République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Sétif 1 -- Ferhat Abbas
Faculté des Sciences



Master

Domaine : Informatique

Spécialité : Ingénierie des Données et Technologie Web

Conception et Développement d'un Système Intégré de Numérisation des Registres de Production Cimenterie sous Odoo 11

Cas d'étude : Société des Ciments d'Aïn El Kébira (S.C.A.E.K)

Présente par :

BOURGAZENE Oussama

BEN AISSA Mohamed

Sous la supervision de :

Dr. BOULKHIOUT YOUSSEF

Enseignant à l'université de Sétif 1

2025 / 2026

Résumé

La transformation numérique des entreprises industrielles, notamment dans le secteur de la cimenterie, impose la dématérialisation des processus de production pour améliorer la traçabilité, la réactivité et la
prise de décision. Ce mémoire présente la conception et le développement d'un module ERP open-source sous Odoo 11, dédié à la numérisation des registres de production au sein de la Société des Ciments d'Aïn El Kébira (S.C.A.E.K). L'objectif est de remplacer les registres papier par une solution intégrée permettant la saisie en temps réel des données de poste, le calcul automatique des indicateurs clés de performance (TRS/OEE, MTBF, MTTR), la validation hiérarchique des données, la traçabilité exhaustive des modifications (audit trail) et la gestion des consignes et des suppléances. Le module, développé en
Python avec PostgreSQL et XML, implémente un workflow à neuf états, un moteur de génération de rapports PDF et des tableaux de bord interactifs. Les tests fonctionnels et de sécurité valident la conformité aux exigences métier et aux normes ISO 9001. Ce travail ouvre des perspectives vers
l'intégration de données industrielles (SCADA) et l'analyse décisionnelle avancée (ETL/BI).

Mots-clés : ERP, Odoo, Numérisation, Registre de production, Cimenterie, TRS, Audit, Traçabilité.

Abstract

The digital transformation of industrial companies, particularly in the cement sector, requires the dematerialization of production processes to improve traceability, responsiveness, and decision-making. This thesis presents the design and development of an open-source ERP module under Odoo 11, dedicated to digitizing production registers at the Société des Ciments d'Aïn El Kébira (S.C.A.E.K). The objective is to replace paper registers with an integrated solution allowing real-time entry of shift data, automatic calculation of key performance indicators (OEE, MTBF, MTTR), hierarchical validation, comprehensive modification traceability (audit trail), and management of instructions and substitutions. The module, developed in Python with PostgreSQL and XML, implements a nine-state workflow, a PDF report generation engine, and interactive dashboards. Functional and security tests validate compliance with business requirements and ISO 9001 standards. This work opens perspectives towards integration with industrial data (SCADA) and advanced decision analysis (ETL/BI).

Keywords: ERP, Odoo, Digitization, Production register, Cement plant, OEE, Audit, Traceability.

الملخص

يُعد التحول الرقمي في الشركات الصناعية، وخاصة في قطاع الإسمنت، ضرورة لتحسين التتبع والاستجابة واتخاذ القرار. يقدم هذا المشروع تصميم وتطوير وحدة برمجية مفتوحة المصدر لنظام تخطيط الموارد (ERP) تحت منصة Odoo 11، مخصصة لرقمنة سجلات الإنتاج في شركة إسمنت عين الكبيرة (SCAEK).الهدف هو استبدال السجلات الورقية بحل متكامل يسمح بإدخال بيانات الورديات في الوقت الفعلي، والحساب التلقائي لمؤشرات الأداء الرئيسيةOEE) ، MTBF، (MTTR، والتحقق الهرمي للبيانات، والتتبع الشامل للتعديلات (سجل التدقيق)، وإدارة التعليمات والتعويضات. تم تطوير الوحدة باستخدام Python و PostgreSQL وXML ، وتنفذ سير عمل من تسع حالات، ومحرك لتوليد تقاريرPDF ، ولوحات معلومات تفاعلية. أثبتت الاختبارات الوظيفية والأمنية مطابقة النظام لمتطلبات العمل ومعايير .ISO 9001 يفتح هذا العمل آفاقاً نحو التكامل مع البيانات الصناعية (SCADA) وتحليل القرار المتقدم (ETL/BI).

الكلمات المفتاحية : تخطيط موارد المؤسسات، أودو، الرقمنة، سجل الإنتاج، مصنع الإسمنت، الفعالية الشاملة للمعدات، التدقيق، التتبع.

