

**UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA**

**Faculté des sciences**

Département d'informatique



**MEMOIRE DE MASTER**

**En Informatique**

Option : Ingénierie du Logiciel

**THÈME :**

**Conception et réalisation d'une  
gestion de maintenance assistée par  
ordinateur en mode connecté/  
déconnecté**

**Réaliser par :**

DOUH Farouk

EZZEROUG EZZRAIMI Elhadi

**Soutenu le 06/07/2022 devant le jury composé de :**

OUKID Saliha

Présidente

DAOUD Hayat

Examinatrice

LAHIANI Nesrine

Promotrice

HAMIDA Seifeddine

Encadreur

## Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu notre promotrice Mme LAHIANI Nesrine qui nous a fait confiance et qui a toujours été présente que ce soit avec ses conseils ou avec ses orientations qui nous ont beaucoup aidé.

Nous remercions très chaleureusement les ingénieurs au sein de l'entreprise ELIT Mr. TCHAKAL Ahmed, Mr. HAMIDA Seifeddine et Mme. AISSANI Khadidja pour leur soutien, leurs précieux conseils tout au long de notre stage. Nous avons eu le privilège de travailler parmi votre équipe et d'apprécier vos qualités et vos valeurs, votre sérieux et votre compétence. Et notre responsable Mme. OUKLI Zahia pour son aide précieuse et ses remarques pour présenter ce mémoire.

Nos derniers remerciements vont à tous les membres du jury pour le temps qu'ils ont pris pour examiner notre travail et à tous ceux qui ont contribué de près et de loin à l'aboutissement de ce travail.

## Résumé

La Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) est devenue primordiale pour les entreprises de production, pour gérer tous les aspects de la maintenance pour garantir une plus grande longévité des matériels et éviter toutes pertes.

SYANA est la solution GMAO développée par ELIT pour les filiales du groupe Sonelgaz . Cette solution est full-web, centralisée et partagée par plus de vingt centrales électriques dispersées géographiquement sur le territoire national.

Bien que le groupe Sonelgaz travaille incessamment pour garantir la haute disponibilité de son réseau, les coupures du réseau restent inévitables ce qui impacte l'usage de la solution de gestion full-web et empêchent conséquemment les gestionnaires à faire leurs tâches en temps réel.

C'est pour cette raison que la mise en oeuvre d'une solution GMAO desktop en mode connecté / déconnecté prend tout son sens.

Ce projet a pour finalité de fournir une solution complémentaire à la solution SYANA garantissant la gestion des fonctionnalités essentielles de la maintenance en mode offline en cas de rupture du réseau tout en assurant par la suite la synchronisation des données des centrales une fois le réseau rétabli.

**Mots clés :** gestion de maintenance assistée par ordinateur, GMAO, synchronisation de données, connecté/déconnecté, maintenance, web, desktop, réseau.

## Abstract

Computerized Maintenance Management System (CMMS) has become essential for production companies, to manage all aspects of maintenance to ensure a greater longevity of the equipment and avoid any losses.

SYANA is a solution CMMS developed by ELIT for the subsidiaries of the Sonelgaz group. This solution is full-web, centralized and shared by more than twenty power plants geographically scattered on the national territory.

Although the Sonelgaz Group is working to ensure the high availability of its network, network outages remain unavoidable, which impacts the use of full-web management solution and consequently prevents managers from doing their tasks in real time.

For this reason, the implementation of a desktop CMMS solution in online / offline makes sense.

The purpose of this project is to provide a complementary solution to the SYANA solution, guaranteeing the management of the essential service functionalities in offline mode in the event of a network disruption, while ensuring the synchronization of the once the network is restored.

**Keywords :** computerized maintenance management system, CMMS, data synchronization, online/offline maintenance, web, desktop, network.

## ملخص

أصبحت إدارة الصيانة بمساعدة الكمبيوتر (GMAO) ضرورية لشركات الإنتاج، لإدارة جميع جوانب الصيانة لضمان طول عمر المعدات وتجنب أي خسائر.

SYANA هو حل GMAO الذي طوره ELIT للشركات التابعة لمجموعة Sonelgaz. هذا الحل هو تطبيق اونلاين مركزي و يتقاسمه أكثر من عشرين محطة طاقة منتشرة جغرافيا على الأراضي الوطنية.

على الرغم من أن مجموعة Sonelgaz تعمل على ضمان توفر شبكتها بشكل كبير، إلا أن انقطاع الشبكة لا يزال أمراً لا مفر منه، مما يؤثر على استخدام التطبيق اونلاين بالكامل وبالتالي يمنع المديرين من القيام بمهامهم في الوقت الفعلي.

هذا هو السبب في أن تنفيذ حل GMAO على سطح المكتب في الوضع المتصل/غير المتصل أمر منطقي.

الغرض من هذا المشروع هو توفير حل تكميلي لحل SYANA ، وضمان إدارة وظائف الخدمة الأساسية في وضع عدم الاتصال في حالة تعطل الشبكة، مع ضمان تزامن الشبكة بمجرد استعادة الشبكة.

الكلمات الرئيسية: إدارة الصيانة بمساعدة الحاسوب، GMAO، تزامن البيانات، الاتصال/الفصل، الصيانة، الويب، سطح المكتب، الشبكة.

---

# Table des matières

---

<b>Table des figures</b>	<b>X</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>XIII</b>
<b>Introduction Générale</b>	<b>1</b>
Contexte de travail . . . . .	1
Problématique . . . . .	1
Objectifs du travail . . . . .	2
Organisation du mémoire . . . . .	2
<b>1 Organisme d'accueil et étude de l'existant</b>	<b>3</b>
1.1 Introduction . . . . .	3
1.2 Organisme d'accueil « SONELGAZ » . . . . .	3
1.2.1 Présentation . . . . .	3
1.2.2 Missions et taches . . . . .	3
1.2.3 Organisation . . . . .	4
1.3 Structure d'accueil « SPE » . . . . .	4
1.3.1 Présentation . . . . .	4
1.3.2 Missions et attribution . . . . .	4
1.3.3 Organisation de la SPE . . . . .	4
1.4 Structure de développement « ELIT » . . . . .	5
1.4.1 Présentation . . . . .	5
1.4.2 Missions et taches . . . . .	5
1.5 Etude de l'existant . . . . .	5
1.5.1 Introduction . . . . .	5
1.5.2 Le système de la GMAO appliqué « SYANA » . . . . .	6
1.5.3 Modules du système SYANA . . . . .	6
1.5.4 Avantages de la solution GMAO « SYANA » . . . . .	8
1.5.5 Les acteurs de SYANA . . . . .	9

1.5.6	Architecture de la GMAO SYANA . . . . .	9
1.5.7	Diagnostic du système existant . . . . .	10
1.5.8	Suggestions . . . . .	11
1.6	Conclusion . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Un Benchmarking sur les solutions GMAO et GMAO offline</b>	<b>12</b>
2.1	Introduction . . . . .	12
2.2	Définition de la GMAO . . . . .	12
2.3	Objectif et avantages de la GMAO . . . . .	13
2.3.1	Objectif . . . . .	13
2.3.2	Avantages . . . . .	13
2.4	Les modules d'une GMAO et leurs interactions . . . . .	13
2.4.1	Gestion des stocks . . . . .	14
2.4.2	Gestion du personnel . . . . .	14
2.4.3	Gestion des interventions . . . . .	14
2.4.4	Gestion des sous-traitants . . . . .	15
2.4.5	Gestion des actifs . . . . .	15
2.4.6	Gestion des approvisionnements . . . . .	15
2.4.7	Gestion des finances . . . . .	15
2.4.8	Tableau de bord . . . . .	15
2.5	Causes d'échecs de la GMAO . . . . .	15
2.6	Classification des solutions GMAO . . . . .	17
2.7	Liste non exhaustive des solutions GMAO . . . . .	17
2.7.1	AQ Manager LIMS (éditeur : AQ Manager) . . . . .	17
2.7.2	Coswin 8i (éditeur : Siveco Group) . . . . .	18
2.7.3	Carl Source (éditeur : CARL Source) . . . . .	19
2.7.4	ALTAIR (éditeur : ALTAIR) . . . . .	19
2.7.5	Mister maint (éditeur : ITM) . . . . .	20
2.7.6	MAINTI4 (éditeur : Tribofilm) . . . . .	21
2.8	Conclusion . . . . .	21
<b>3</b>	<b>Synchronisation des bases de données</b>	<b>22</b>
3.1	Introduction . . . . .	22
3.2	Définition . . . . .	22
3.3	Les modèles de synchronisation . . . . .	23
3.3.1	Données en lecture seule . . . . .	23
3.3.2	Données en lecture seule optimisée . . . . .	25
3.3.3	Données en lecture-écriture . . . . .	27
3.3.4	Données en lecture-écriture avec détections de conflits . . . . .	29
3.3.5	Données en lecture-écriture un à plusieurs . . . . .	33

3.4	Conclusion . . . . .	37
<b>4</b>	<b>Modélisation et conception</b>	<b>38</b>
4.1	Introduction . . . . .	38
4.2	Processus 2TUP . . . . .	38
4.2.1	Définition . . . . .	38
4.2.2	Idée de base de 2TUP . . . . .	38
4.3	Présentation d'UML . . . . .	39
4.3.1	Définition . . . . .	39
4.3.2	Les points forts d'UML . . . . .	39
4.3.3	Présentation générale des diagrammes . . . . .	40
4.4	UML et 2TUP . . . . .	40
4.5	Modélisation . . . . .	41
4.5.1	Etude préliminaire . . . . .	41
4.5.1.1	Identification des acteurs . . . . .	41
4.5.1.2	Identification des messages . . . . .	43
4.5.1.3	Réaliser le diagramme de contexte . . . . .	43
4.5.2	Capture des besoins . . . . .	44
4.5.2.1	Capture des besoins fonctionnels . . . . .	44
4.5.2.2	Capture des besoins techniques . . . . .	60
4.5.3	Analyse . . . . .	60
4.5.3.1	Découpage en catégories . . . . .	60
4.5.3.2	Développement du modèle statique . . . . .	61
4.5.3.3	Développement du modelé dynamique . . . . .	65
4.6	Conception . . . . .	69
4.6.1	Conception préliminaire . . . . .	69
4.6.2	Conception détaillée . . . . .	69
4.6.2.1	Conception des classes et attributs . . . . .	69
4.6.2.2	Passage en modèle relationnel . . . . .	74
4.7	Validation de paterne de synchronisation . . . . .	76
4.7.1	Hybridation proposée . . . . .	76
4.7.2	Processus de synchronisations adaptés : . . . . .	78
4.8	Conclusion . . . . .	78
<b>5</b>	<b>Réalisation</b>	<b>79</b>
5.1	Introduction . . . . .	79
5.2	Choix techniques . . . . .	79
5.2.1	Langage de programmation . . . . .	79
5.2.2	Architecture . . . . .	79
5.2.3	Protocole et format de données . . . . .	80



5.3	Environnement logistique . . . . .	81
5.3.1	Matériels utilisés . . . . .	81
5.3.2	Environnement de développement . . . . .	81
5.3.2.1	Technologies de développement . . . . .	81
5.3.2.2	Outils de développement . . . . .	82
5.4	Travail réalisé . . . . .	82
5.5	Stratégie de la synchronisation entre les deux applications . . . . .	89
5.6	Conclusion . . . . .	92
	<b>Conclusion et perspectives</b>	<b>93</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>95</b>

---

# Table des figures

---

1.1	Schéma illustrant l'architecture de SYANA . . . . .	10
2.1	Les modules de la GMAO . . . . .	14
3.1	Model de donnée lecture seule . . . . .	23
3.2	Processus de synchronisation de la base de donnée local (lecture seule) . . . . .	24
3.3	Processus de synchronisation de la base de donnée du serveur (lecture seule) . . . . .	24
3.4	Model de donnée en lecture seule optimisée . . . . .	25
3.5	Processus de synchronisation de la base de donnée local (lecture seule optimisée) . . . . .	26
3.6	Processus de synchronisation de la base de donnée du serveur (lecture seule optimisée) . . . . .	27
3.7	Model de donnée lecture-écriture . . . . .	28
3.8	Processus de synchronisation de la base de donnée local (lecture-écriture) . . . . .	29
3.9	Processus de synchronisation de la base de donnée du serveur (lecture-écriture) . . . . .	29
3.10	Model de donnée en lecture-écriture avec détections de conflits . . . . .	30
3.11	Processus de synchronisation de la base de donnée local (lecture-écriture avec détections de conflits) . . . . .	32
3.12	Processus de synchronisation de la base de donnée du serveur (lecture-écriture avec détections de conflits) . . . . .	32
3.13	Sous processus de modification . . . . .	33
3.14	Sous processus de suppression . . . . .	33
3.15	Modèle de données en lecture-écriture un à plusieurs . . . . .	34
3.16	Processus de synchronisation de la base de donnée local (lecture-écriture un à plusieurs) . . . . .	36
3.17	Processus de synchronisation de la base de donnée du serveur (lecture-écriture un à plusieurs) . . . . .	36
3.18	Sous processus de synchronisation "serverDATA1" . . . . .	37
3.19	Sous processus de synchronisation "serverDATA2" . . . . .	37
4.1	Architecture de Two Tracks Unified Process . . . . .	39
4.2	UML 2TUP. . . . .	41
4.3	Diagramme de contexte du système SYANA Desktop . . . . .	44

4.4	Diagramme de cas d'utilisation général . . . . .	46
4.5	Diagramme du cas d'utilisation "Gestion des équipements" . . . . .	46
4.6	Diagramme du cas d'utilisation "Gestion des compteurs" . . . . .	48
4.7	Diagramme du cas d'utilisation "Gestion des demandes d'interventions" . . . . .	50
4.8	Diagramme de cas d'utilisation "Gestion des ordres de travaux" . . . . .	52
4.9	Diagramme de cas d'utilisation "Gestion des permis de travail" . . . . .	54
4.10	Généralisation des packages. . . . .	56
4.11	Diagramme de classes du package Paramètre . . . . .	56
4.12	Diagramme de classes du package Equipement . . . . .	57
4.13	Diagramme de classes du package Travaux . . . . .	58
4.14	Diagramme de classes du sous-package Ordre de travail . . . . .	59
4.15	Diagramme de classes du sous-package Feedback de l'ordre de travail . . . . .	59
4.16	Architecture 3 tiers . . . . .	60
4.17	Diagramme de classes général . . . . .	62
4.18	Diagramme de classes "Paramètre" . . . . .	63
4.19	Diagramme de classes "Equipement" . . . . .	63
4.20	Diagramme de classes "Ordre de travail" . . . . .	64
4.21	Diagramme de classes "Feedback de l'ordre de travail" . . . . .	65
4.22	Diagramme de séquence 'Authentification' . . . . .	66
4.23	Diagramme de séquence 'Synchronisation des données' . . . . .	66
4.24	Diagramme de séquence 'Effectuer relevé de compteur' . . . . .	67
4.25	Diagramme de séquence 'Créer une demande d'intervention' . . . . .	68
4.26	Diagramme de séquence 'Modifier un Ordere de travail' . . . . .	68
4.27	Diagramme de déploiement . . . . .	69
5.1	Architecture de SYANA Desktop . . . . .	80
5.2	Fenêtre login de SYANA Desktop . . . . .	83
5.3	Fenêtre d'accueil de SYANA Desktop . . . . .	83
5.4	Fenêtre des données de Base (équipement) . . . . .	84
5.5	Fenêtre compteurs . . . . .	85
5.6	Fenêtre relevé compteur . . . . .	85
5.7	Fenêtre demandes d'interventions . . . . .	86
5.8	Fenêtre nouvelle demande d'intervention . . . . .	87
5.9	Fenêtre modifier demande d'intervention . . . . .	87
5.10	Fenêtre ordre de travail . . . . .	88
5.11	Fenêtre nouveau ordre de travail . . . . .	88
5.12	Fenêtre premis de travail . . . . .	89
5.13	Fenêtre demandes d'intervention de l'application web . . . . .	90
5.14	Fenêtre demandes d'intervention de l'application desktop . . . . .	90

5.15 Fenêtre demandes d'intervention de l'application desktop après la synchronisation .	91
5.16 Fenêtre demandes d'intervention de l'application desktop après l'ajout . . . . .	92
5.17 Fenêtre demandes d'intervention de l'application web après la synchronisation . . .	92

---

# Liste des tableaux

---

2.1	Les fonctionnalités online/offline de AQ Manager LIMS . . . . .	18
2.2	Les fonctionnalités online/offline de Coswin 8i . . . . .	18
2.3	Les fonctionnalités online/offline de Carl Source . . . . .	19
2.4	Les fonctionnalités online/offline de ALTAIR . . . . .	20
2.5	Les fonctionnalités online/offline de Mister maint . . . . .	20
2.6	Les fonctionnalités online/offline de MAINTI4 . . . . .	21
3.1	Exemple de dictionnaire de mapping . . . . .	35
4.1	Les rôles des acteurs de SYNNA desktop. . . . .	43
4.2	Identification des cas d'utilisation . . . . .	45
4.3	Description du cas d'utilisation "Gestion des équipements" . . . . .	47
4.4	Description du cas d'utilisation "Gestion des compteurs" . . . . .	49
4.5	Description du cas d'utilisation "Gestion des demandes d'intervention" . . . . .	51
4.6	Description du cas d'utilisation "Gestion des ordres de travaux" . . . . .	53
4.7	Description du cas d'utilisation "Gestion des permis de travail" . . . . .	55
4.8	Organisation des cas d'utilisation par package . . . . .	55
4.9	Découpage en catégories . . . . .	61
4.14	Caractéristiques des modèles de la synchronisation. . . . .	78

---

# Liste des abréviations

---

- API** Application Programming Interface.
- BDD** La Base de Données.
- CUMP** Coût Unitaire Moyen Pondéré.
- DI** La Demande d'Intervention.
- DT** Demande de Travail.
- EGA** Electricité et Gaz en Algérie.
- EJB** Enreprise Java Beans.
- ELIT** El Djazaïr Information Technology.
- EPI** Equipements de Protection Individuelle.
- ERP** Enterprise Resource Planning.
- GED** Gestion Électronique des Documents.
- GMAO** La Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur.
- HTTP** Hypertext Transfer Protocol.
- HTTPS** HyperText Transfer Protocol Secure.
- JEE** Java Enterprise Edition.
- MW** Millions Watt.
- OS** Operating System.
- OT** Ordre de Travail.
- PDR** Piece De Rechange.
- PME** Petite ou Moyenne Entreprise.
- PT** Le Permis de Travail.
- QHSE** Qualité, Hygiène, Sécurité, Environnement.
- QR** Quick Response.
- REST** REpresentational State Transfer.
- SAV** Service Après-Vente.
- SGBD** Système de Gestion de Base de Données.
- SOA** Service-Oriented Architecture.
- SOAP** Simple Object Access Protocol.
- SPE** La Société de Production d'Electricité.

**SQL** Structured Query Language.  
**SSL** Secure Sockets Layer.  
**TLS** Transport Layer Security.  
**TPMM** Technicien Principal Méthode et Maintenance.  
**UML** Unified Modeling Language.  
**VPN** Virtual Private Network.  
**XML** Extensible Markup Language.  
**2TUP** Two Tracks Unified Process.

---

# Introduction Générale

---

## Contexte de travail

La fonction de maintenance est en pleine expansion et se révèle être une fonction indispensable pour les entreprises de production. Elle a pour but de répondre à un besoin immédiat et urgent, et à des procédures complexes impliquant des techniques et des procédés afin de prévenir l'apparition de pannes et/ou de maintenir des pannes existantes, pour garder les équipements et les outils de production de l'entreprise en bon état.

Pour réaliser efficacement sa mission d'assurer l'entretien et le maintien des équipements de production d'électricité dans les filiales de production du groupe SONELGAZ, la fonction de maintenance doit se doter d'outils fiables afin de gérer le flux d'informations qui gravite autour de ses activités quotidiennes.

ELIT en sa qualité d'éditeur de solutions informatiques du groupe SONELGAZ a fourni une solution GMAO (gestion de maintenance assistée par ordinateur) SYANA full-web garantissant la gestion des fonctionnalités clés de la maintenance tout en assurant la disponibilité, l'intégrité et la sécurité de l'information.

## Problématique

Bien que la solution SYANA soit une solution full-web qui apporte plusieurs avantages, elle possède quelques faiblesses, la plus impactante et qui représente un véritable handicap pour les gestionnaires est l'instabilité du réseau, ce qui freine la productivité.

En réseau instable, l'accès à SYANA, pour la saisie des données devient en effet perturbé ou empêché, ce qui complique ainsi la tâche des équipes de maintenance et réduit fortement les bénéfices attendus d'une GMAO full-web.



## Objectifs du travail

ELIT nous a confié la responsabilité de faire une étude et la réalisation d'une solution logicielle disponible hors ligne, fiable, et efficace qui complète la solution intégrée (SYANA full-web).

La solution attendue devrait être un outil desktop garantissant la continuité de la gestion de la maintenance en cas d'indisponibilité de l'application principale (centralisée). Elle doit donc permettre de basculer en mode autonome, garantir la disponibilité d'une image des données de base nécessaires dans la gestion et aussi permettre d'établir les actes de gestion fondamentaux dans la gestion de la maintenance en les stockant localement pendant toute la durée de perte de connexion.

Dès que la connexion est rétablie, une synchronisation bidirectionnelle doit être assurée entre les deux bases de données locale et principale et ce, de façon transparente, intégrale et sécurisée.

## Organisation du mémoire

Afin de présenter notre travail, le présent mémoire est organisé en deux parties et se présente comme suit :

Après une introduction générale du projet, ainsi que la problématique et les objectifs visés. La première partie présente l'organisme d'accueil, l'étude de l'existant et l'état de l'art qu'on a introduit à travers trois chapitres :

- Le chapitre 1 a pour vocation de présenter l'organisme d'accueil et l'étude de l'existant.
- Le chapitre 2 définit les GMAO leur objectifs ainsi qu'un Benchmarking des solutions GMAO et GMAO offline.
- Le chapitre 3 introduit la Synchronisation de bases de données, et quelques modèles de synchronisation.

