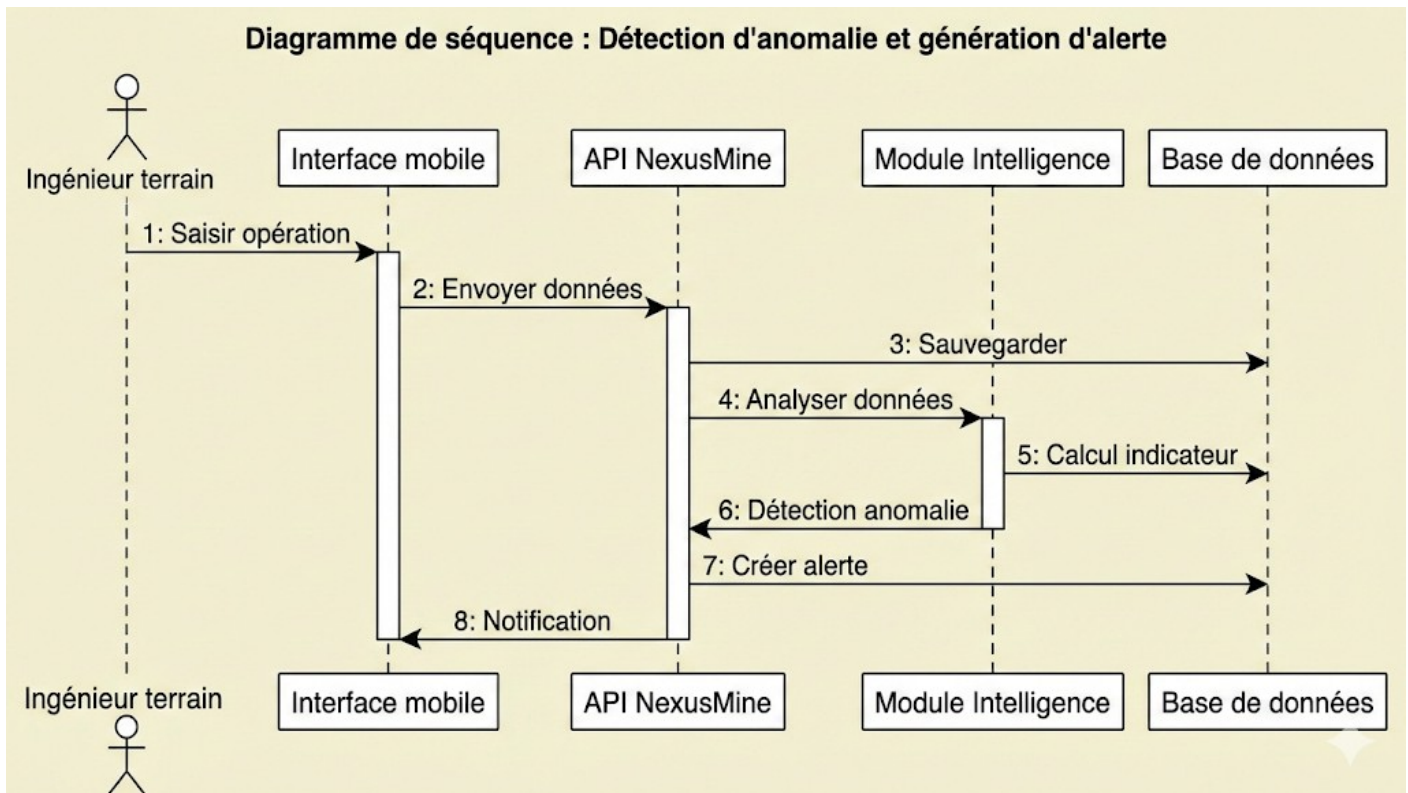
3. Diagramme de séquence

Scénario : Détection d'anomalie et génération d'alerte

Description

1. L'ingénieur terrain saisit une opération
2. L'API enregistre les données
3. Le module d'intelligence analyse

4. Un indicateur est recalculé
5. Une anomalie est détectée
6. Une alerte est générée
7. L'utilisateur est notifié



5. Choix des technologies par couche

5.1. Couche Présentation : L'Expérience Utilisateur

React.js

- **Pourquoi ?** C'est la bibliothèque leader pour créer des interfaces utilisateur dynamiques. Pour NexusMine, l'affichage des données change en temps réel (indicateurs de production, alertes).
- **Avantage clé :** La structure en **composants réutilisables** permet de maintenir facilement de gros tableaux de bord complexes sans redondance de code.

Tailwind CSS

- **Pourquoi ?** Contrairement aux frameworks traditionnels, Tailwind permet de styliser l'interface directement dans le code HTML (Utility-first).

- **Avantage clé :** Il garantit une interface **ultra-légère** et un design cohérent, ce qui est crucial pour les performances sur les navigateurs web en zone minière où la bande passante peut être limitée.

5.2. Couche Logique : Le Cœur du Système

Django & Django REST Framework (DRF)

- **Pourquoi ?** Django est un framework "batteries-included", ce qui signifie qu'il possède déjà des outils de sécurité robustes (contre les injections SQL, CSRF, etc.) par défaut.
- **Avantage clé :** Le module **DRF** transforme Django en une machine de guerre pour créer des API. Il permet de gérer l'authentification des ingénieurs et la validation des données envoyées depuis le terrain de manière extrêmement rigoureuse.

Python (Pandas & Numpy)

- **Pourquoi ?** Le secteur minier génère d'énormes volumes de données (capteurs, rapports journaliers). Python est le langage roi de la donnée.
- **Avantage clé :** **Pandas** et **Numpy** permettent de traiter des milliers de lignes de données en quelques millisecondes pour calculer les KPI (rendement, consommation de carburant, temps d'arrêt) et détecter des anomalies avant qu'un incident ne survienne.

5.3. Couche Données : La Fiabilité

PostgreSQL

- **Pourquoi ?** C'est la base de données relationnelle la plus avancée et la plus fiable au monde.
- **Avantage clé :** Pour NexusMine, l'**intégrité des données** est vitale (on ne peut pas se permettre de perdre un rapport d'incident ou une mesure environnementale). PostgreSQL supporte également le format **JSONB**, ce qui permet de stocker des données semi-structurées provenant de capteurs IoT si nécessaire.

Synthèse des choix technologique

Composant	Technologie	Atout Principal pour NexusMine
Frontend	React / Tailwind	Réactivité des tableaux de bord et légèreté.
Backend	Django / DRF	Sécurité maximale et gestion stricte des accès.
Intelligence	Pandas / Numpy	Puissance de calcul pour l'analyse prédictive.
Base de données	PostgreSQL	Robustesse et conservation intègre des données.

ARCHITECTURE TECHNIQUE NEXUSMINE (N-TIERS)