Résume i
Abstract ii
Introduction Générale 1

I Généralités sur les Systèmes d'Information et les ERP 3
I.1 Introduction 3
I.2 Généralités sur les Systèmes d'Information 4
I.2.1 Définitions 4
I.2.1.1 L'information ..... 4Le système d'information (SI) 5
I.2.2 Les fonctions du système d'information 5
I.2.3 Systèmes d'information industriels (SII) 6
I.2.4 Les logiciels de gestion industrielle 7
I.2.4.1 Caractéristiques des logiciels de gestion industrielle 8
I.3 ERP (Enterprise Resource Planning) 8
I.3.1 Définition générale 8
I.3.2 Origines des ERP 9
I.3.3 Caractéristiques des ERP 10
I.3.4 Les avantages et les inconvénients d'un ERP 11
I.3.4.1 Les avantages et les bénéfices 11
I.3.4.2 Les inconvénients et les risques 11
I.3.5 Architectures techniques des ERP 12
I.3.6 Gestion de projet ERP 12
I.3.6.1 Cycle de vie d'un projet ERP 12
I.3.6.2 Les principaux éditeurs d'ERP 13
I.4 Odoo 14
I.4.1 Historique 14
I.4.2 Définition de Odoo 14
I.4.3 Pourquoi Odoo ? 14
I.4.4 Architecture technique d'Odoo 15
I.4.5 Architecture modulaire d'Odoo 16
I.5 Conclusion du Chapitre 16

II Méthodes et Langages Utilisés 17
II.1 Introduction 17

II.2 Généralités sur le Langage UML 17
II.2.1 Historique 17
II.2.2 Qu'est-ce qu'UML ? 18
II.2.3 Pourquoi utiliser UML ? 19
II.2.4 Démarche générale de modélisation 19
II.2.4.1 Définition d'un modèle 19
II.2.4.2 La démarche itérative de conception 20
II.2.5 Classification des Diagrammes UML 2.x 20
II.2.6 Diagrammes exploités lors de la conception 21
II.3 Les Outils et Langages Retenus 22
II.3.1 Python 22
II.3.2 PostgreSQL 23
II.3.3 XML (eXtensible Markup Language) 23
II.3.4 PlantUML 23
II.4 Conclusion du Chapitre 24

III Analyse du Domaine Métier et Modélisation UML du Système 26
III.1 Introduction 26
III.2 Analyse du Domaine Métier et Expression des Besoins 27
III.2.1 Présentation Générale de l'Organisme d'Accueil (S.C.A.E.K) . 27
III.2.1.1 Structure Organisationnelle de la S.C.A.E.K 28
III.2.2 Création, Restructuration et Historique 29
III.2.3 Description du Procédé de Fabrication 31
III.2.4 Fiche Signalétique de la Ligne de Production 1 (L1) 31
III.2.5 Fiche Signalétique de la Ligne de Production 2 (L2) 32
III.2.6 Problématique et Justification de la Numérisation 34
III.2.7 Spécifications Fonctionnelles Détaillées 35
III.3 Conception Fonctionnelle et Diagramme de Cas d'Utilisation 36
III.3.1 Description Détaillée des Acteurs et Droits Rattachés 36
III.3.2 Diagramme de Cas d'Utilisation Global 37
III.3.3 Fiches Descriptives des Cas d'Utilisation Secondaires 39
III.4 Modélisation Statique (Diagramme de Classes UML) 39
III.4.1 Description des Modèles de Données et Champs Principaux . 39
III.4.2 Diagramme de Classes UML Global 41
III.5 Modélisation Dynamique (Diagrammes de Comportement) 43

III.5.1 Diagramme d'États-Transitions du Registre de Shift 43
III.5.2 Diagramme de Séquence Systèmes 46
III.6 Conclusion du Chapitre 48