Dans la deuxième partie, nous présentons le travail réalisé au sein du Groupe SONELGAZ à travers les deux chapitres suivants :

- Le chapitre 4 présente l'étude conceptuelle de la solution, il aborde entre autres les différents diagrammes UML des activités recensées.
- Le chapitre 5 est consacré à la réalisation de la solution, la définition de l'environnement de développement tout en appliquant la feuille de route déjà tracée dans le chapitre précédent (chapitre 4).

Une conclusion générale est proposée afin de synthétiser le travail réalisé et de citer les perspectives du projet.

## *Chapitre 1*

---

# **Organisme d'accueil et étude de l'existant**

---

## **1.1 Introduction**

Le présent projet proposé par ELIT, filiale du groupe SONELGAZ, s'insère dans le cadre de la conception et la réalisation d'une GMAO desktop intégrée répondant aux besoins de la filiale SPE du groupe.

Ce chapitre permet donc essentiellement de donner un aperçu global sur l'environnement d'accueil SONELGAZ avec ses deux structures impliquées SPE et ELIT et de dresser une étude sur l'existante solution GMAO fullweb développé par ELIT mise en exploitation chez SPE.

## **1.2 Organisme d'accueil « SONELGAZ »**

### **1.2.1 Présentation**

SONELGAZ, acronyme de Société Nationale de l'Electricité et du Gaz, est une compagnie chargée de la production, du transport et de la distribution d'électricité mais aussi du transport et de la distribution du gaz en Algérie, la production étant réalisée par un autre opérateur. Son statut lui permet aussi l'exportation des deux énergies vers l'étranger. Elle a le monopole de l'énergie en Algérie depuis 1969 en remplaçant de l'entité précédente Electricité et Gaz en Algérie (EGA).[1]

### **1.2.2 Missions et taches**

Les missions assignées à SONELGAZ se déclinent en trois grandes parties comme suit [1] :

- La production d'électricité ;
- Transport d'électricité ;
- Transport du gaz.

### 1.2.3 Organisation

La SONELGAZ est organisée en groupes industriels constitués de 42 filiales et cinq sociétés en participation exerçant des métiers de bases, travaux, périphériques. Parmi ces filiales [1] :

- La société de production de l'électricité (SPE);
- El-Djazair Information technologie (ELIT) .

## 1.3 Structure d'accueil « SPE »

### 1.3.1 Présentation

La Société de Production d'Electricité (SPE), acteur principal et historique sur la scène nationale de la production d'électricité en Algérie, la SPE dispose du plus grand parc de production avec 8400 MW installés.

La SPE est considérée comme le plus important fournisseur d'énergie électrique en Algérie. Elle est présente sur tout le territoire national, de la plus petite agglomération aux confins du désert, aux grands centres urbains du nord [2].

### 1.3.2 Missions et attribution

La SPE a pour mission la production d'électricité répondant aux exigences de disponibilité, fiabilité, sécurité et protection de l'environnement. Elle est également chargée de commercialiser l'électricité produite. La SPE met en œuvre un vaste programme de réhabilitation et de développement de son parc de production. Son programme de développement est orienté vers l'augmentation [2] :

- De la capacité de production;
- La disponibilité des groupes de production;
- La fiabilité des groupes de production en assurant l'exploitation et la maintenance des moyens de production pour toutes filières confondues : Turbines à vapeur, Turbines à Gaz et Hydraulique.

### 1.3.3 Organisation de la SPE

La filiale SPE est constituée de [2] :

- **Un niveau central** : chargé de la politique générale d'investissement, de maintenance, d'exploitation, de commercialisation et de développement de la ressource humaine. Il coordonne les activités des pôles de production.
- **Trois pôles de production** : trois pôles TV/TG (turbine à vapeur/ turbine à gaz) disposant de patrimoine propre et dotés d'une large autonomie de gestion. Ils regroupent des unités et des groupements répartis à travers le territoire national.

## **1.4 Structure de développement « ELIT »**

### **1.4.1 Présentation**

Le 1er janvier 2009, l'activité système d'information, confiée à une direction générale au niveau de la maison mère du groupe SONELGAZ, a été érigée en société par actions, dénommée « EL-Djazair Information Technology », par abréviation « ELIT » [3].

ELIT a été créée pour répondre [3] :

- A la stratégie du groupe SONELGAZ de développer des moyens propres de maîtrise d'œuvre dans le domaine des systèmes d'information, et de disposer d'un pôle de compétences technologiques au service de ses sociétés.
- A la volonté du groupe SONELGAZ de confier la propriété des systèmes d'information à une entité spécialisée et de focaliser les capacités de ses sociétés sur leurs métiers de base respective.

### **1.4.2 Missions et taches**

Les missions assignées à ELIT se déclinent en deux grandes parties, stratégique et opérationnelle [3].

Pour la partie stratégique, ELIT contribue à la stratégie du groupe SONELGAZ par :

- L'élaboration de la politique des systèmes d'information et des technologies de l'information et de la communication du groupe SONELGAZ.
- La prise en charge des besoins des sociétés du groupe SONELGAZ en matière d'informatique et de télécommunication.

Pour la partie opérationnelle, ELIT s'emploie à :

- Elaborer et mettre en œuvre les systèmes d'information destinés au pilotage et à la gestion des différentes activités des sociétés du groupe SONELGAZ.
- Mettre à la disposition des sociétés du groupe SONELGAZ les moyens informatiques et des télécommunications (logiciels, matériels, infrastructures... etc.) nécessaires pour assurer le niveau de service attendu.

## **1.5 Etude de l'existant**

### **1.5.1 Introduction**

L'étude de l'existant est une étape essentielle pour tout projet informatique car une bonne conception suppose une bonne connaissance des opérations effectuées et des données manipulées de la situation actuelle. Ceci permet de mettre en évidence les problèmes, les dysfonctionnements

et les anomalies liés au système actuel et d'y apporter les solutions adéquates.

Dans ce chapitre on va présenter la GMAO appliquée au niveau de la SPE, ses acteurs, ses modules et son architecture. Puis, on va énoncer les anomalies et les problèmes constatés dans ce système.

### **1.5.2 Le système de la GMAO appliqué « SYANA »**

ELIT, dans le développement de ses systèmes, adopte une politique de standardisation. En d'autres termes, une même application traitant un métier précis doit l'automatiser conformément aux normes du métier et être en même temps paramétrable pour répondre aux besoins de toute les sociétés activant dans ce dernier .

La solution GMAO existante est déployée en premier lieu au niveau de la filiale du groupe SONELGAZ SPE. Elle est utilisée pour le suivi de la maintenance de ses biens de production d'électricité.

La GMAO est assurée par trois modules métier , qui peuvent être déployés indépendamment l'un de l'autre. Ces trois modules métiers combinés ensemble permettent d'assurer la disponibilité des équipements , augmenter leurs durées de vie, d'optimiser le coût de la maintenance, le coût de stockage ainsi que le coût d'approvisionnement. Elle permet, de plus, la gestion des ressources matérielles et humaines requises pour l'activité de la maintenance.

### **1.5.3 Modules du système SYANA**

SYANA, dans sa version actuelle, est scindé en cinq modules, Chacun des modules contient par lui-même des sous-modules couvrant un ensemble de fonctionnalités.

#### **Module Maintenance :**

Ce module couvre un ensemble de fonctionnalités permettant au service de maintenance et d'exploitation le suivi du cycle de la maintenance de manière harmonieuse et automatique. Ses principales fonctionnalités sont :

- Gestion des équipements
- Gestion des fiches de maintenance
- Gestion des demandes d'intervention
- Gestion des ordres de travail
- Gestion des autorisations de travail

- Gestion des intervenants
- Gestion de la maintenance préventive
- Gestion de la documentation technique

### **Module Achat :**

Ce module a pour but le suivi du flux d'achat afin de suivre et fournir le coût d'acquisition des items achetés. En effet, il permet de faire la :

- Gestion des demandes d'achats
- Gestion des demandes de devis et des offres fournisseurs
- Gestion des contrats et des bons de commande
- Gestion des factures d'achats
- Gestion des livraisons et des Arrivages et réalisations
- Gestion des frais d'approche et le calcul du cout d'achat

### **Module Stock :**

Ce module a pour mission le pilotage du métier de stock. Il permet la tenue de stock par un suivi rigoureux des articles stockables de la gestion des entrepôts de stockage aux suivi des différents flux d'entrées et de sorties de ses articles. Ses principales fonctionnalités sont :

- Gestion des mouvements de stock (entrées et sorties, réparations, transferts, etc.)
- Gestion des demandes d'approvisionnement, sortie, réintégration et transfert
- Gestion des lots, dates de péremption et numéros de série
- Gestion des inventaires des stocks et des régularisations des écarts d'inventaire
- Valorisation des stocks, les indicateurs de gestion stock

### **Module Commun :**

Ce module couvre fonctionnellement l'ensemble des données de base communes entre les différents métiers : achat, stock et de maintenance, citant principalement :

- Gestion de la nomenclature d'article
- Gestion des centres de charges
- Gestion des sociétés (fournisseur/ constructeur/client)
- Gestion des demandeurs
- Gestion des types et des états
- Gestion des unités de mesures et des unités de temps
- Gestion des banques, des pays et des devises

## **Module Administration :**

Ce module couvre tous les aspects de gestion des autorisations d'accès, historiques et paramétrage du système notamment :

- Gestion de la profiles
- Gestion des comptes utilisateurs
- Gestion des unités organisationnelles
- Paramétrage système
- Gestion des connexions et traçabilités

### **1.5.4 Avantages de la solution GMAO « SYANA »**

Avec la tendance actuelle de la digitalisation des secteurs et de la maintenance technique, comme toute solution GMAO, SYANA full-web aide les différents services d'une organisation (maintenance, exploitation, stock et achat) à documenter leurs tâches. Elle améliore la communication interne entre les différents intervenants. Facilite le stockage des données de suivi de la maintenance et aussi la prises de décision après analyse des informations recueillies. Elle permet de plus de faire un geste pour l'environnement par la réduction de l'utilisation du papier et de la paperasse.

En outre, SYANA a ses propres atouts qui la caractérisent des autres solutions GMAO citant :

- Permet la gestion multi-site et multi-service de l'activité de maintenance, stock et achat.
- Offre une meilleure accessibilité à l'organisation géographique et technique des équipements .
- Offre une configuration multicritère pour la programmation de la maintenance planifiée.
- Garantit la sécurité du personnel à travers le permis de travail, la consignation et la gestion des équipements de protection.
- Fourni un accès facile à la documentations techniques par le biais d'un interfaçage avec une GED ou stockage en répertoire .
- Permet la valorisation automatique des achats et des stocks avec les différentes méthodes de valorisation que connaît le monde des stocks notamment :Cout d'achat, prix standard , CUMP après chaque entrée et en fin de période , FIFO et LIFO.
- Communication en temps réel avec le système de gestion des engagements «ILTIZAMAT».
- Moteur de Notifications dynamique et en temps réel.
- Traçabilité des différentes actions de gestion.
- Visibilité des données paramétrable.

### **1.5.5 Les acteurs de SYANA**

Les acteurs sont toute entité externe (utilisateur, autre système...) ayant une interaction directe avec le système étudié [].

Les chefs des sections de maintenance ou les équipes de terrain sont les premiers à tirer bénéfice de l'utilisation d'une GMAO. Ils l'utilisent pour leur planning, ils créent avec des ordres de travail, en indiquent notamment les opérations effectuées et le temps passé, ils sollicitent les services achats et stock pour satisfaire leur besoin respectif en PDR et en service.

Il faut noter que les noms des acteurs d'une GMAO diffèrent d'une organisation à une autre, selon les liens hiérarchiques, organisationnels et fonctionnels qu'exigent les différents métiers d'une organisation.

Selon l'organigramme de SPE, les principaux acteurs ou utilisateurs de la solution SYANA sont :

- Ingénieur GMAO.
- Chef réalisation maintenance.
- Chef exploitation.
- Agent TPMM.
- Intervenant.
- Gestionnaire des stocks et magasinier.
- Gestionnaire des contrats.

En outre, les acteurs en matière de système qui communiquent avec SYANA sont :

- Le système de gestion des engagements ; responsable de la partie en amont d'un contrat ; fournit à SYANA l'ensemble des documents d'engagement (contrat, bons de commande et facture) saisis préalablement dedans et récupère de SYANA le référentiel article pour permettre la saisie des bordereaux de prix des documents d'engagements selon la codification SYANA.
- Le Système GED Alfresco responsable de gestion de la documentation technique.

### **1.5.6 Architecture de la GMAO SYANA**

Syana est une solution fullweb hébergée au niveau du datacenter de ELIT en se reposant sur une architecture client-serveur n-tier. La solution de gestion, Syana n'est accessible que dans le réseau intranet de SONELGAZ. Les sites qui ne disposent pas d'accès direct au réseau intranet, sont dotés d'accès VPN leur permettant d'accéder au réseau de façon sécurisé via internet. Le schéma suivant illustre l'architecture de SYANA :



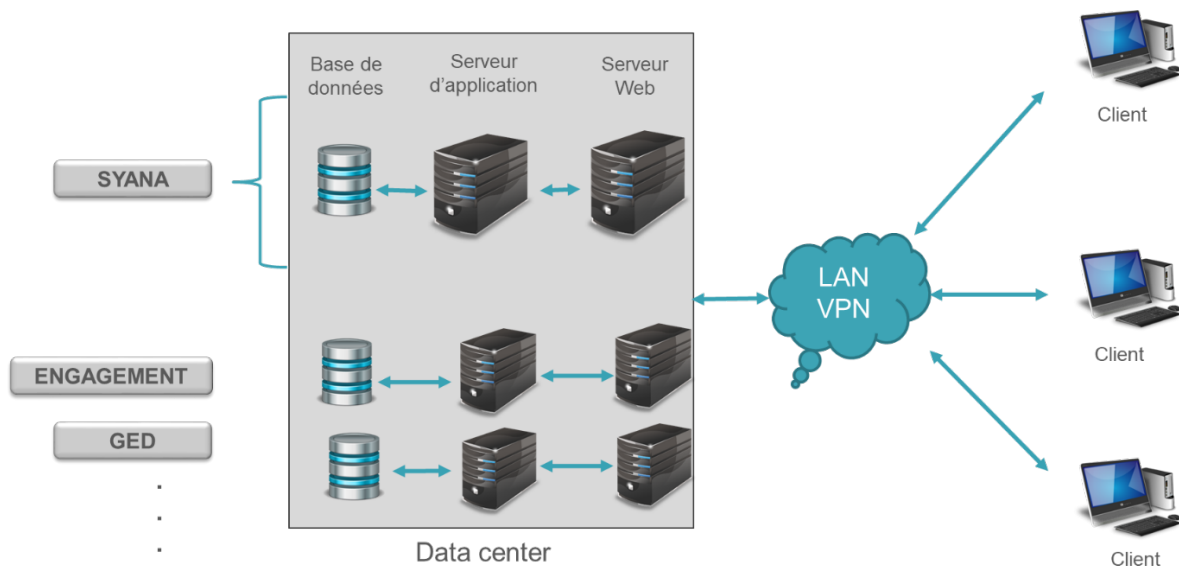


FIGURE 1.1 – Schéma illustrant l'architecture de SYANA

### 1.5.7 Diagnostic du système existant

Après avoir étudié le système existant dans son contenu et architecture, nous avons constaté son importance sur le plan fonctionnel et organisationnel d'une entreprise. Chaque module dédié à un métier précis, donc à un service dans une organisation permet à ses acteurs de structurer et piloter leurs tâches. D'autre part, l'interconnexion des différents modules entre eux constitue un outil de communication entre les différents services de l'entreprise. La facilité de cette connexion contribue à l'optimisation systématique de ses processus ce qui ne peut que faire gagner l'entreprise en matière de temps, coût et de productivité.

En outre, sur le plan architectural de l'applicatif, le choix du technique web pour le développement des systèmes de gestion à ELIT est aisément explicable. Le système web suscité est hébergé au niveau du Datacenter sur des serveurs performants. Il est accessible via un navigateur web quelle que soit la plateforme logicielle utilisée par le client.

Malgré tous les avantages apportés, cette solution relève en pratique d'important inconvénient qui freine à la productivité dans l'éventualité où l'utilisateur ne puisse se joindre à son Serveur. En réseau instable, l'accès à SYANA, pour la saisie des données devient en effet perturbé ou empêché, ce qui complique ainsi la tâche des équipes de maintenance et réduit fortement les bénéfices attendus d'une GMAO full-web.

Dans la pratique, SPE dispose dans son parc de de quelques centrales souffrant de l'instabilité de leur réseau par leur localisation en espaces restreints ou lointains. Ces centrales n'ont pas pu abandonner la gestion manuelle et posent souvent problème du point de vue redondance

de gestion entre manuelle et ressaisie inévitable une fois la connexion est retrouvée avec la solution centralisée.

La crainte de ces centrales que la solution SYANA devienne un fardeau pour elles est justifiée. A cause de la défaillance du réseau et en l'absence d'une solution automatique utilisable en mode hors ligne, obliger ces centrales à utiliser SYANA fullweb risque en plus de leur compliquer la gestion mais aussi de les faire perdre des données avec la saisie différée.

La question donc de l'utilisation d'une GMAO dans un contexte de réseau limité est une préoccupation importante et légitime et c'est à celle-ci que va répondre le sujet de notre projet.

### **1.5.8 Suggestions**

La réponse au problème suscité ne doit bien sûr pas être l'abandon pur et simple de l'application GMAO Web mais plutôt sa dotation d'une solution logicielle hors ligne disponible, fiable, et efficace qui la complète, une solution intégrée qui assure l'automatisation des tâches nécessaires, opérationnelle en mode offline permettant de bénéficier des avantages des systèmes en matière de traçabilité, de rapidité d'intervention et de facilité d'utilisation, sans en subir les inconvénients en termes de réseau et de connexion.

L'application envisagée doit garantir la continuité du travail avec une possibilité de synchronisation lorsque la centrale passe en mode Connecté. Une synchronisation qui sera basée sur des patterns étudiés dans les chapitres qui se suivent qui répondent au mieux à la contrainte de temps de réponse, de volume de données et à la qualité d'information.

## **1.6 Conclusion**

Après avoir analysé la GMAO SYANA actuellement en service au sein de la SPE, ainsi que ses différents modules (maintenance, achat, stock, commun et administration), ses acteurs et ses avantages, on a pu adressé un diagnostic du système existant pour établir une liste de recommandations à prendre en compte dans l'élaboration de notre solution.

Dans le chapitre qui suit nous allons parler sur les solutions GMAO et GMAO offline.

## *Chapitre 2*

---

# **Un Benchmarking sur les solutions GMAO et GMAO offline**

---

## **2.1 Introduction**

Pour que l'entreprise soit couronnée de succès, la mise en place d'une GMAO (Gestion de maintenance assistée par ordinateur) nécessite une analyse détaillée et approfondie des souhaits, une définition unique des cibles, une pratique attentive des acteurs et l'aide de tous. En effet, une telle démarche doit être réalisée sous l'impulsion du contrôle et de la participation des employés de l'organisation.

Dans ce chapitre nous allons définir ce qu'est une GMAO, son objectif, ses avantages et ses modules. Puis, on va citer quelques solutions disponibles sur le marché.

## **2.2 Définition de la GMAO**

En 1985 M. Gabriel et Y. PIMOR définissent la gestion de la maintenance assistée par ordinateur en ces termes : «Un système informatique de management de la maintenance est un progiciel organisé autour d'une base de données permettant de programmer et de suivre, sous les trois aspects technique, budgétaire et organisationnel, toutes les activités d'un service de maintenance et les objets de cette activité (services, lignes, ateliers, machines, équipements, sous-ensembles, pièces, etc.) à partir de terminaux disséminés dans les bureaux techniques, ateliers, magasins et bureaux d'approvisionnement ». [4]

## **2.3 Objectif et avantages de la GMAO**

### **2.3.1 Objectif**

L'objectif de la GMAO est de permettre à un industriel de mieux gérer les opérations de maintenance de ses installations, lui permettant ainsi d'augmenter son efficacité et sa rentabilité. Moins de pannes sur les machines, donc plus de production, plus de satisfaction client et plus de chiffre d'affaires. [5]

### **2.3.2 Avantages**

La mise en place d'une GMAO permet de réduire les surprises, puisque la maintenance préventive sera également programmée et parfois même effectuée sur des machines qui ne sont pas utilisées à plein régime en permanence. Il s'agit d'une bonne stratégie car elle permet d'être prêt à toute éventualité, au lieu d'attendre la première panne majeure pour prendre des mesures correctives, ce qui est très coûteux en terme de temps et d'argent. [5]

- Moins d'équipements en panne ;
- Economie sur les coûts de main d'œuvre ;
- Optimiser l'utilisation des équipements et des pièces ;
- Optimiser les stocks ;
- Réduction des documents papiers ;
- Améliorer et faciliter la planification de la maintenance ;
- Augmenter la productivité de la maintenance.

## **2.4 Les modules d'une GMAO et leurs interactions**

Une GMAO est une solution qui aide à la décision dans une entreprise. Elle facilite la gestion des ressources matérielles, humaines et budgétaires. Afin de garantir une bonne gestion des biens de production en matière de maintenance.

La GMAO doit couvrir les modules illustrés dans la figure suivante :

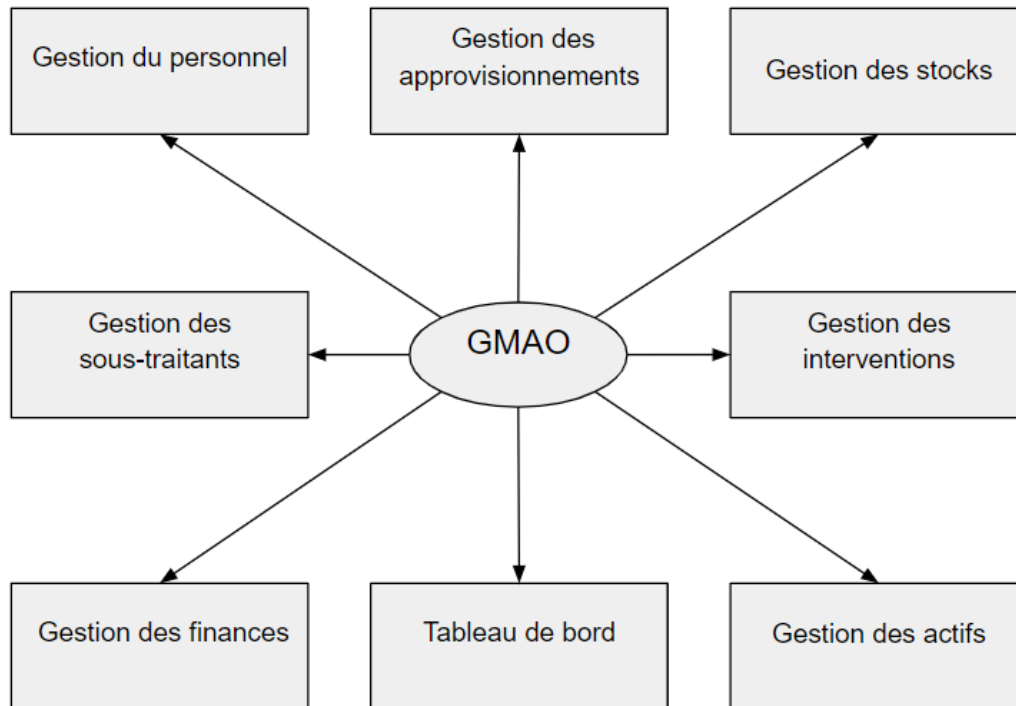


FIGURE 2.1 – Les modules de la GMAO

### 2.4.1 Gestion des stocks

Une entreprise ne peut pas faire de la maintenance sans une tenue de stock. En effet, les interventions dans leur majorité nécessitent des pièces de rechange, des consommables, ou des articles en général. [6]

### 2.4.2 Gestion du personnel

Dans une GMAO la gestion du personnel (ou gestion des ressources humaines), s'occupe de gérer toutes les informations concernant les employés (en relation avec la maintenance). Les informations cruciales pour la maintenance sont notamment : le coût de la main d'œuvre, les compétences techniques, les heures passées pour l'accomplissement d'un travail, la disponibilité du personnel etc. [7]

### 2.4.3 Gestion des interventions

La gestion des interventions englobe plusieurs parties liées aux actions de maintenance comme l'affectation des ordres de travaux et l'établissement des plannings en fonction de la disponibilité des ressources etc. En effet, la gestion des interventions est le cœur de la GMAO, elle interagit essentiellement avec la gestion du personnel et la tenue de stocks pour pouvoir optimiser les opérations de maintenance sur les équipements. [7]

#### **2.4.4 Gestion des sous-traitants**

Dans une entreprise, il vaut parfois mieux sous-traiter des tâches en raison du manque de technicité dans le domaine ou de l'indisponibilité de certaines conditions pour l'exécution. Il est donc nécessaire que l'entreprise fasse appel à un intervenant extérieur pour réaliser ces tâches. En règle générale, l'entreprise établit un accord sous forme de contrat. [6]

#### **2.4.5 Gestion des actifs**

Pour une GMAO, l'interaction avec la gestion des actifs, consiste à connaître l'état d'un équipement à tout moment (disponible, à l'arrêt etc.), à gérer sa documentation technique, à établir un suivi de l'équipement (les documents historiques, OT, DT etc.), à la classification des équipements suivant un ordre d'importance etc. [6]

#### **2.4.6 Gestion des approvisionnements**

Pour que les articles de maintenance soient disponibles en stock, une GMAO doit communiquer des listes d'articles de maintenance selon les besoins, et selon une périodicité. [6]

#### **2.4.7 Gestion des finances**

L'établissement des factures est essentiel pour identifier le coût de la maintenance d'un équipement.

L'établissement des devis peut s'avérer intéressant, car cela permet de comparer le coût interne à ceux proposés par la sous-traitance. Ce qui représente un indicateur de décision intéressant quant à la stratégie de maintenance. [7]

#### **2.4.8 Tableau de bord**

Pour un décideur, cette partie est cruciale, car son interaction avec la GMAO consiste à mettre en évidence grâce aux indicateurs de performances, les éléments d'aide à la prise de décision. [7]

### **2.5 Causes d'échecs de la GMAO**

Malgré l'importance de la GMAO en tant qu'outil clé de la gestion de la maintenance, le degré de réussite de la mise en œuvre de ces systèmes, même dans les grandes entreprises bien équipées, est étonnamment faible. Selon des recherches sur Internet, le nombre d'implémentations de GMAO réussies n'est que d'environ 25 à 40 % et le nombre d'utilisateurs qui utilisent une GMAO à pleine capacité n'est que de 6 à 15 %. [8]

Parmi les majeures causes d'échec d'une GMAO nous citons :

- **Infrastructure informatique inadéquate**

L'infrastructure informatique de l'organisation est une étape critique souvent sous-estimée dans le processus de mise en œuvre d'un système de GMAO. Pour réussir l'intégration d'un « nouvel » outil, la vitesse et la capacité de l'infrastructure doivent être garanties. Un point est la connexion Internet qui doit être au plus haut niveau pour échanger des données rapidement et de manière fiable. Cela est particulièrement vrai maintenant que de nombreux systèmes de GMAO sont « basés sur le Cloud ». De plus, le besoin d'un intranet fiable et rapide ne doit pas non plus être sous-estimé ; les documents doivent être tenus à jour, sécurisés et accessibles à toutes les personnes de l'organisation.

La conséquence d'une mauvaise infrastructure est que les personnes qui souhaitent utiliser le système sont interrompues ou ralenties dans leur travail quotidien et sont rapidement empêchées d'utiliser l'outil. Cela peut entraîner le retour à la gestion manuelle ou la recréation de bases de données locales (par exemple Microsoft Office) par ces employés frustrés et les avantages d'avoir une GMAO seront perdus. [8]

- **Organisation pas «prête»**

De nombreuses implémentations de GMAO échouent car l'organisation de maintenance n'est pas « prête » à être supportée par un système informatique complexe.

Avant d'adopter une GMAO dans une organisation, la stratégie de maintenance doit être passée d'une approche réactive à, au minimum, une approche proactive. Il est obligatoire qu'une stratégie préventive bien organisée soit en place et soit suivie dans toutes les parties de l'organisation. [8]

- **La mauvaise interprétation de l'objectif de l'outil GMAO.**

Le plus grand malentendu sur le rôle d'une GMAO est la croyance qu'il s'agit de la stratégie de maintenance elle-même, pas seulement un outil pour soutenir la stratégie de maintenance existante d'une organisation. [8]

- **Ressources insuffisantes**

Un point souvent sous-estimé est le nombre d'heures nécessaires à consacrer à la mise en œuvre d'un système de GMAO. Il faut un effort majeur pour rassembler les données requises et les convertir dans un format approprié. En plus de cela, le déploiement du système nécessite un suivi et un retour d'informations constants pour s'assurer que les processus et procédures définis sont suivis et que les « systèmes parallèles » sont progressivement éliminés.

De nombreuses entreprises essaient d'utiliser uniquement des ressources internes, mais compte tenu du nombre d'heures de travail et de l'effort de gestion du travail requis, cela n'est souvent pas réaliste. [8]

- **Prise en compte insuffisante des facteurs humains**

La mise en place d'un GMAO aura ses détracteurs, ils seront d'autant plus sévères si le projet est imposé. D'où la nécessité d'un plan de communication préalable à un plan d'éducation pour éviter une dynamique de rejet. [8]

## 2.6 Classification des solutions GMAO

Nous distinguons trois classes de progiciels de GMAO : [6]

- **classe I** : produits généralement construits autour d'une base de données ACCESS. Il s'agit de produits d'entrée de gamme à destination des PME qui ont un budget ou un besoin limité.
- **classe II** : produits client/serveur dédié sur base de données Oracle, Postgresql etc. Offrant une plus grande stabilité et possibilité, notamment au niveau des indicateurs.
- **classe III** : module gestion de maintenance dans un logiciel global de gestion industriel ERP (Enterprise Resource Planning) en français progiciel de gestion intégré.

## 2.7 Liste non exhaustive des solutions GMAO

La majorité des GMAO modernes disponibles sur le marché sont des solutions full-web avec, pour la plupart une possibilité d'utiliser leurs principales fonctions même sans aucune connexion (mode Offline), ce qui devient très avantageux en cas d'indisponibilité ou d'instabilité du réseau pour garantir le bon fonctionnement de la GMAO.

Voici quelques solutions disponibles sur le marché :

### 2.7.1 AQ Manager LIMS (éditeur : AQ Manager)

AQ Manager LIMS est une solution full-web, elle est compatible avec la plupart des systèmes d'informations d'entreprises ainsi qu'avec la plupart des systèmes d'exploitation comme Windows, Mac OS, et Linux car il est accessible depuis un navigateur web (Chrome, Firefox etc.).

AQ Manager propose aussi une utilisation en mode déconnecté. [9]

Le tableau qui suit décrit les fonctionnalités en mode online et offline dans AQM :



<b>Fonctionnalités online</b>	<b>Fonctionnalités offline</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La gestion des actifs</li> <li>- La gestion des interventions</li> <li>- La maîtrise du plan de maintenance</li> <li>- La gestion des stocks</li> <li>- Gestion des achats</li> <li>- Tableaux de bord et rapports</li> <li>- La gestion financière et des budgets</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Créer des demandes d'intervention</li> <li>- Consulter un planning</li> <li>- La saisie du compte-rendu d'intervention</li> <li>- Gestion des stocks</li> <li>- Accès aux fiches techniques</li> </ul>

TABLE 2.1 – Les fonctionnalités online/offline de AQ Manager LIMS

## 2.7.2 Coswin 8i (éditeur : Siveco Group)

Coswin 8i est une solution full-web qui fonctionne sur une base de données Oracle, Microsoft Sql Server ou PostgresPURE.

Les utilisateurs peuvent y accéder via un navigateur Internet standard de n'importe où et à tout moment, ce qui permet de minimiser le trafic réseau et d'éviter l'achat de matériel informatique coûteux.

Coswin 8i peut ainsi être implémenté dans des configurations très différentes, de la plus simple à la plus complexe, en réseau local ou étendu.

Siveco Group propose également Coswin Nom@d pour disposer à chaque instant des fonctionnalités essentielles de la GMAO sur le lieu d'intervention en mode online et offline. [10]

Le tableau qui suit décrit les fonctionnalités en mode online et offline dans Coswin :

<b>Fonctionnalités online</b>	<b>Fonctionnalités offline</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion des actifs stratégiques de la maintenance.</li> <li>- Gestion des Stocks</li> <li>- Gestion des Achats</li> <li>- Gestion Multi-Organisation</li> <li>- Gestion des EPI (Equipements de Protection Individuelle)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion des équipements</li> <li>- Gestion du stock</li> <li>- Maintenance corrective/planifiée</li> </ul>

TABLE 2.2 – Les fonctionnalités online/offline de Coswin 8i

### 2.7.3 Carl Source (éditeur : CARL Source)

CARL Source est une solution full-web, développée intégralement sur la plate-forme Java, et pouvant être intégralement installée en environnement Open Source. De plus, L'architecture CARL Source répond aux attentes actuelles en termes d'interopérabilité (SOA) : les composants serveurs se déclinent en autant de services (Web Services) adaptés à toute collaboration applicative, même en cas d'hétérogénéité entre les plates-formes. Cette approche assure une communication facile avec tous les logiciels de l'entreprise (par exemple l'ERP).

CARL Touch propose aussi une utilisation en mode déconnecté. [11]

Le tableau qui suit décrit les fonctionnalités en mode online et offline dans Carl source :

Fonctionnalités online	Fonctionnalités offline
<ul style="list-style-type: none"><li>- Gestion des interventions</li><li>- Gestion des intervenants</li><li>- Gestion des maintenances</li><li>- Gestion des équipements</li><li>- Gestion des fournisseurs</li><li>- Gestion des achats</li><li>- Gestion des stocks</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gestion des stocks</li><li>- Gestion des interventions</li></ul>

TABLE 2.3 – Les fonctionnalités online/offline de Carl Source

### 2.7.4 ALTAIR (éditeur : ALTAIR)

La GMAO ALTAIR est un logiciel Web : une fois installé sur le serveur, il est accessible depuis n'importe quel poste sans installation. Il est basé sur une technologie web accessible depuis n'importe quel navigateur. La solution est déployable sur site ou en hébergement distant (Cloud GMAO).

ALTAIR permet aussi une utilisation sans connexion au réseau. [12]

Le tableau qui suit décrit les fonctionnalités en mode online et offline dans ALTAIR :

<b>Fonctionnalités online</b>	<b>Fonctionnalités offline</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion des interventions</li> <li>- Gestion des intervenants</li> <li>- Gestion des maintenances</li> <li>- Gestion des équipements</li> <li>- Gestion des achats</li> <li>- Gestion des stocks</li> <li>- Gestion budgétaire</li> <li>- Gestion SAV</li> <li>- Management QHSE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion des achats et stocks</li> <li>- Gestion maintenance</li> <li>- Gestion SAV</li> <li>- Management QHSE</li> </ul>

TABLE 2.4 – Les fonctionnalités online/offline de ALTAIR

### 2.7.5 Mister maint (éditeur : ITM)

Mister Maint Fusion est une solution full-web résolument orientée vers l’avenir conjuguant couverture fonctionnelle et simplicité d’utilisation. Accessible directement par le biais d’un navigateur Internet (Google Chrome, Mozilla ...). Il se présente comme un outil faisant partie intégrante du système d’information de l’entreprise (ex : ERP).

Le logiciel peut être installé sur le serveur de votre société, ou hébergé sur un serveur externe et sécurisé. Mister Maint Mobilité : est une suite logicielle de solution de GMAO dédiée à un usage nomade. [13]

Le tableau qui suit décrit les fonctionnalités en mode online et offline dans Mister maint :

<b>Fonctionnalités online</b>	<b>Fonctionnalités offline</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion des interventions</li> <li>- Gestion des intervenants</li> <li>- Gestion des maintenances</li> <li>- Gestion des équipements</li> <li>- Gestion des fournisseurs</li> <li>- Gestion des achats</li> <li>- Gestion des stocks</li> <li>- Management QHSE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demande d’intervention</li> <li>- Rapport d’intervention</li> <li>- Consultation des fiches d’intervention</li> <li>- Demande d’achat</li> <li>- Saisie des relevés de compteur</li> <li>- Consultation des historiques d’intervention</li> </ul>

TABLE 2.5 – Les fonctionnalités online/offline de Mister maint

## 2.7.6 MAINTI4 (éditeur : Tribofilm)

Mainti 4 est une solution full-web, Ergonomie et design conçue pour une adaptabilité parfaite sur toutes les plateformes (IOS, Android, Windows) et pour tous les supports (PC, tablette, Smartphone).[14]

Le tableau qui suit décrit les fonctionnalités en mode online et offline dans MAINTI4 :

Fonctionnalités online	Fonctionnalités offline
<ul style="list-style-type: none"><li>- Gestion des interventions.</li><li>- Gestion des intervenants.</li><li>- Gestion des maintenances</li><li>- Gestion des équipements</li><li>- Gestion des fournisseurs</li><li>- Gestion des achats</li><li>- Gestion des stocks</li><li>- Tableaux de bord</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Réalisez vos demandes d'intervention</li><li>- Rédigez vos comptes rendus.</li><li>- Saisissez vos inventaires.</li><li>- Enregistrez vos relevés de compteurs.</li><li>- Gérer les sorties de stocks grâce au scan (codes à barres, QR Codes).</li></ul>

TABLE 2.6 – Les fonctionnalités online/offline de MAINTI4

La gestion de la maintenance industrielle a connu plusieurs évolutions, dont la dernière en date est l'intégration de mode offline, celles-ci comportent de très nombreux avantages. En effet, en cas de panne sur le réseau, ou tout simplement l'indisponibilité de couverture réseau sur le lieu de travail, il devient impossible de continuer la maintenance.

## 2.8 Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté qu'est-ce que un logiciel GMAO, son objectif, ses différents modules, ainsi que ses avantages. On a aussi présenté les différentes solutions GMAO leaders sur le marché.

D'après l'étude menée on a pu conclure qu'une solution GMAO en mode online/offline serait plus avantageuse pour une meilleure gestion dans toutes circonstances.

Dans le prochain chapitre, on va présenter la synchronisation des bases de données.

## Chapitre 3

---

# Synchronisation des bases de données

---

### 3.1 Introduction

La multiplication des points d'accès distants aux données de l'entreprise ainsi que les éventuelles panne et déconnexion du serveur de données, peuvent inciter les entreprises à mettre en place des solutions de synchronisation de données.

La synchronisation de données est une procédure plus complexe que celle de la duplication (simple copie de données d'une base vers une autre) ou de la réplication (duplication complète par des instances de logs) de données.

Dans ce chapitre nous allons présenter les modèles de la synchronisation des bases de données.[15]

### 3.2 Définition

La synchronisation des données est le processus de concordance et de mise à jour automatique des données entre deux ou plusieurs appareils, pour maintenir la cohérence des données au sein des systèmes.

La synchronisation des données garantit des données précises, sécurisées et conformes. Il assure la congruence entre chaque source de données et ses différents points finaux. Au fur et à mesure que les données arrivent, elles sont nettoyées, vérifiées pour éliminer les erreurs, les doublons et garantir la cohérence avant d'être utilisées. [16]

### 3.3 Les modèles de synchronisation

Les modèles de synchronisation de données entre le stockage local (base de données local) et la base de données du serveur peuvent être résumés comme suit : [17]

- Données en lecture seule ;
- Données en lecture seule optimisée ;
- Données en lecture-écriture ;
- Données en lecture-écriture avec détections de conflits ;
- Données en lecture-écriture un à plusieurs.

#### 3.3.1 Données en lecture seule

Ce pattern est recommandé pour les applications où les utilisateurs finaux n'ont besoin de lire les données que lorsque les applications sont hors ligne (offline) et que la quantité de données est faible. [17]

Le mécanisme est donné comme suit :

- a. La base de données du serveur contient des données qui peuvent changer au fil du temps.
- b. La synchronisation télécharge toutes les données de la base de données source et les stocke sur le stockage local.
- c. Les modifications de données effectuées sur le stockage local ne sont pas propagées au serveur.

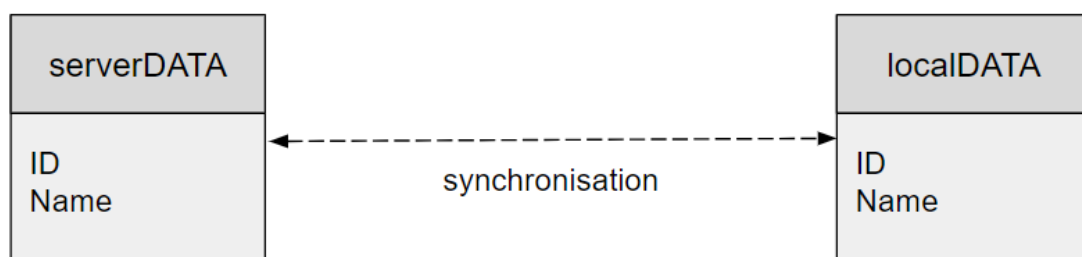


FIGURE 3.1 – Model de donnée lecture seule

La logique du modèle est donnée comme suit :

- a. Invoquer le serveur pour obtenir des données.
- b. Renvoyer les données de la base de données source.
- c. Supprimer et recréer les données dans le stockage local avec les
- d. données reçues du serveur.

**Avantages :**

- ✓ Le mécanisme de synchronisation n'est pas coûteux en termes de temps.
- ✓ Le mécanisme est simple à réaliser.

**Inconvénients :**

- ✗ Ce modèle est long dans le cas d'une grande quantité de données.
- ✗ Les modifications de données effectuées sur le stockage local ne sont pas propagées au serveur (Synchronisation unidirectionnelle).

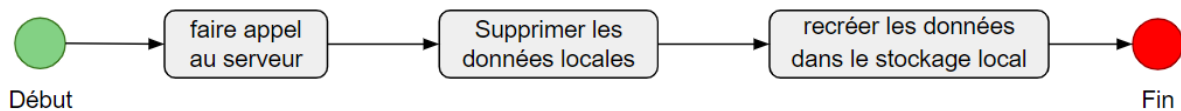


FIGURE 3.2 – Processus de synchronisation de la base de donnée local (lecture seule)

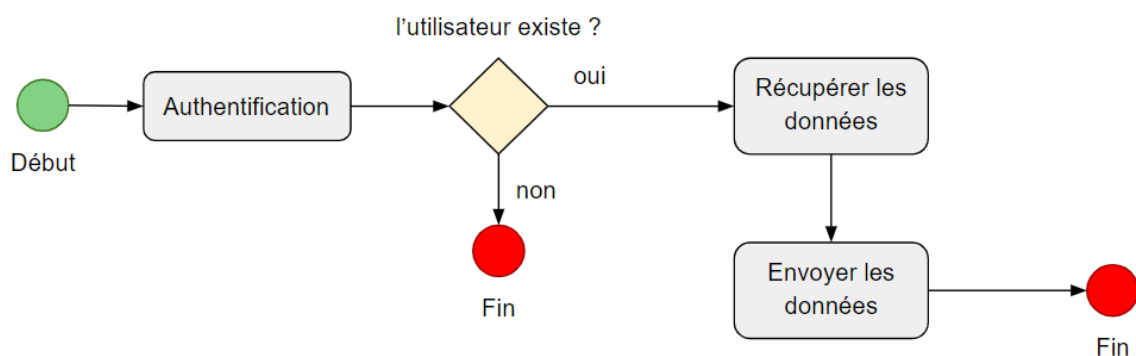


FIGURE 3.3 – Processus de synchronisation de la base de donnée du serveur (lecture seule)

### 3.3.2 Données en lecture seule optimisée

Ce modèle de synchronisation de données est recommandé pour les applications dans lesquelles les utilisateurs finaux n'ont besoin que de lire les données que lorsque les applications sont hors ligne et qu'il existe une grande quantité de données. [17]

Le mécanisme est donné comme suit :

- La base de données du serveur contient les données de base qui peuvent changer au fil du temps.
- La synchronisation est optimisée pour transférer les données qui doivent être mises à jour dans le stockage local.
- Les modifications de données effectuées sur le stockage local ne sont pas propagées au serveur.