IV Réalisation Technique et Présentation des Résultats.....49
IV.1 Introduction.....49
IV.2 Environnement de Développement et de Déploiement..... 50
IV.2.1 La Pile Technologique et Logicielle 50
IV.2.2 Architecture Trois-Tiers d'Odoo 50
IV.3 Architecture et Structure Physique du Module Odoo.....51
IV.4 Implémentation Logicielle des Fonctionnalités Clés..... 53
IV.4.1 Saisie et Soumission Sécurisée du Registre de Poste 53
IV.4.2 Calcul Automatique des Indicateurs TRS (OEE), MTBF et MTTR.....55
IV.4.3 Le Moteur d'Audit Trail Post-Validation.....58
IV.4.4 Le Système de Suppléance et Blocage de Connexion.....60
IV.4.5 Système de Gestion et d'Acquittement des Consignes de Poste 62
IV.4.6 Développement de Composants Web Front-End (JavaScript et QWeb).....64
IV.5 Architecture des Données et Perspectives ETL (Ingénierie des Données) 64
IV.5.1 Pipeline d'Architecture des Données Cible 65
IV.5.2 Optimisation de la Base de Données et Indexation SQL.....66
IV.6 Interfaces et Résultats Applicatifs.....68
IV.6.1 Cycle de Saisie d'un Registre de Poste 68
IV.6.2 Tableau de Bord Opérationnel du Chef de Poste 70
IV.6.3 Gestion des Suppléances et des Consignes.....71
IV.6.4 Tableau de Bord Consolidé et Vues Analytiques.....72
IV.7 Validation Fonctionnelle et Tests de Sécurité..... 76
IV.7.1 Règles de cloisonnement par Ligne (Record Rules XML) 76
IV.7.2 Scénarios de Tests Fonctionnels Réalisés 76

IV.8 Limites et Perspectives 77
IV.9 Conclusion du Chapitre 78

Conclusion Générale 79

List of Figures

I.1 Le traitement des données : transformation des données brutes en information exploitable 4
I.2 Structure de l'information dans l'entreprise : du système d'information global au sous-système automatisé 7
I.3 Les principales unités fonctionnelles couvertes par un ERP 9
I.4 Évolution historique des ERP (des premiers stocks aux solutions open source) 10
I.5 Cycle de vie d'un projet ERP selon Bancroft, Seip et Sprengel (1998) 13
I.6 Parts de marché des principaux éditeurs ERP (Panorama Consulting, 2022) 13
I.7 Architecture trois-tiers d'Odoo 11 — client web, serveur Python et base PostgreSQL 15
I.8 Architecture modulaire d'Odoo : couches d'un module métier 16

II.1 Classification des diagrammes UML 2.5 : familles structurelles et comportementales 21
II.2 Rôles de Python dans le module de gestion de production cimenterie 22
II.3 Pile technologique et outils de développement : Python, PostgreSQL, XML/QWeb et PlantUML 24

III.1 Organigramme structurel de la S.C.A.E.K 29
III.2 Diagramme de Cas d'Utilisation du module `cement_production_register` 38
III.3 Diagramme de Classes UML du module de gestion de production cimentière 42
III.4 Diagramme d'États-Transitions du cycle de vie du Registre (9 états) . 44
III.5 Diagramme d'États-Transitions de la demande de modification 46
III.6 Diagramme de Séquence du processus de validation et de génération automatique du rapport journalier 47

IV.1 Architecture du Pipeline de Données de production de la S.C.A.E.K . 66

IV.2 Structure de l'indexation B-Tree pour l'optimisation des requêtes de production 67
IV.3 Formulaire de création d'un nouveau registre de poste (état *Brouillon*) 68
IV.4 Saisie des stocks initiaux des silos (étape *Saisie Stock Initial*) 69
IV.5 Saisie des événements machines au cours d'un poste *En Cours* 69
IV.6 Détail de la saisie des stocks par équipement et par silo 70
IV.7 Tableau de bord temps réel du chef de poste — KPIs du shift et statut des équipements 70
IV.8 Chronologie du poste et histogramme des arrêts par équipement 71
IV.9 Vue Kanban de la gestion des absences et suppléances opérateurs . 71
IV.10 Vue Kanban de la gestion des consignes inter-postes 72
IV.11 Tableau de bord consolidé Cimenterie — KPIs globaux, calendrier et planning des absences 73
IV.12 Suivi de la production par produit et par équipement avec taux d'atteinte des objectifs 73
IV.13 Évolution production / arrêts sur 7 jours et répartition des arrêts par type 74
IV.14 Distribution des événements par nature et production par groupe d'équipes 74
IV.15 Vue analytique multi-équipements — évolution quotidienne de la production par broyeur et par four 75
IV. 6 Décomposition du TRS : facteurs de performance et d'utilisation, heures d'arrêt par équipement 75

List of Tables

III.1 Fiche synoptique de la S.C.A.E.K 28
III.2 Chronologie des jalons de développement de la S.C.A.E.K 30
III.3 Fiche descriptive : Gestion des Absences et Remplacement 39
III.4 Schéma conceptuel des principaux modèles de données.....40

M.1 Tableau récapitulatif des tests fonctionnels et de sécurité.....77