Cet exemple définit une entité de base de données serverDATA et son équivalent en stockage local localDATA. De plus, l'entité de stockage local proprieteSync qui conserve la date et l'heure de la dernière synchronisation.

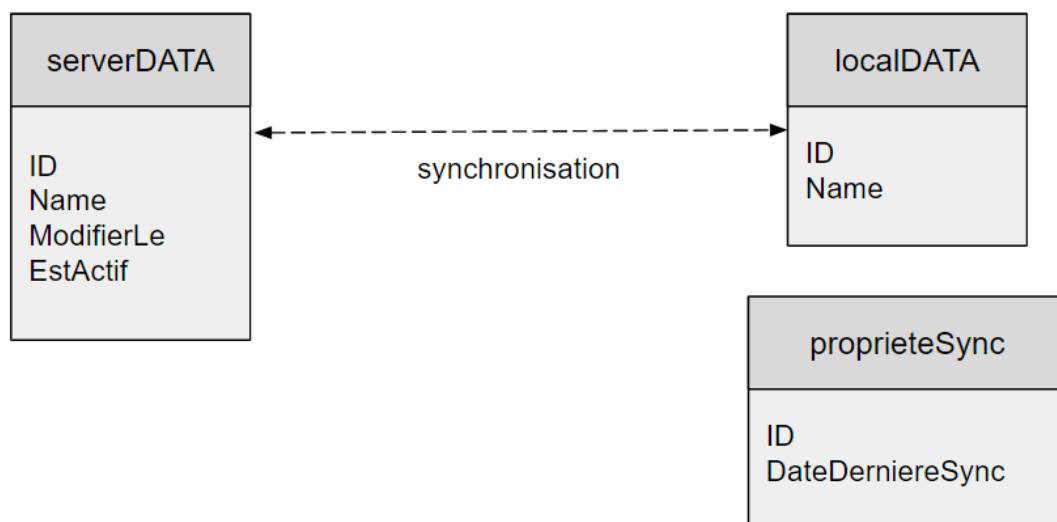


FIGURE 3.4 – Model de donnée en lecture seule optimisée

- ModifierLe : garde la trace des enregistrements modifiés en stockant l'horodatage de la dernière mise à jour ou création de l'enregistrement.
- EstActif : garde la trace des enregistrements supprimés.
- DateDerniereSync : Horodatage de la dernière synchronisation. Notez que cet horodatage est établi par le serveur pour éviter les problèmes dus aux différences d'horloge entre le



client et le serveur.

La logique du modèle est donnée comme suit :

- a. Invoquer le serveur pour obtenir les données mises à jour.
- b. Renvoyer les données de la base de données source.
- c. Mettre à jour les données dans le stockage local avec les données reçues du serveur.

**Avantages :**

- ✓ Le mécanisme de synchronisation n'est pas coûteux en termes de temps.
- ✓ Possibilité de charger des données volumineuses.
- ✓ Possibilité des modifications des données en offline.

**Inconvénients :**

- ✗ Ce modèle est incomplet lorsqu'un besoin d'écriture de données.
- ✗ Les modifications de données effectuées sur le stockage local ne sont pas propagées au serveur (Synchronisation unidirectionnelle).
- ✗ Ce modèle est plus complexe que celui de la lecture seule.

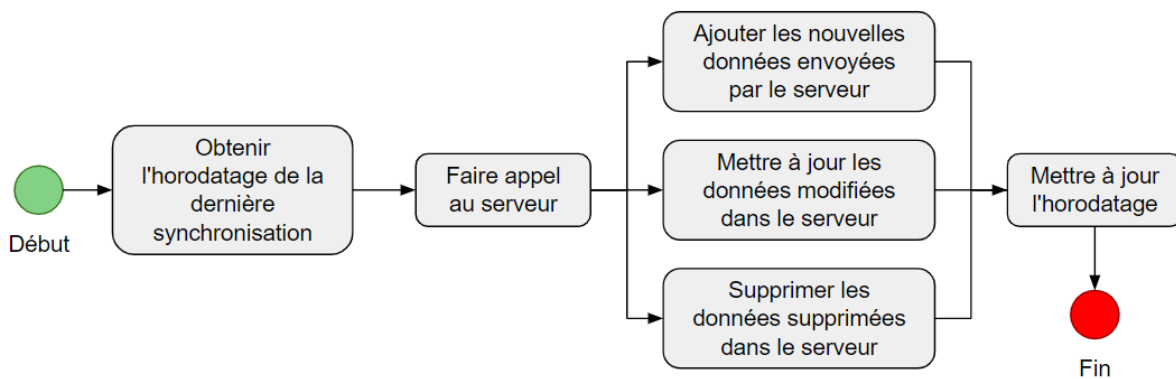


FIGURE 3.5 – Processus de synchronisation de la base de donnée local (lecture seule optimisée)

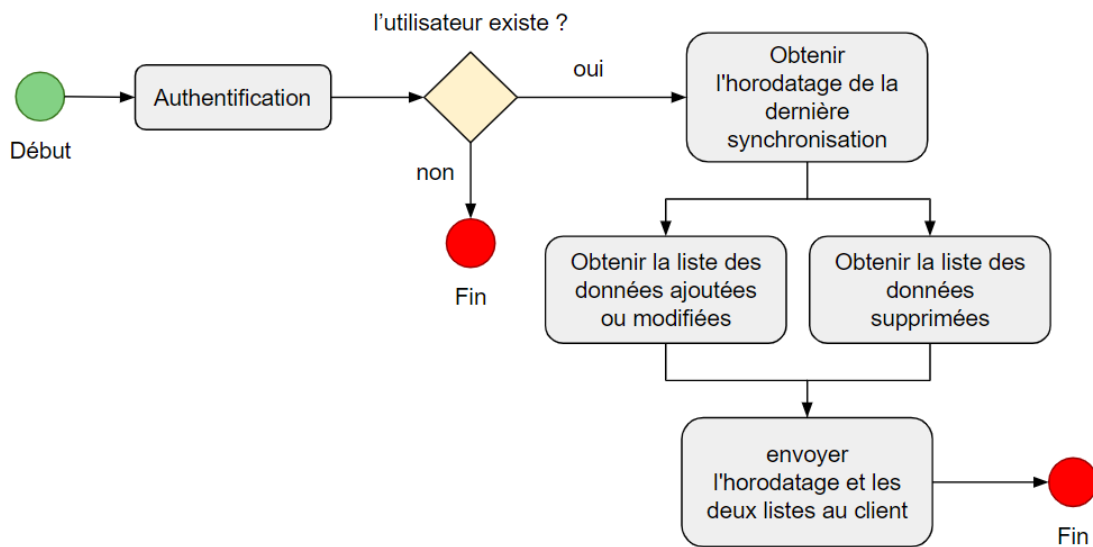


FIGURE 3.6 – Processus de synchronisation de la base de donnée du serveur (lecture seule optimisée)

### 3.3.3 Données en lecture-écriture

Ce modèle de synchronisation est recommandé pour les applications dans lesquelles il est peu probable que plusieurs utilisateurs finaux modifient les mêmes données lorsque les applications sont hors ligne. [17]

Le mécanisme est donné comme suit :

- a. La base de données du serveur contient les données qui peuvent changer au fil du temps.
- b. La base de données de stockage local contient un sous-ensemble des données et peut-être modifiées.
- c. La synchronisation envoie les données modifiées du stockage local à la base de données du serveur et vice-versa.
- d. Dans le serveur les données sont mises à jour dans une stratégie « Last write wins », c'est-à-dire la dernière mise à jour des données remplace les mises à jour précédentes.

Cet exemple définit une entité de base de données serveur `serverDATA` et son équivalent en stockage local `LocalDATA`. De plus, l'entité `LocalDATA` définit trois attributs de métadonnées pour suivre l'état de synchronisation des enregistrements.

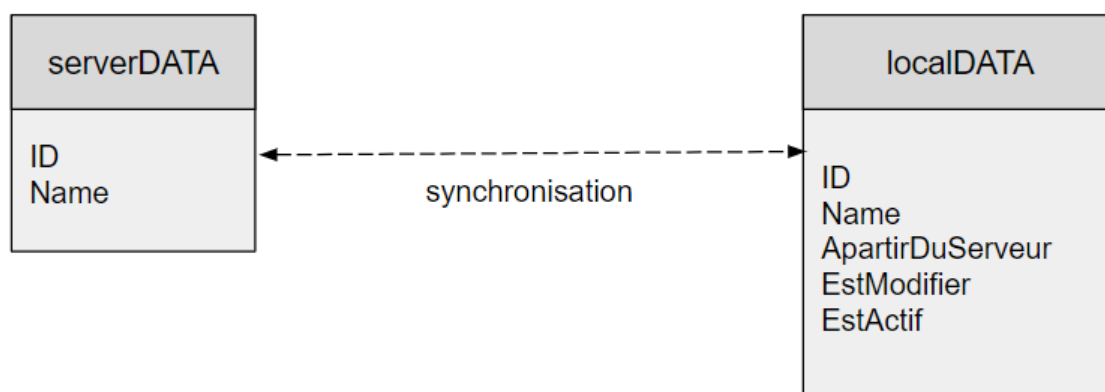


FIGURE 3.7 – Model de donnée lecture-écriture

Les attributs de métadonnées doivent être mis à jour selon ce qui suit :

- ApartirDuServeur : Si vrai, l'enregistrement existe sur le serveur.
- EstModifier : si vrai, l'enregistrement a été modifié localement.
- EstActif : Si faux, l'enregistrement a été supprimé localement mais n'a peut-être pas encore été supprimé du serveur.

La logique du modèle est donnée comme suit :

- a. Envoyer les données du stockage local modifiées par l'application au serveur.
- b. Mettre à jour les données de la base de données au niveau du serveur avec celle envoyée depuis le stockage local.
- c. Envoyer les données de base de données du serveur mises à jour.
- d. Supprimer les données dans le stockage local et les recréer avec les données reçues du serveur.

**Avantages :**

- ✓ Possibilité de charger des données volumineuses.
- ✓ Les modifications de données effectuées sur le stockage local sont propagées au serveur (synchronisation bidirectionnelle).

**Inconvénients :**

- ✗ Ce modèle est incomplet lorsqu'un enregistrement a été modifié par plus d'un utilisateur de l'application car il ne traite pas les données conflictuelles.
- ✗ Le mécanisme de la synchronisation est coûteux en termes du temps.

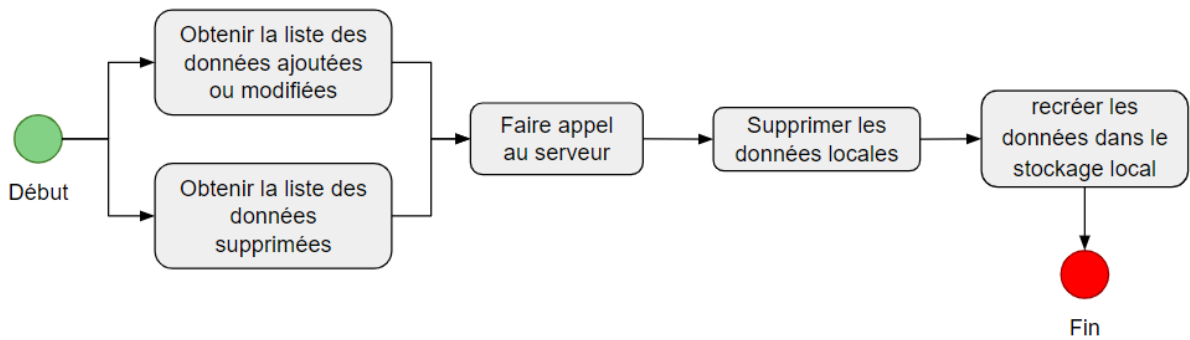


FIGURE 3.8 – Processus de synchronisation de la base de donnée local (lecture-écriture)

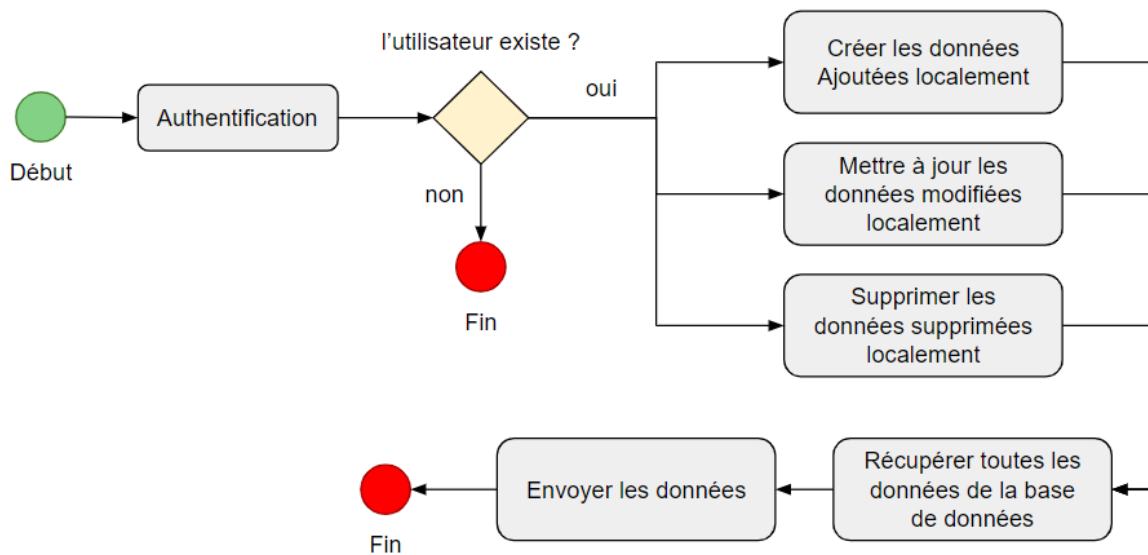


FIGURE 3.9 – Processus de synchronisation de la base de donnée du serveur (lecture-écriture)

### 3.3.4 Données en lecture-écriture avec détections de conflits

Ce modèle de synchronisation de données est recommandé pour les scénarios avancés dans lesquels plusieurs utilisateurs finaux modifieront les mêmes données pendant la déconnexion (en mode offline). [17]

Le mécanisme est donné comme suit :

- a. La base de données du serveur contient les données qui peuvent changer au fil du temps.

- b. La base de données du stockage local contient un sous-ensemble de données et peut-être modifiées.
- c. La synchronisation envoie les données modifiées du stockage local à la base de données du serveur et vice-versa.
- d. Dans le serveur, les données sont mises à jour et toute modification en conflit est enregistrée pour une résolution ultérieure.

Cet exemple définit une entité de base de données serverDATA et son équivalent de stockage local LocalDATA. De plus, l'entité LocalDATA définit trois attributs de métadonnées pour suivre l'état de synchronisation des enregistrements, l'entité de stockage local proprieteSync conserve la date et l'heure de la dernière synchronisation et l'entité de stockage local ConflictDATA contient les enregistrements en conflit.

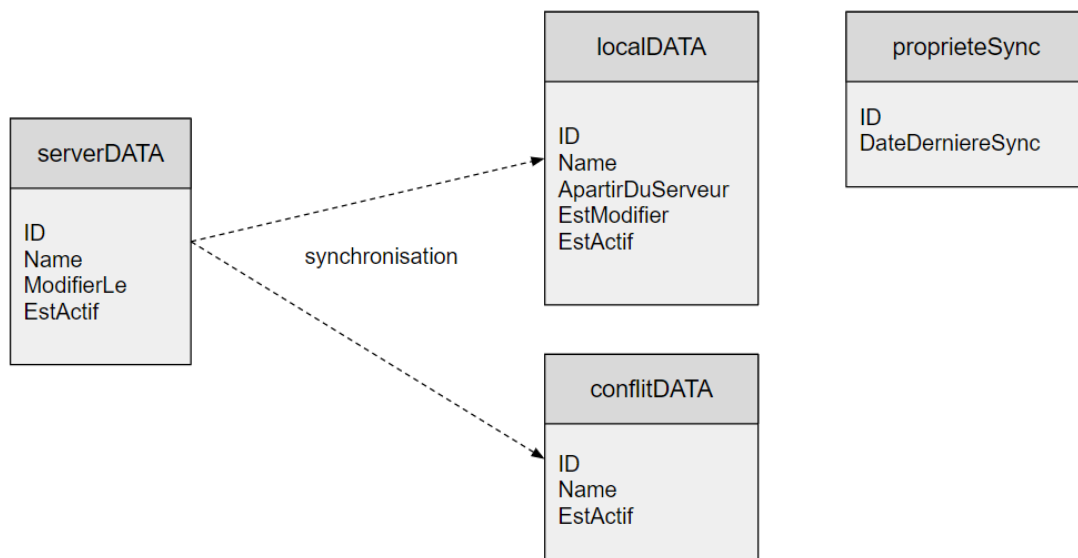


FIGURE 3.10 – Model de donnée en lecture-écriture avec détections de conflits

- ModifierLe : suit les enregistrements modifiés en stockant l'horodatage de la dernière mise à jour ou création de l'enregistrement.
- EstActif : suit les enregistrements supprimés.
- EstModifier : attributs de métadonnées qui suivent l'état de synchronisation des enregistrements.
- conflitDATA : contient des enregistrements contradictoires.
- DateDerniereSync : horodatage de la dernière synchronisation. Notez que cet horodatage est établi par le serveur pour éviter les problèmes dus aux différences d'horloge entre le client et le serveur.

Les attributs de métadonnées doivent être mis à jour selon ce qui suit :

- ApartirDuServeur : Si vrai, l'enregistrement existe sur le serveur.
- EstModifier : si vrai, l'enregistrement a été modifié localement.
- EstActif : Si faux, l'enregistrement a été supprimé localement mais n'a peut-être pas encore été supprimé du serveur.

La logique du modèle est donnée comme suit :

- a. Vérifier s'il existe des conflits non résolus. s'il existe des conflits, le client interrompt la synchronisation et signale les conflits en attente de résolution.
- b. Envoyer les données de stockage local modifiées par l'application au serveur.
- c. Vérifier les modifications conflictuelles effectuées dans la base de données du serveur.
- d. Ajouter les enregistrements à la liste des conflits dans le cas de l'existence d'un conflit avec les données du client.
- e. Mettre à jour les enregistrements de la base de données qui n'ont pas un conflit.
- f. Envoyer les données de la base de données mise à jour et la liste des modifications en conflits.
- g. Vérifier les conflits. S'il existe des conflits, mettre à jour le stockage local avec les enregistrements non conflictuels. S'il n'existe pas de conflit, supprimer et recréer des données dans le stockage local avec les données reçues du serveur.
- h. Mettre à jour le dernier horodatage de synchronisation dans le stockage local.
- i. Signaler les conflits en attente à l'utilisateur final, le cas échéant.

**Avantages :**

- ✓ Possibilité de charger des données volumineuses.
- ✓ Détection des données conflictuelles. Ceci implique une bonne qualité d'informations.
- ✓ Possibilité de modifications des données en offline par plusieurs utilisateurs (synchronisation bidirectionnelle).

**Inconvénients :**

- ✗ Le mécanisme de synchronisation est coûteux en termes du temps.
- ✗ Ce modèle est très complexe car il exige des compétences techniques et une bonne compréhension de l'environnement de travail.

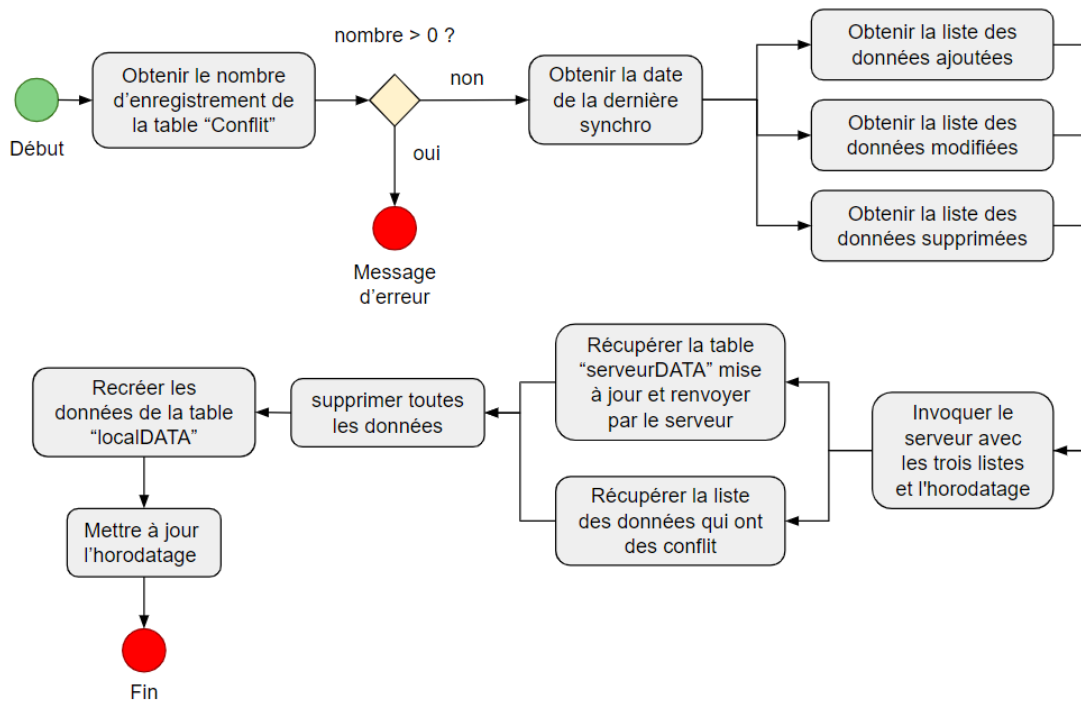


FIGURE 3.11 – Processus de synchronisation de la base de donnée local (lecture-écriture avec détections de conflits)

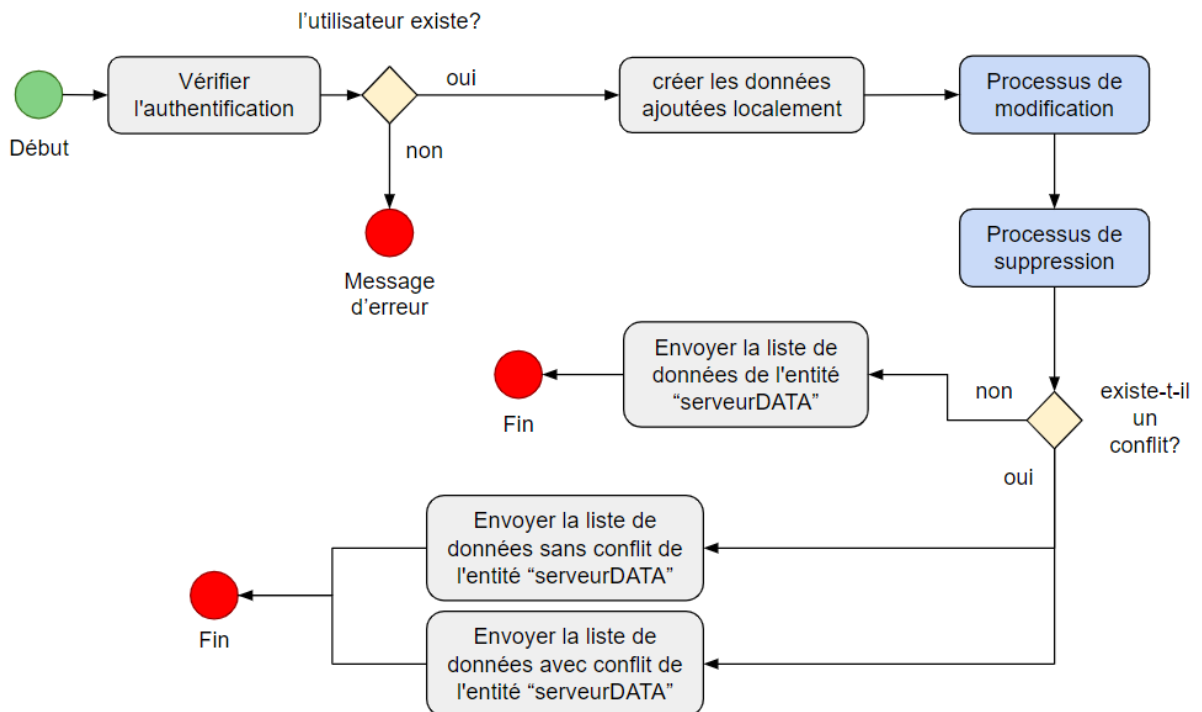


FIGURE 3.12 – Processus de synchronisation de la base de donnée du serveur (lecture-écriture avec détections de conflits)

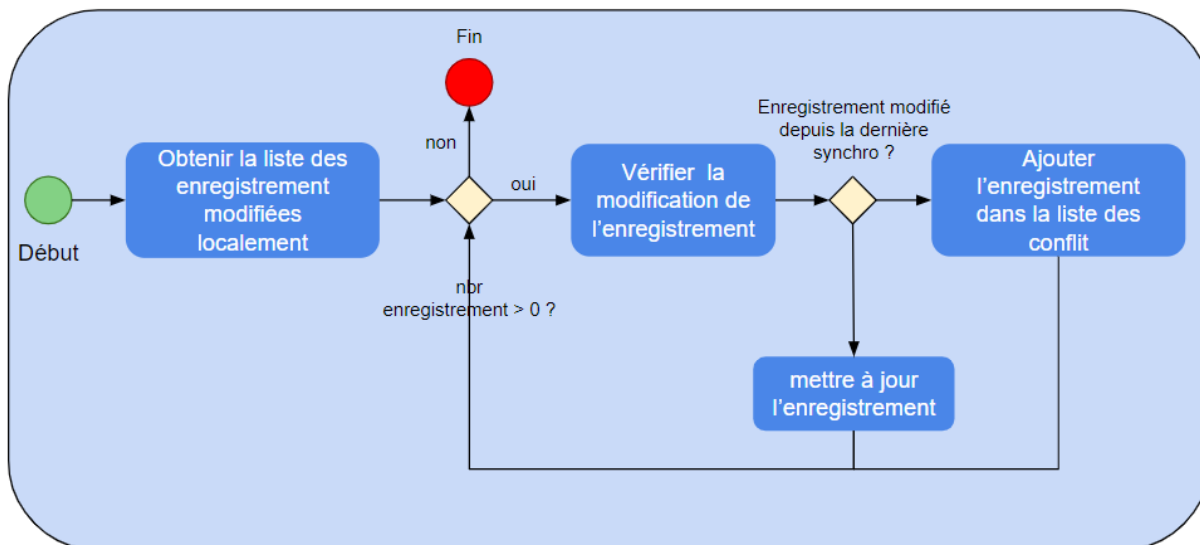


FIGURE 3.13 – Sous processus de modification

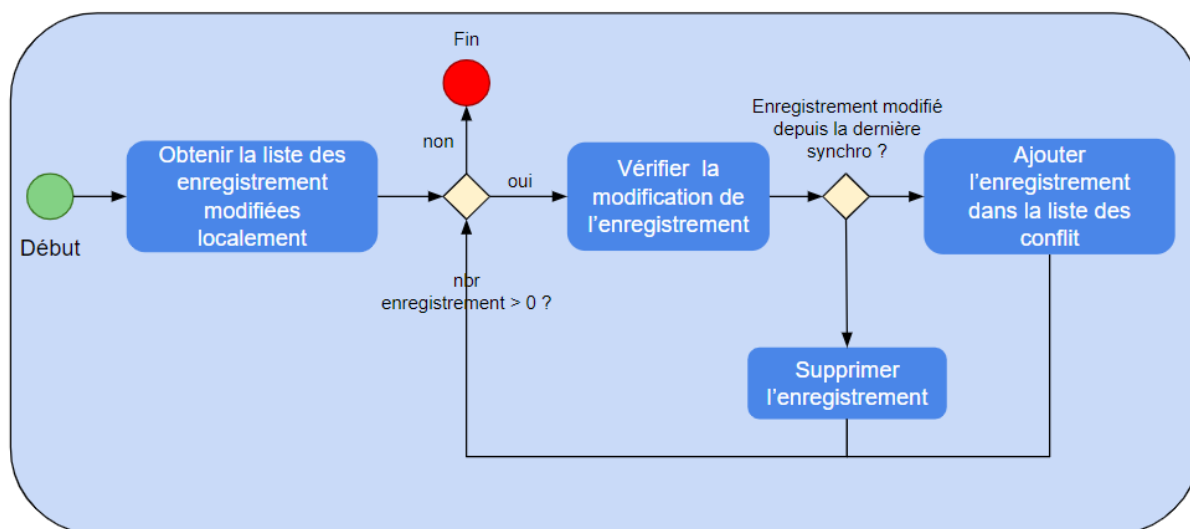


FIGURE 3.14 – Sous processus de suppression

### 3.3.5 Données en lecture-écriture un à plusieurs

Ce modèle de synchronisation de données est recommandé pour les applications avec des entités qui suivent une relation un-à-plusieurs et où il est peu probable que plusieurs utilisateurs finaux modifient les mêmes données pendant la déconnexion des applications. [17]

Le mécanisme est donné comme suit :



- La base de données de serveur contient les données qui peuvent changer au fil du temps.
- La base de données de stockage local contient un sous-ensemble des données et peut-être modifiées.
- La synchronisation envoie les données modifiées du stockage local à la base de données du serveur et vice-versa.
- Dans le serveur, les données sont mises à jour dans une stratégie « Last write wins » tout en assurant la relation entre les enregistrements de maître et des entités de détail.

Cet exemple définit deux entités de base de données associées serverDATA1 et serverDATA2 et leurs homologues de stockage local localDATA1 et localDATA2. De plus, les entités localDATA1 et localDATA2 définissent trois attributs de métadonnées pour suivre l'état de synchronisation des enregistrements.

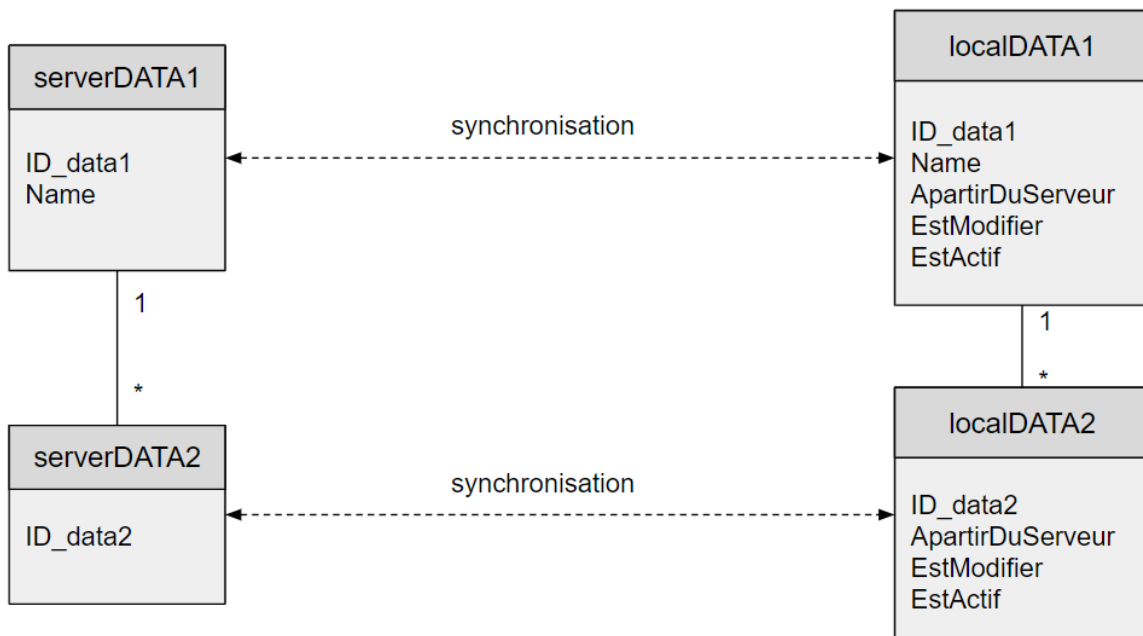


FIGURE 3.15 – Modèle de données en lecture-écriture un à plusieurs

Les attributs de métadonnées doivent être mis à jour selon ce qui suit :

- ApartirDuServeur : Si vrai, l'enregistrement existe sur le serveur.
- EstModifier : si vrai, l'enregistrement a été modifié localement.
- EstActif : Si faux, l'enregistrement a été supprimé localement mais n'a peut-être pas encore été supprimé du serveur.

La logique du modèle est donnée comme suit :

- Envoyer les données de stockage local au serveur.

- b. Mettre à jour les données de la base de données du serveur avec celle envoyée à partir du stockage local, en prenant les mesures nécessaires pour maintenir la relation entre les enregistrements du maître et des entités de détail en utilisant un mapping.
- c. Envoyer les données de la base de données du serveur mises à jour au stockage local.
- d. Supprimer et recréer les données dans le stockage local avec les données reçues du serveur

**Le mapping :**

Dans cet exemple de modèle, nous utilisons un dictionnaire pour maintenir la relation entre les enregistrements des entités parent et enfant. Lors de la synchronisation de nouveaux enregistrements d'entité parent avec le serveur, le dictionnaire conserve une trace de la correspondance entre l'ID d'origine sur le stockage local et le nouvel ID sur la base de données du serveur, comme indiqué ci-dessous. Cela est nécessaire car les enregistrements parent et enfant ne sont pas créés dans la base de données du serveur en même temps, le mapping est donc utilisé pour mettre à jour les enregistrements enfant non synchronisés avec les clés étrangères générées sur la base de données du serveur principal.

Key : local record ID	Value : server record ID
50	130
60	150
40	180

TABLE 3.1 – Exemple de dictionnaire de mapping

**Avantages :**

- ✓ Possibilité de charger des données volumineuses.
- ✓ Assurer la qualité des données et les intra-relations entre les différentes tables.

**Inconvénients :**

- ✗ Le mécanisme de synchronisation est coûteux en termes du temps.
- ✗ Ce modèle est très complexe car il exige des compétences techniques et une bonne compréhension de l'environnement de travail.
- ✗ Ce modèle ne traite pas les conflits.

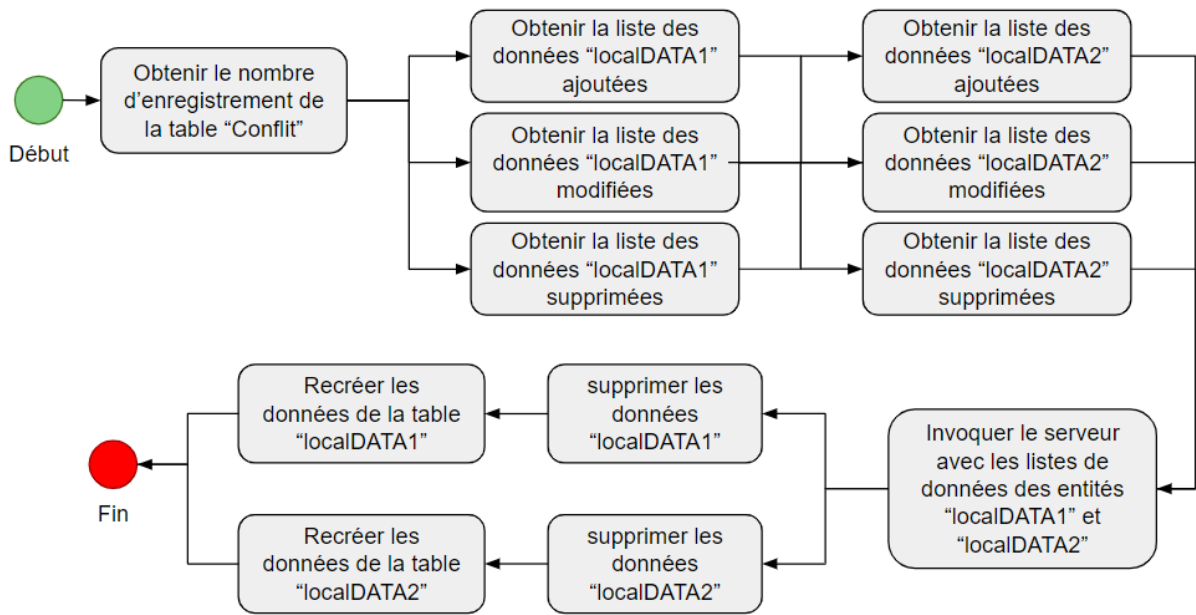


FIGURE 3.16 – Processus de synchronisation de la base de donnée local (lecture-écriture un à plusieurs)

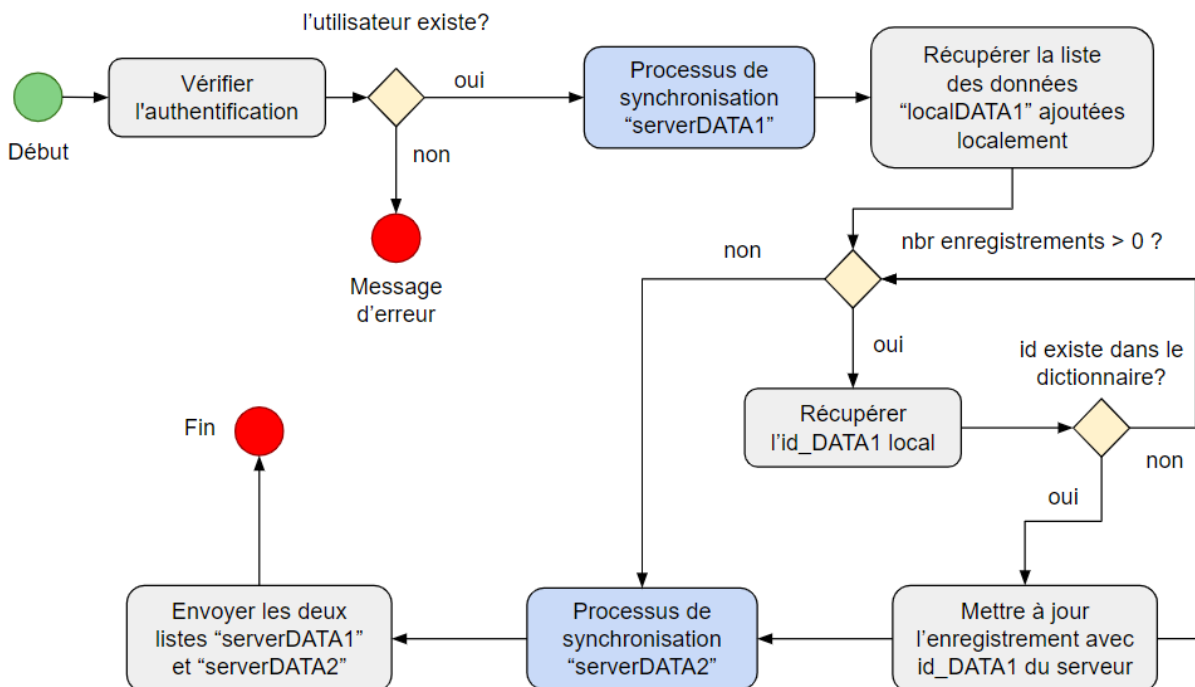


FIGURE 3.17 – Processus de synchronisation de la base de donnée du serveur (lecture-écriture un à plusieurs)

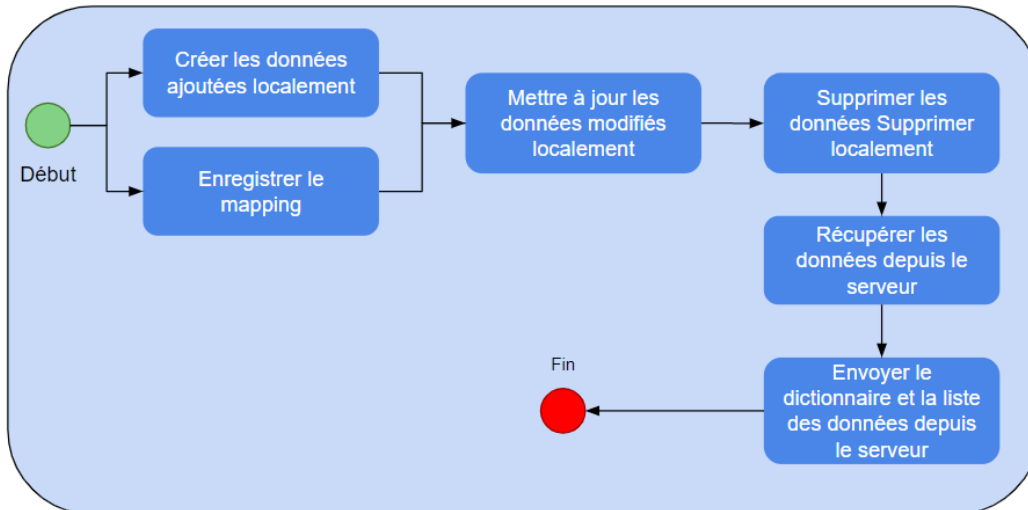


FIGURE 3.18 – Sous processus de synchronisation “serverDATA1”

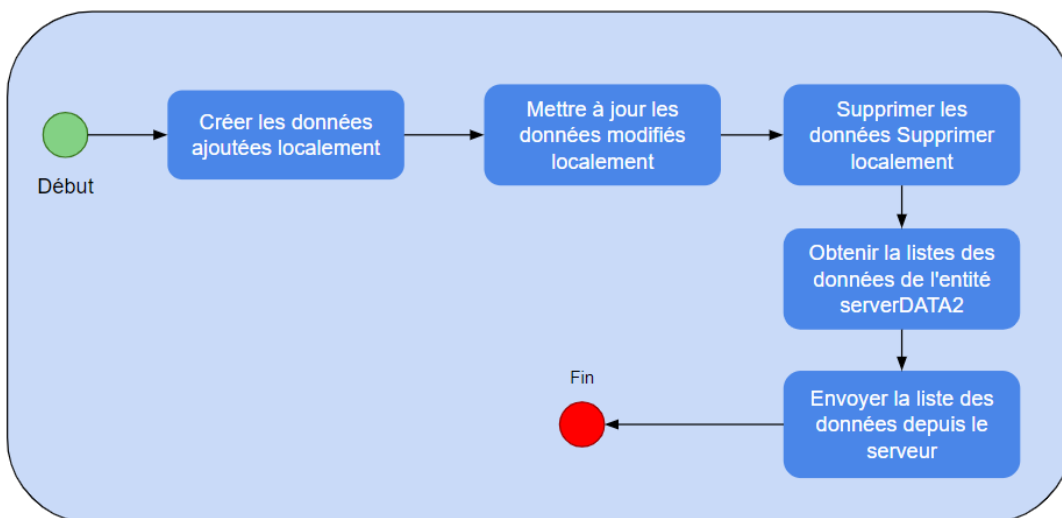


FIGURE 3.19 – Sous processus de synchronisation “serverDATA2”

### 3.4 Conclusion

Dans ce chapitre on a défini ce qu’est la synchronisation ainsi que certain model de synchronisation existant, leurs fonctionnement, leurs logique ainsi que leurs avantages et inconvénients. Tout cela nous a permis de nous familiariser avec le sujet, et de bien comprendre les différents mécanismes de synchronisation afin de pouvoir sélectionner les modèles adéquat pour les besoins de notre projet.

Dans le chapitre suivant nous allons entamer la partie modélisation et conception.

## Chapitre 4

---

# Modélisation et conception

---

## 4.1 Introduction

Après avoir analysé et étudié l'existant, on présente dans ce chapitre l'étude conceptuelle de la solution proposée précédemment afin de répondre aux objectifs fixés. Cette étude comprend les dimensions fonctionnelles, techniques, statiques et dynamiques en se basant sur des formalismes de modélisation telle qu'UML et 2TUP pour modéliser d'une manière claire et précise afin de suivre le cycle de vie de logiciel et de l'analyse des besoins à la réalisation en passant par la conception.

## 4.2 Processus 2TUP

### 4.2.1 Définition

2TUP (Two Tracks Unified Process) est un processus d'élaboration du système logiciel basé sur l'UP (Unified Process) créé par ValTech. Il prend en compte les contraintes de changement continu imposées au système d'information des organisations [18]. Ce processus est notamment : [18]

- Compatible avec UML.
- Itératif : suivi constant, possibilité de consulter le client et modifier la solution et celui depuis la première phase jusqu'à sa réalisation.
- Incrémental : possibilité d'apporter des améliorations à la solution.
- Cible les projets de toutes tailles.

### 4.2.2 Idée de base de 2TUP

2TUP se décompose en quatre parties principales : dans un premier temps, une étude préliminaire (partie supérieure), ensuite la capture des besoins fonctionnels et l'analyse (branche

fonctionnelle), en parallèle la capture des besoins techniques et la conception générale (branche technique). Ces deux branches se rejoignent pour la conception et réalisation du projet (voir figure 4.1 [18])

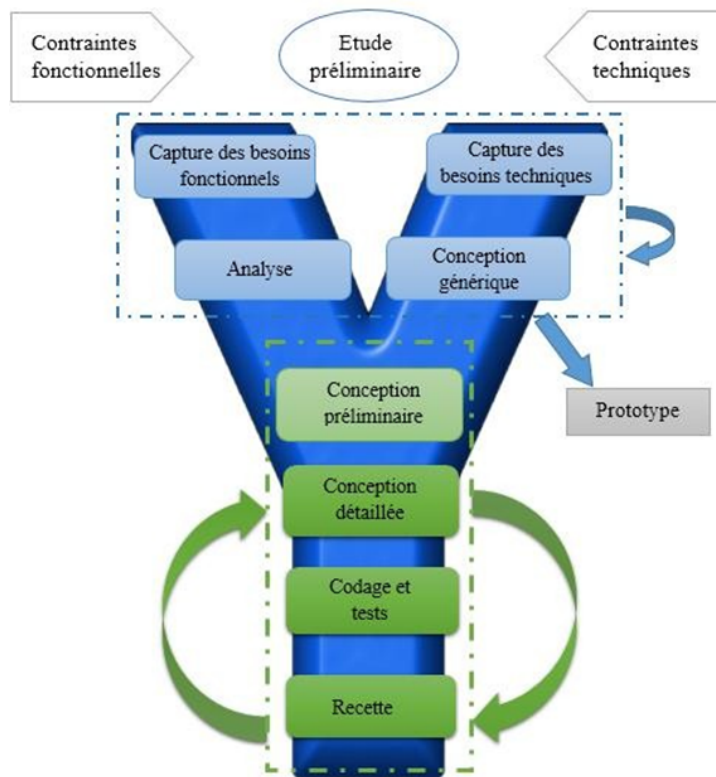


FIGURE 4.1 – Architecture de Two Tracks Unified Process

## 4.3 Présentation d'UML

### 4.3.1 Définition

UML « Unified Modeling Language » est un langage de modélisation objet. En tant que tel, il facilite l'expression et la communication de modèles en fournissant un ensemble de symboles (la notation) et de règles qui régissent l'assemblage de ces symboles (syntaxe et sémantique). En effet, UML constitue une étape importante dans la convergence des notions utilisées dans le domaine de l'analyse de la conception objet puisqu'elle représente une synthèse des formalismes utilisés par les trois méthodes : OMT (Object Modeling Technique), BOOCH et OOSE (Object Oriented Software Engineering) qui ont marqué le début de l'approche objet.[19]

### 4.3.2 Les points forts d'UML

UML est un langage de modélisation très utilisé grâce à ces points forts [19] :

- Langage formel et normalisé;

- Support de communication performant ;
- Sa notation graphique permet d'exprimer visuellement une solution objet et l'aspect formel de sa notation limite des ambiguïtés et les incompréhensions ;
- Son indépendance en fait un langage universel.

### 4.3.3 Présentation générale des diagrammes

UML se dispose d'un ensemble de diagrammes permettant d'exprimer une représentation simplifiée du problème. Chaque type de diagramme offre une vue d'un système. La combinaison des différents types du diagramme offre une vue complète du système.[19]

Voici une présentation rapide des principaux diagrammes d'UML qui vont être utilisés tout au long de ce projet :[19]

- **Le diagramme de cas d'utilisation** : représente la structure des fonctionnalités nécessaires aux utilisateurs du système. Il est normalement utilisé lors des étapes de capture des besoins fonctionnels et techniques.
- **Le diagramme de classes** : sûrement l'un des diagrammes les plus importants dans un développement orienté objet. Sur la branche fonctionnelle, ce diagramme est prévu pour développer la structure des entités manipulées par les utilisateurs. En conception, le diagramme de classes représente la structure d'un code orienté objet.
- **Le diagramme de séquences** : représente les échanges de messages entre objets, dans le cadre d'un fonctionnement particulier du système.
- **Le diagramme de déploiements** : se rapproche de la réalité physique, puisqu'il identifie les éléments matériels (PC, Modem, Station de travail, Serveur, etc.), leur disposition physique (connexions) et la disposition des exécutable

## 4.4 UML et 2TUP

Le processus 2TUP s'appuie sur UML tout au long du cycle de développement car les différents diagrammes de ce dernier permettent de leur part de faciliter, clarté et de bien modéliser le système à chaque étape.

La figure 4.2 est un schéma représentant les diagrammes UML qui peuvent être utilisés pour chaque étape de 2TUP.

Capture des besoins fonctionnels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagramme des cas d'utilisation.</li> <li>• Diagrammes de séquence.</li> <li>• Diagrammes de collaboration.</li> </ul>
Analyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagramme de classes.</li> <li>• Diagrammes d'état transition.</li> </ul>
Capture des besoins techniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagramme des cas d'utilisation.</li> </ul>
Conception générique (optionnelle)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagramme de déploiement .</li> </ul>
Conception préliminaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagramme des composants.</li> <li>• Diagrammes de déploiement.</li> </ul>
Conception détaillée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagramme de classes.</li> <li>• Diagramme de séquence</li> <li>• Diagramme de collaboration</li> <li>• Diagrammes d'état transition.</li> <li>• Diagramme d'activités.</li> <li>• Diagramme composants.</li> </ul>

FIGURE 4.2 – UML 2TUP.

## 4.5 Modélisation

### 4.5.1 Etude préliminaire

L'étude préliminaire (ou pré-étude) est la toute première étape du processus de développement. Elle consiste à effectuer un premier repérage des besoins fonctionnels et opérationnels en utilisant principalement le texte ou des diagrammes UML très simples. Elle prépare les activités plus formelles de capture des besoins fonctionnels et de capture de besoins techniques. Elle consiste en trois activités successives [20] :

- L'identification des acteurs ;
- L'identification des messages ;
- La réalisation de diagramme de contexte.

#### 4.5.1.1 Identification des acteurs

Un acteur représente l'abstraction d'un rôle joué par des entités externes (utilisateur, dispositifs matériels ou autres systèmes) qui interagissent directement sur le système étudié. [20]



Comme présenté dans le tableau 4.1 ci-dessous, les acteurs de SIYANA desktop sont :

<b>Acteur</b>	<b>Rôle</b>
Chef exploitation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consulter et rechercher un équipement</li> <li>- Consulter les compteurs d'un équipement</li> <li>- Consulter et rechercher une intervention</li> <li>- Rechercher, consulter un compteur</li> <li>- Créer, modifier et consulter un relevé de compteur</li> <li>- Consulter les équipements d'un compteur</li> <li>- Créer, rechercher et consulter une DI</li> <li>- Consulter, rechercher, créer et modifier un permis</li> <li>- Synchroniser les équipements, les compteurs, les Dis, les interventions et les permis</li> </ul>
Chef réalisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechercher, consulter un équipement</li> <li>- Consulter les compteurs d'un équipement</li> <li>- Consulter et rechercher une intervention</li> <li>- Rechercher, consulter un compteur</li> <li>- Créer, modifier et consulter un relevé de compteur</li> <li>- Consulter les équipements d'un compteur</li> <li>- Rechercher, consulter une DI</li> <li>- Créer rechercher, consulter, modifier un OT</li> <li>- Editer les feedbacks d'un OT</li> <li>- Consulter et rechercher un permis</li> <li>- Synchroniser les équipements, les compteurs et les Ots et les interventions</li> </ul>
Ingénieur GMAO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechercher et consulter un équipement</li> <li>- Consulter les compteurs d'un équipement</li> <li>- Consulter et rechercher une intervention</li> <li>- Rechercher, consulter un compteur</li> <li>- Créer, modifier et consulter un relevé de compteur</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consulter les équipements d'un compteur</li> <li>- Rechercher, consulter une DI</li> <li>- Créer rechercher, consulter, modifier un OT</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Editer les feedbacks un OT</li> <li>- Consulter et rechercher un permis</li> <li>- Synchroniser les équipements, les compteurs et les Ots et les intervention</li> </ul>
Chef de travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechercher, consulter et modifier un OT</li> <li>- Editer les feedbacks d'un OT</li> <li>- Synchroniser les Ots</li> </ul>

TABLE 4.1 – Les rôles des acteurs de SYNNA desktop.

#### 4.5.1.2 Identification des messages

Un message représente la spécification d'une communication unidirectionnelle entre objets qui transporte de l'information avec l'intention de déclencher une activité chez le récepteur. Cette notion de message est également tout à fait applicable pour décrire les interactions de plus haut niveau entre les acteurs et le système.[20]

Le système reçu les messages suivants :

- Consulter un équipement (1);
- Créer une DI (2);
- Modifier DI (3)
- Créer un OT (4);
- Modifier un OT (5);
- Editer les feedbacks d'un OT (6);
- Effectuer un relevé de compteur (7);
- Créer un permis (8);
- Modifier un permis (9).

Le Système émis les messages suivants :

- Consulter un équipement (10);
- Consulter un compteur (11);
- Consulter une DI (12);
- Consulter OT (13).

#### 4.5.1.3 Réaliser le diagramme de contexte

Tous les messages entre le système et les acteurs identifiés précédemment peuvent être représentés de façon synthétique sur un diagramme, que l'on peut qualifier de diagramme de

contexte dynamique. On peut représenter ce contexte par un diagramme de communication de la façon donnée dans la figure 4.3 .

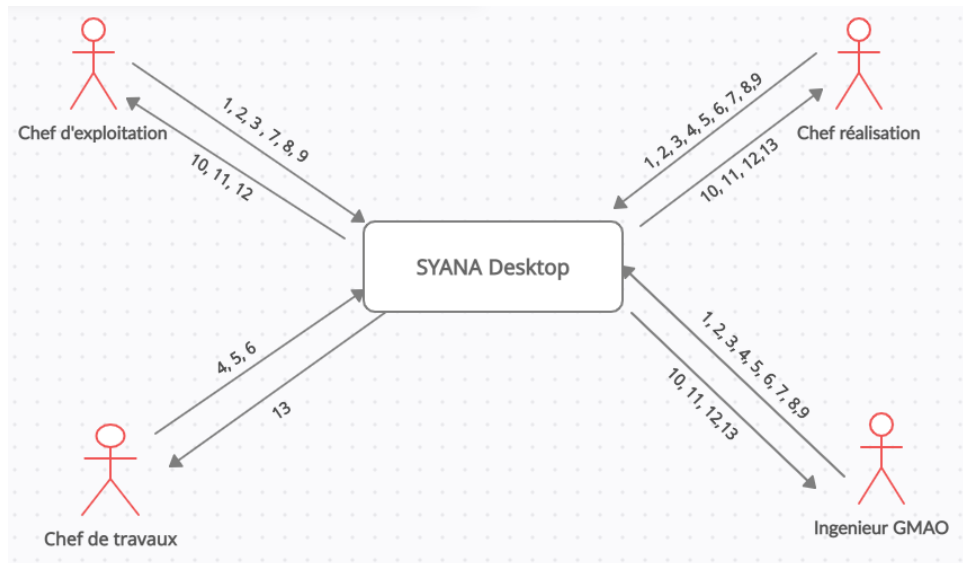


FIGURE 4.3 – Diagramme de contexte du système SYANA Desktop

## 4.5.2 Capture des besoins

### 4.5.2.1 Capture des besoins fonctionnels

La capture des besoins fonctionnels est la première étape de la branche gauche du cycle en Y. Elle formalise et détaille ce qui a été ébauché au cours de l'étude préliminaire. Elle est complétée au niveau de la branche droite du Y par la capture des besoins techniques et prépare l'étape suivante dans la branche gauche : l'analyse [18].

Nous verrons successivement dans cette partie :

- Identification des cas d'utilisation du système par ses acteurs ;
- Description des cas d'utilisation ;
- Organisation des cas d'utilisation ;
- Identification des classes candidates du modèle d'analyse.

### Identification des cas d'utilisation

Dans le tableau 4.2, on présente pour chaque cas d'utilisation, ses fonctionnalités et ses acteurs.

<b>Use case</b>	<b>Fonctionnalités</b>	<b>Utilisateurs</b>
Gestion des équipement	Consulter un équipement Consulter les compteurs d'un équipement Rechercher un équipement Synchroniser équipement	Chef exploitation Ingénieur GMAO Chef réalisation
Gestion des compteurs	Effectuer un relevé de compteur Consulter un compteur Consulter les relevés d'un compteur Consulter les équipements d'un compteur Rechercher un compteur Synchroniser compteur	Chef exploitation Ingénieur GMAO Chef réalisation
Gestion des ordres de travaux	Créer un OT Modifier un OT Consulter un OT Editer feedbacks Rechercher un OT Synchroniser OT	Chef réalisation Chef de travaux Ingénieur GMAO
Gestion des demandes d'intervention	Consulter une DI Rechercher une DI Créer une demande d'intervention Modifier une demande d'intervention Synchroniser DI	Chef exploitation Chef réalisation Ingénieur GMAO
Gestion des permis	Consulter permis de travail Rechercher permis de travail Créer permis de travail Modifier permis de travail Synchroniser permis de travail	Chef exploitation Chef réalisation Ingénieur GMAO

TABLE 4.2 – Identification des cas d'utilisation

### **Description des cas d'utilisation**

Pour décrire un cas d'utilisation, le plus naturel consiste à recenser toutes les interactions de façon textuelle, on précisant le titre, le but, les acteurs, les préconditions, le scénario nominal et les exceptions pour chaque cas d'utilisation.

**- Diagramme de cas d'utilisation général :**

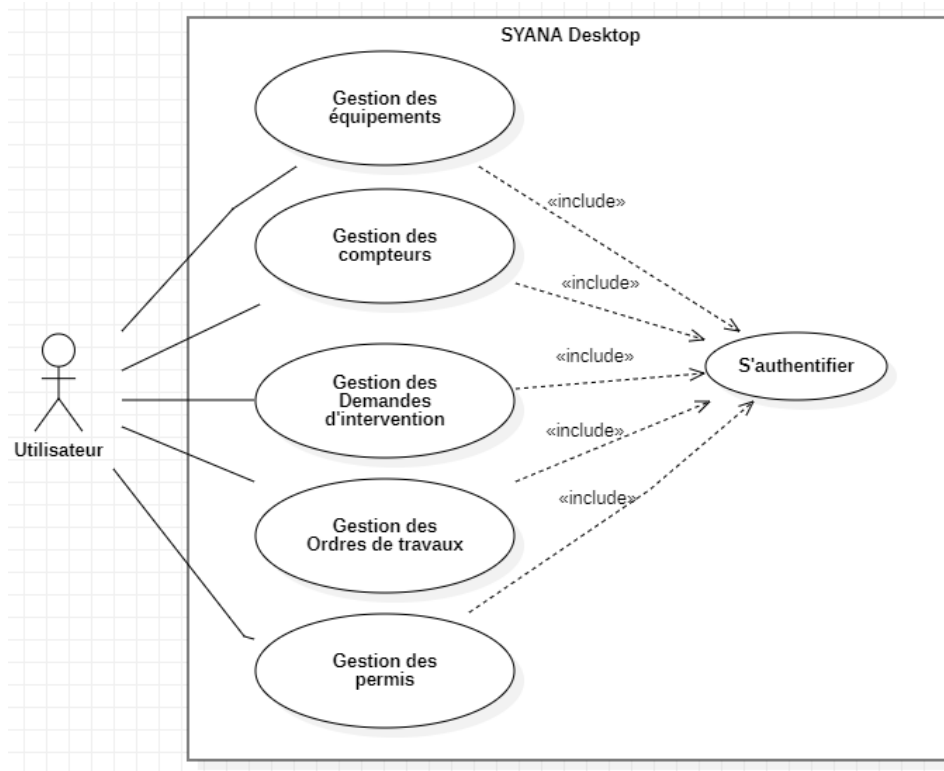


FIGURE 4.4 – Diagramme de cas d'utilisation général

**- Diagramme de cas d'utilisation "Gestion des équipements" :**

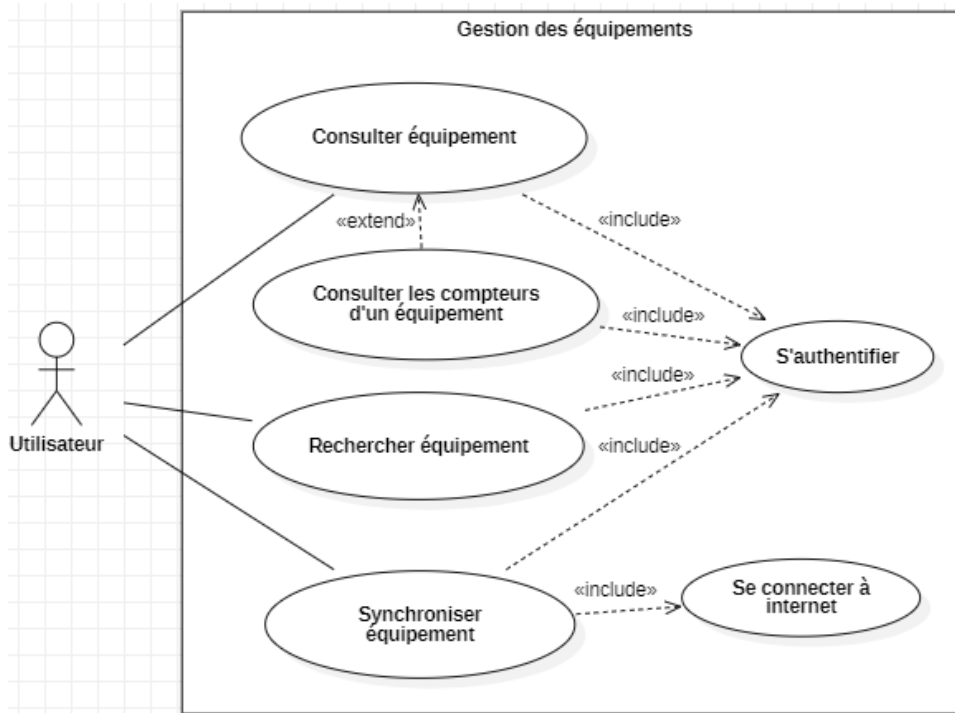


FIGURE 4.5 – Diagramme du cas d'utilisation "Gestion des équipements"

<b>Gestion des équipements</b>
<b>Titre :</b> Gestion des équipements
<b>But :</b> Permet de rechercher et consulter un équipement, de consulter les compteurs d'un équipement, de synchroniser les données quand la connexion est disponible.
<b>Acteurs :</b> L'utilisateur peut être un chef exploitation, un ingénieur GMAO, un chef réalisation.
<b>Préconditions :</b> - L'utilisateur est authentifié. - L'utilisateur doit être connecté pour que les données soient synchronisées.
<b>Scénario nominale :</b> Ce scénario commence lorsqu'un utilisateur veut synchroniser les données, rechercher ou consulter un équipement, de consulter les compteurs d'un équipement. <b>Enchainements :</b> <b>Enchainement(a) : Consulter un équipement</b> L'utilisateur peut consulter la liste des équipements et rechercher selon (le code, la désignation... etc.), par un simple clic sur la ligne, les informations de l'équipement seront affichées. <b>Enchainement(b) : Consulter les compteurs d'un équipement</b> L'utilisateur peut consulter la liste des compteurs de l'équipement après avoir consulté ce dernier. <b>Enchainement(c) : Synchroniser les données</b> Si la connexion est disponible, l'utilisateur peut synchroniser les données.
<b>Exceptions :</b> - Consultation : si les informations ne sont pas disponibles, le système affiche un message d'erreur. - Synchronisation : si la connexion est indisponible la synchronisation est impossible, le système affiche un message d'erreur.

TABLE 4.3 – Description du cas d'utilisation "Gestion des équipements"

- Diagramme de cas d'utilisation "Gestion des compteurs" :

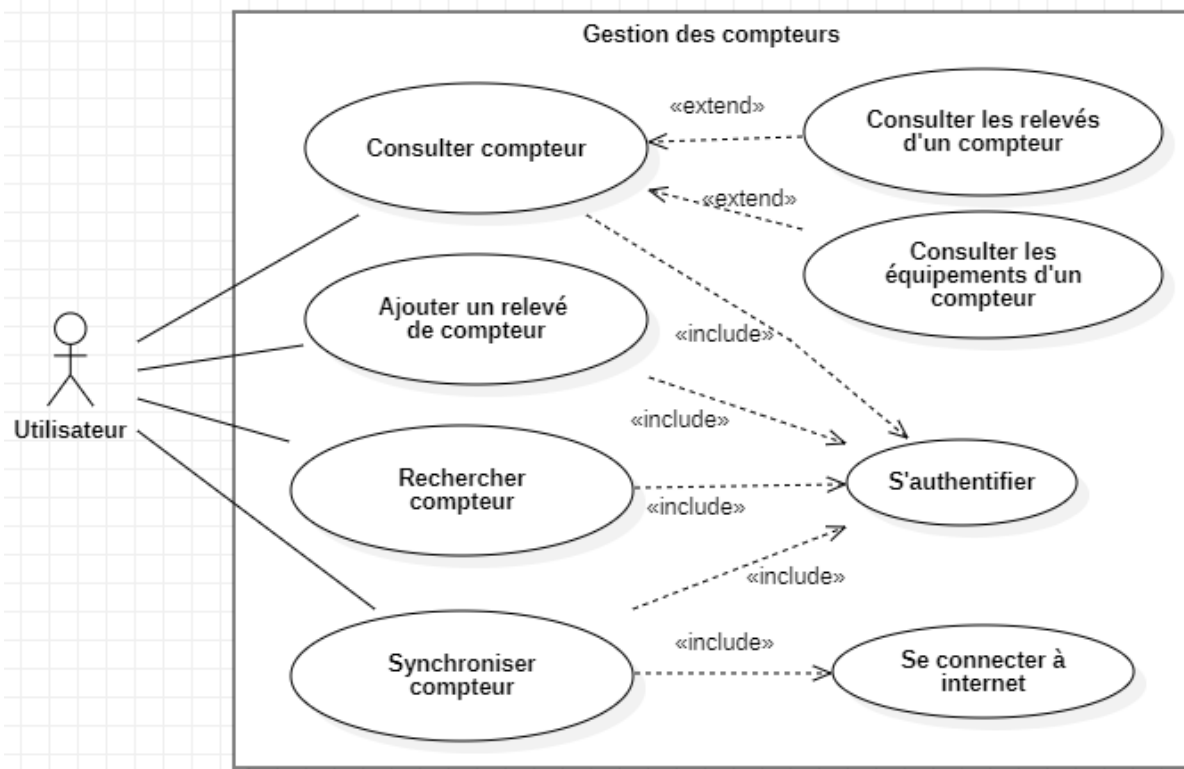


FIGURE 4.6 – Diagramme du cas d'utilisation "Gestion des compteurs"

<b>Gestion des compteurs</b>
<b>Titre :</b> Gestion des compteurs
<b>But :</b> Permet d'ajouter, consulter et rechercher un relevé du compteur, de consulter et rechercher un compteur, de synchroniser les données quand la connexion est disponible.
<b>Acteurs :</b> L'utilisateur peut être un chef exploitation, un ingénieur GMAO, un chef réalisation.
<b>Préconditions :</b> - L'utilisateur est authentifié. - L'utilisateur doit être connecté pour que les données soient synchronisées.

**Scénario nominale :**

Ce scénario commence lorsqu'un utilisateur veut synchroniser les données, rechercher ou consulter un compteur, consulter ou effectuer un relevé de compteur.

**Enchaînements :****Enchaînement(a) : Consulter un compteur**

L'utilisateur peut consulter la liste des compteurs et rechercher selon plusieurs critères.

**Enchaînement(b) : Consulter les relevés d'un compteur**

L'utilisateur peut consulter la liste des relevés d'un compteur ou les équipements d'un compteur après avoir consulté ce dernier.

**Enchaînement(c) : Ajouter un relevé de compteur**

L'utilisateur peut ajouter un relevé de compteur en introduisant les informations nécessaires d'un relevé (date relevé, valeur) .

**Enchaînement(d) : Synchroniser les données**

Si la connexion est disponible, l'utilisateur peut synchroniser les données.

**Exceptions :**

- Consultation : si les informations ne sont pas disponibles, le système affiche un message d'erreur.
- Synchronisation : si la connexion est indisponible la synchronisation est impossible, le système affiche un message d'erreur.

TABLE 4.4 – Description du cas d'utilisation "Gestion des compteurs"



- Diagramme de cas d'utilisation "Gestion des demandes d'intervention" :

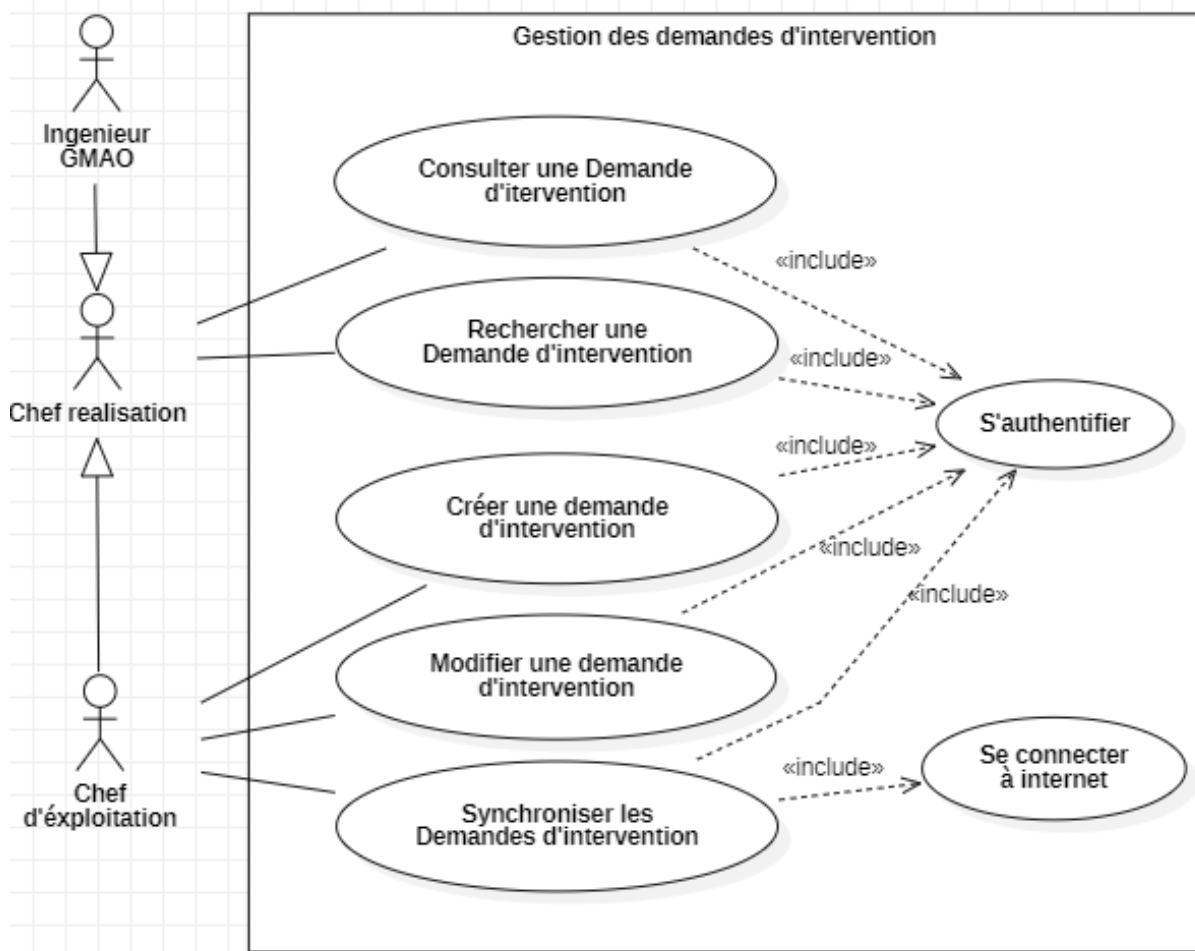


FIGURE 4.7 – Diagramme du cas d'utilisation "Gestion des demandes d'interventions"

<b>Gestion des demandes d'intervention</b>
<b>Titre : Gestion des demandes d'intervention</b>
<b>But :</b> Permet de créer, modifier, rechercher, consulter une DI et synchroniser les données quand la connexion est disponible.
<b>Acteurs :</b> Chef exploitation, un ingénieur GMAO, un chef réalisation.
<b>Préconditions :</b> - L'utilisateur est authentifié. - L'utilisateur doit être connecté pour que les données soient synchronisées

**Scénario nominale :**

Ce scénario commence lorsqu'un utilisateur veut créer, modifier, consulter une DI et de synchroniser les données.

**Enchaînements :****Enchaînement(a) : Créer DI.**

L'utilisateur doit saisir toutes les informations nécessaires (Numéro, état DI, équipement. . . etc.).

**Enchaînement(b) : Modifier DI.**

L'utilisateur peut modifier l'état d'une DI soit mettre la demande à l'état annulé (une demande à l'état annulé ne peut pas faire l'objet d'un OT) où bien clôturé signifie que la demande est traitée et ne peut plus faire l'objet d'un OT.

**Enchaînement(c) : Consulter DI.**

L'utilisateur peut consulter les informations d'une DI et filtrer selon plusieurs critères.

**Enchaînement(d) : Synchroniser les données**

Si la connexion est disponible, l'utilisateur peut synchroniser les données.

**Exceptions :**

- Consultation : si les informations ne sont pas disponibles, le système affiche un message d'erreur.
- Création : si les informations nécessaires ne sont pas remplies la création est impossible.
- Synchronisation : si la connexion est indisponible la synchronisation est impossible, le système affiche un message d'erreur.

TABLE 4.5 – Description du cas d'utilisation "Gestion des demandes d'intervention"

- Diagramme de cas d'utilisation "Gestion des ordres de travaux" :

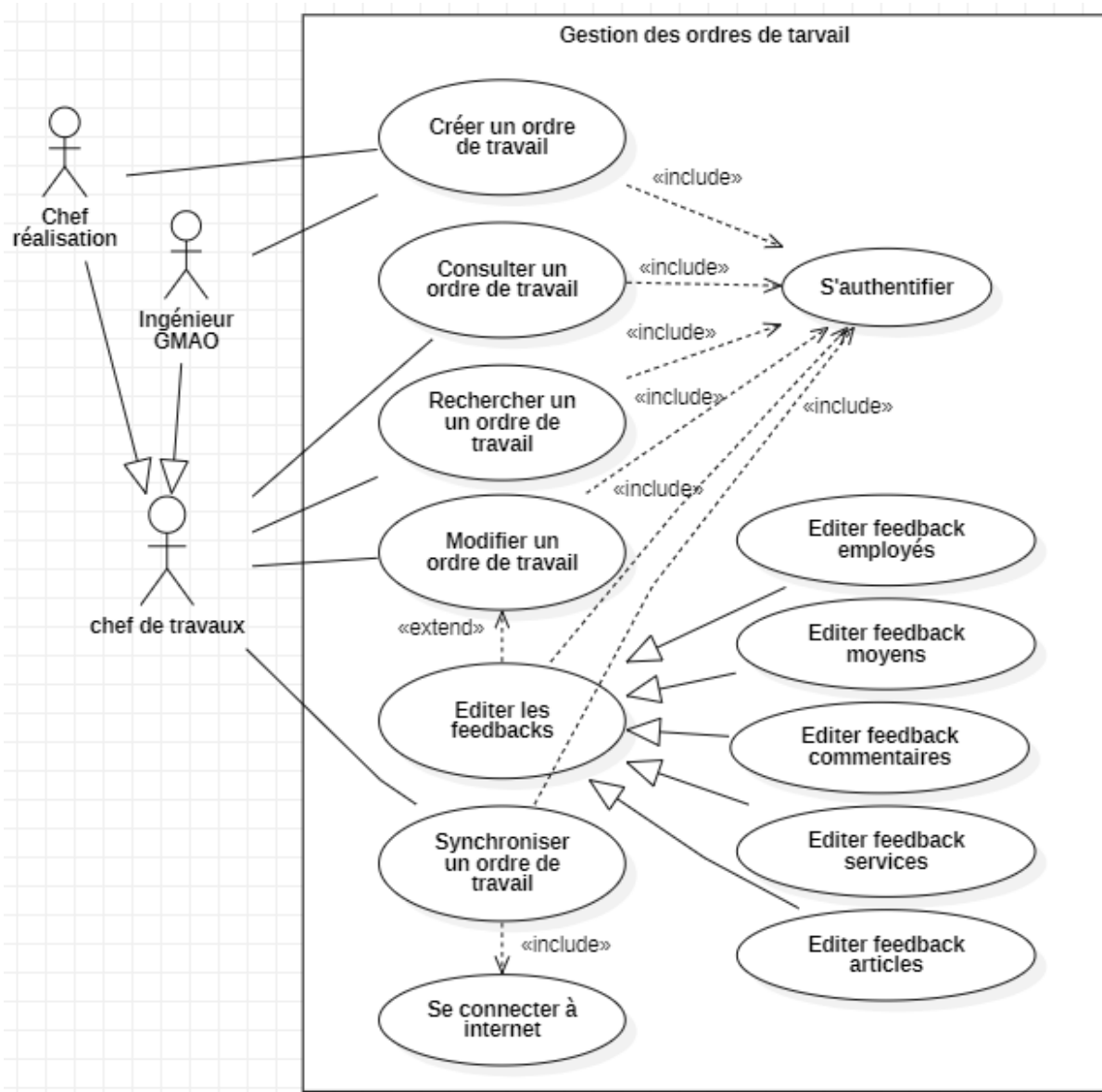


FIGURE 4.8 – Diagramme de cas d'utilisation "Gestion des ordres de travaux"

<b>Gestion des ordres de travaux</b>
<b>Titre : Gestion des ordres de travaux</b>
<b>But :</b> Permet de créer, modifier, rechercher, consulter, éditer les feedbacks d'un OT et de synchroniser les données quand la connexion est disponible.
<b>Acteurs :</b> Chef de travaux, un ingénieur GMAO, un chef réalisation.

<p><b>Préconditions :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'utilisateur est authentifié.</li> <li>- L'utilisateur doit être connecté pour que les données soient synchronisées.</li> </ul>
<p><b>Scénario nominale :</b></p> <p>Ce scénario commence lorsqu'un utilisateur veut créer un OT, modifier un OT, consulter les informations d'un OT, éditer feedback d'un OT et de synchroniser les données.</p> <p><b>Enchainements :</b></p> <p><b>Enchainement(a) : Créer un OT correctif.</b></p> <p>L'utilisateur doit introduire toutes les informations nécessaires à un OT (équipement intervention, type maintenance (corrective), état. . . etc.).</p> <p><b>Enchainement(b) : Modifier un OT.</b></p> <p>L'utilisateur peut modifier l'état d'un OT.</p> <p><b>Enchainement(c) : Editer feedback.</b></p> <p>L'utilisateur peut éditer les feedbacks d'un OT par sélection après avoir consulté ce dernier.</p> <p><b>Enchainement(d) : Consulter OT.</b></p> <p>L'utilisateur peut consulter toutes les informations d'un OT et filtrer selon plusieurs critères.</p> <p><b>Enchainement(e) : Synchroniser les données.</b></p> <p>Si la connexion est disponible, l'utilisateur peut synchroniser les données.</p>
<p><b>Exceptions :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Consultation : si les informations ne sont pas disponibles, le système affiche un message d'erreur.</li> <li>- Création : si les informations nécessaires ne sont pas remplies la création est impossible.</li> <li>- Synchronisation : si la connexion est indisponible la synchronisation est impossible, le système affiche un message d'erreur.</li> </ul>

TABLE 4.6 – Description du cas d'utilisation "Gestion des ordres de travaux"

**- Diagramme de cas d'utilisation "Gestion des permis de travail" :**

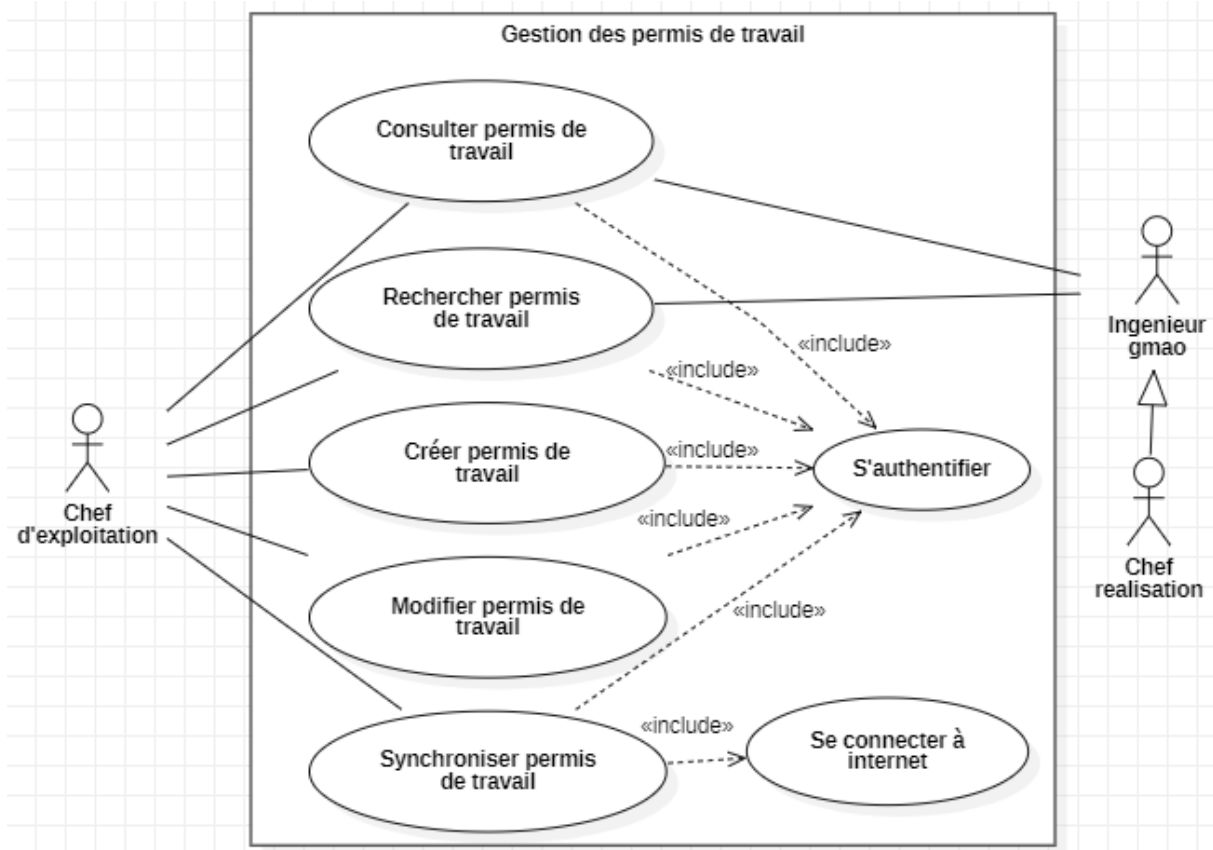


FIGURE 4.9 – Diagramme de cas d'utilisation "Gestion des permis de travail"

<b>Gestion des permis de travail</b>
<b>Titre : Gestion des permis de travail</b>
<b>But :</b> Permet de créer, modifier, rechercher, consulter un permis de travail et de synchroniser les données quand la connexion est disponible.
<b>Acteurs :</b> Chef de travaux, un ingénieur GMAO, un chef réalisation.
<b>Préconditions :</b> - L'utilisateur est authentifié. - L'utilisateur doit être connecté pour que les données soient synchronisées.

**Scénario nominale :**

Ce scénario commence lorsqu'un utilisateur veut créer un OT, modifier un OT, consulter les informations d'un OT, éditer feedback d'un OT et de synchroniser les données.

**Enchainements :****Enchainement(a) : Créer un PT correctif.**

L'utilisateur doit introduire toutes les informations nécessaires à un PT (équipement, DI, type, date debut, date fin, état... etc.).

**Enchainement(b) : Modifier un PT.**

L'utilisateur peut modifier l'état d'un PT.

**Enchainement(c) : Consulter PT.**

L'utilisateur peut consulter toutes les informations d'un PT et filtrer selon plusieurs critères.

**Enchainement(d) : Synchroniser les données.**

Si la connexion est disponible, l'utilisateur peut synchroniser les données.

**Exceptions :**

- Consultation : si les informations ne sont pas disponibles, le système affiche un message d'erreur.
- Création : si les informations nécessaires ne sont pas remplies la création est impossible.
- Synchronisation : si la connexion est indisponible la synchronisation est impossible, le système affiche un message d'erreur.

TABLE 4.7 – Description du cas d'utilisation "Gestion des permis de travail"

### Organisation des cas d'utilisations par package

Package	Cas d'utilisations
Equipement	Gestion de l'équipement ; Gestion des compteurs ;
Travaux	Gestion des DI ; Gestion des OT ; Gestion des permis.

TABLE 4.8 – Organisation des cas d'utilisation par package

## Identification des classes candidates par package

### Généralisation des packages

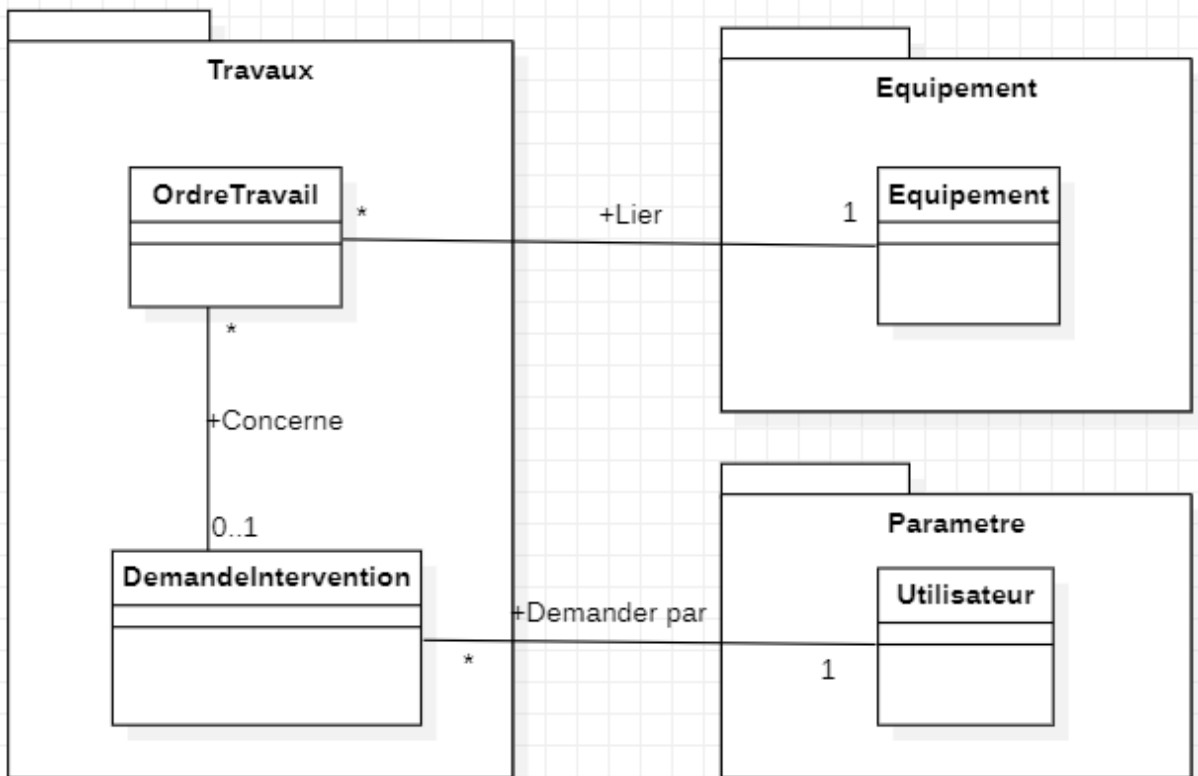


FIGURE 4.10 – Généralisation des packages.

### Package Paramètre

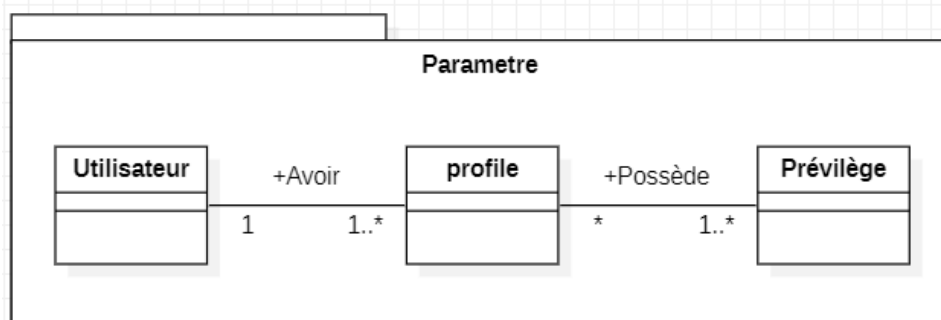


FIGURE 4.11 – Diagramme de classes du package Paramètre

## Package Equipement

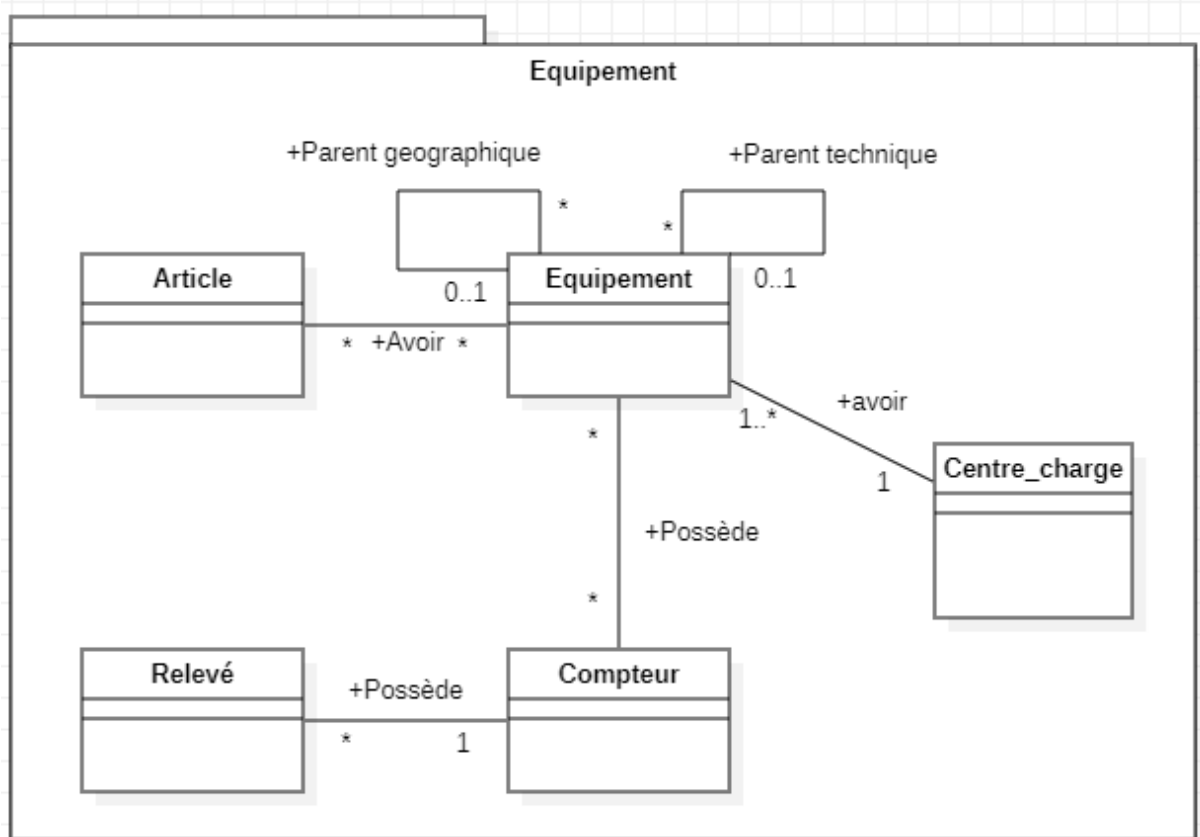


FIGURE 4.12 – Diagramme de classes du package Equipement

## Package Travaux



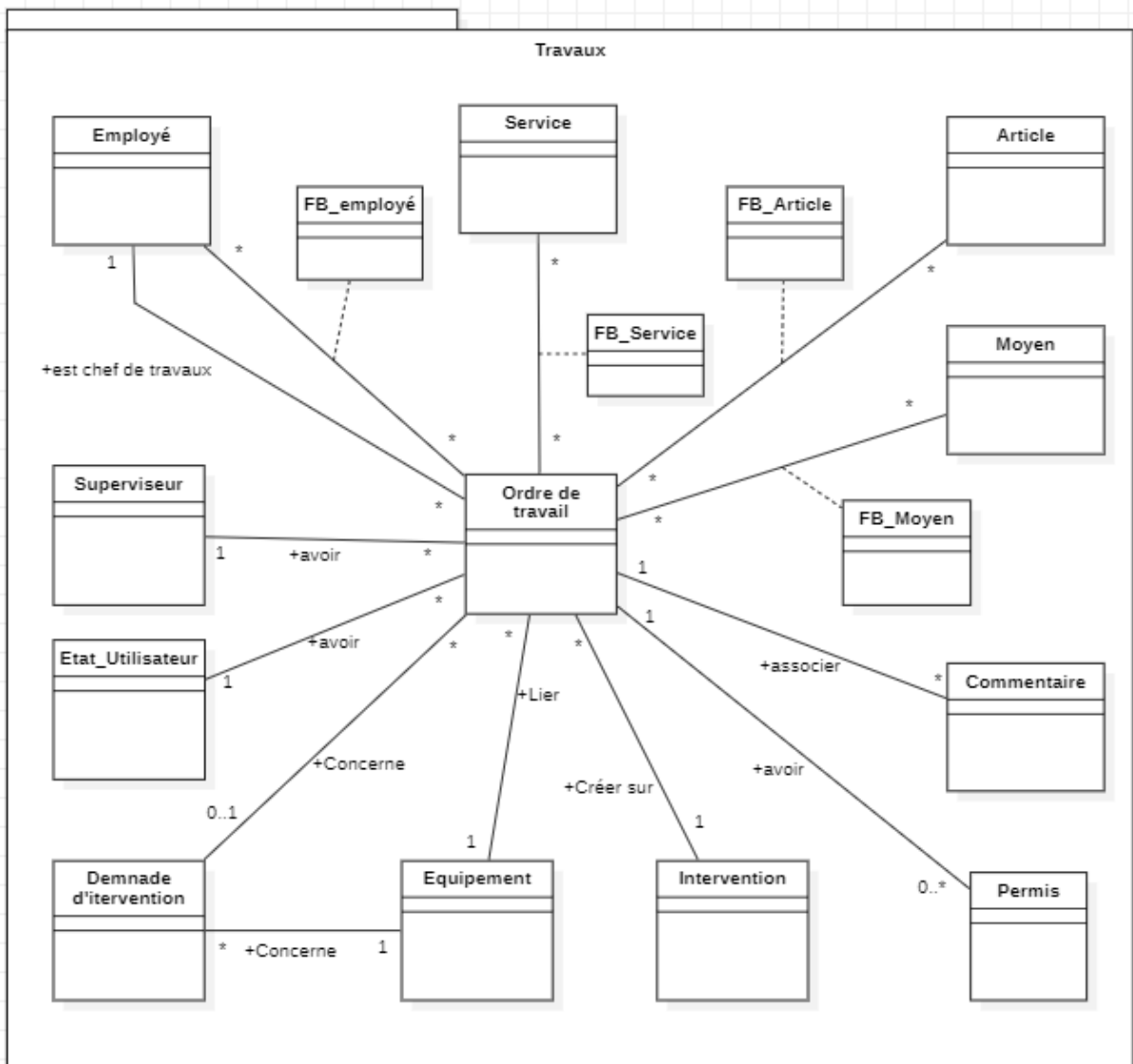


FIGURE 4.13 – Diagramme de classes du package Travaux

Pour simplifier le diagramme de classes ‘Travaux’, on divise ce package en deux sous packages : Ordre de travail et Feedback de l’ordre de travail.

### Sous-package Ordre de travail

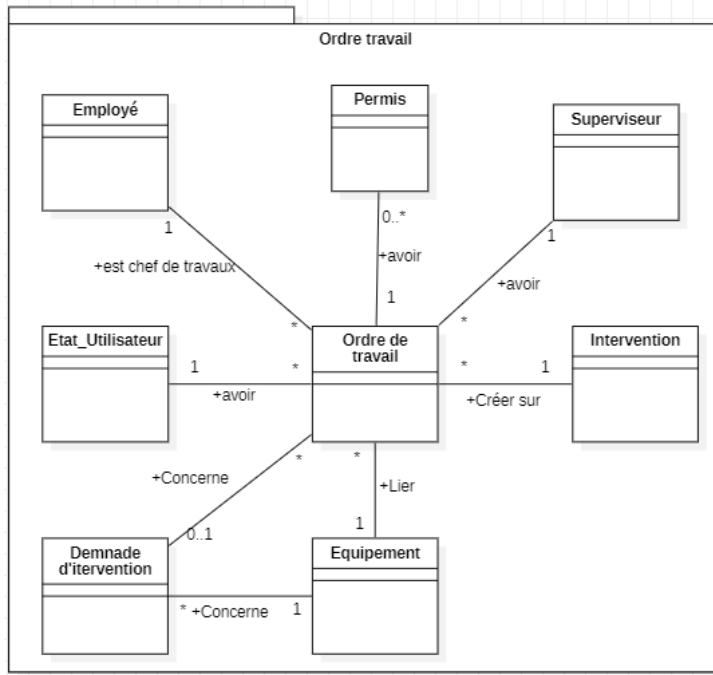


FIGURE 4.14 – Diagramme de classes du sous-package Ordre de travail

### Sous-package Feedback de l'ordre de travail

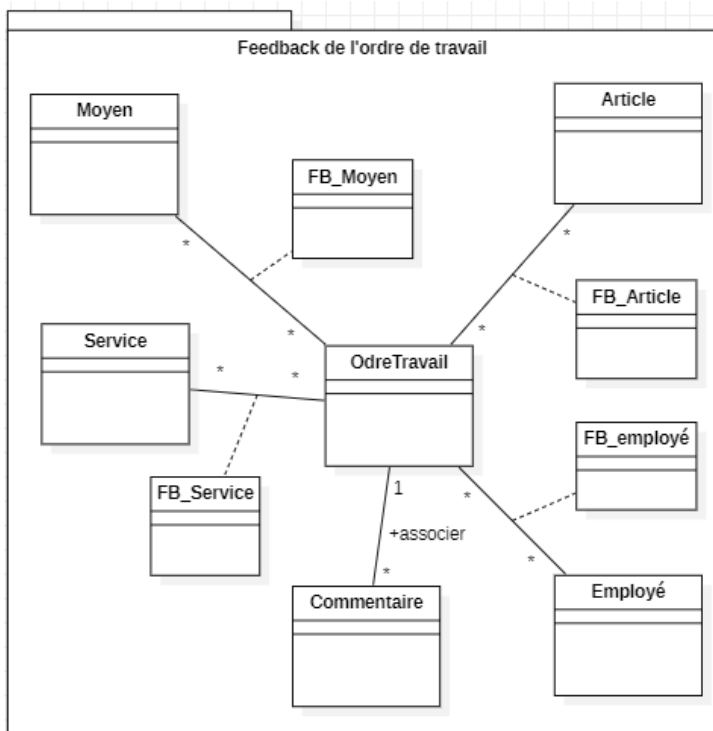


FIGURE 4.15 – Diagramme de classes du sous-package Feedback de l'ordre de travail

### 4.5.2.2 Capture des besoins techniques

La capture des besoins techniques représente la branche droite du Y, par complémentarité avec celle des besoins fonctionnels, elle représente les contraintes techniques que fixe l'entreprise pour que le projet soit correctement réalisé [19].

Comme son nom l'indique l'architecture en 3 tiers contient trois niveaux (voir figure 4.16), un tiers client qui est consacré aux interfaces de l'utilisateur, un tiers du milieu orienté métier et enfin un tiers ressources dirigée vers le stockage de données [21].

Présentation de l'architecture d'un système à 3 tiers :

- Tiers client : fonctions de présentations
- Tiers de milieu : fonctions applicatives/orientées métiers
- Tiers de ressource : fonction de stockage de données



FIGURE 4.16 – Architecture 3 tiers

### 4.5.3 Analyse

L'étape de l'analyse consiste à étudier précisément les spécifications fonctionnelles de manière à obtenir une idée de ce que va réaliser le système en terme de métier[22]. Il se situe sur la branche gauche du cycle en Y et succède à la capture des besoins fonctionnels. Cette étape comporte :

- Découpage en catégories.
- Développement du modèle statique.
- Développement du modèle dynamique.

#### 4.5.3.1 Découpage en catégories

Le découpage en catégories constitue la première activité de l'étape d'analyse. Il sert à séparer les classes candidates en blocs logiques les plus indépendants possibles[19]. On présente dans le tableau 4.9 le résultat du découpage de notre projet.

<b>Package</b>	<b>Classes</b>
Equipement	Equipement, Compteur, Relevé, Article, Centre charge.
Travaux	OrdreTravail, Employé, Superviseur, Intervention, DemandeIntervention, Moyen, Service, Etat Utilisateur, Commentaire, Permis.
Paramètre	Utilisateur, Profile, Privilège.

TABLE 4.9 – Découpage en catégories

#### **4.5.3.2 Développement du modèle statique**

Le développement du modèle statique constitue la deuxième activité de l'étape d'analyse. Il consiste à détailler, compléter et optimiser les diagrammes des classes candidates cités auparavant.[19]

**Diagramme de classes général :**

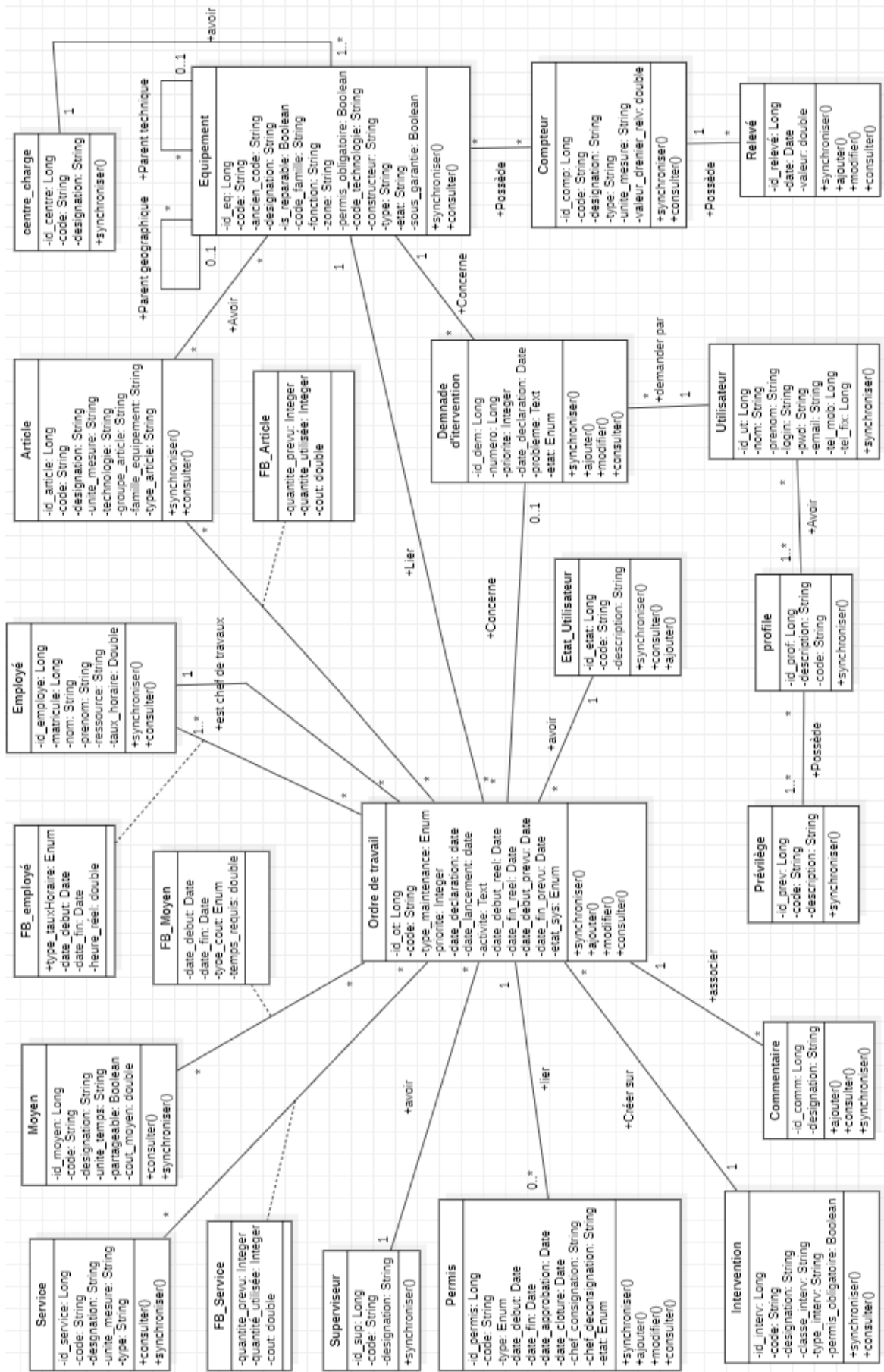


FIGURE 4.17 – Diagramme de classes général

Le modèle de données de chaque package est donné comme suite :

### Paramètre :

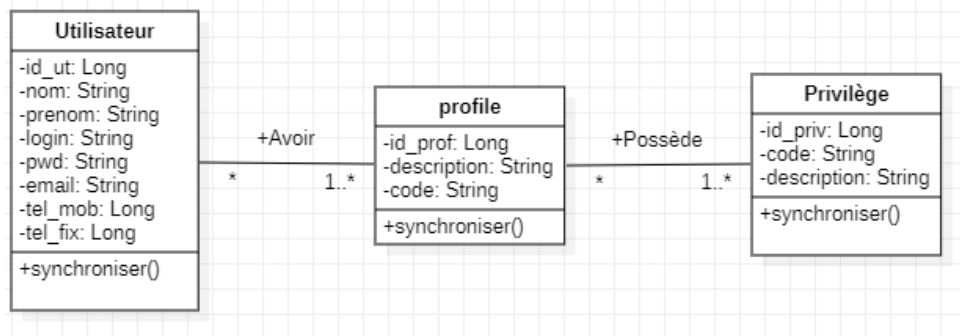


FIGURE 4.18 – Diagramme de classes "Paramètre"

### Equipement :

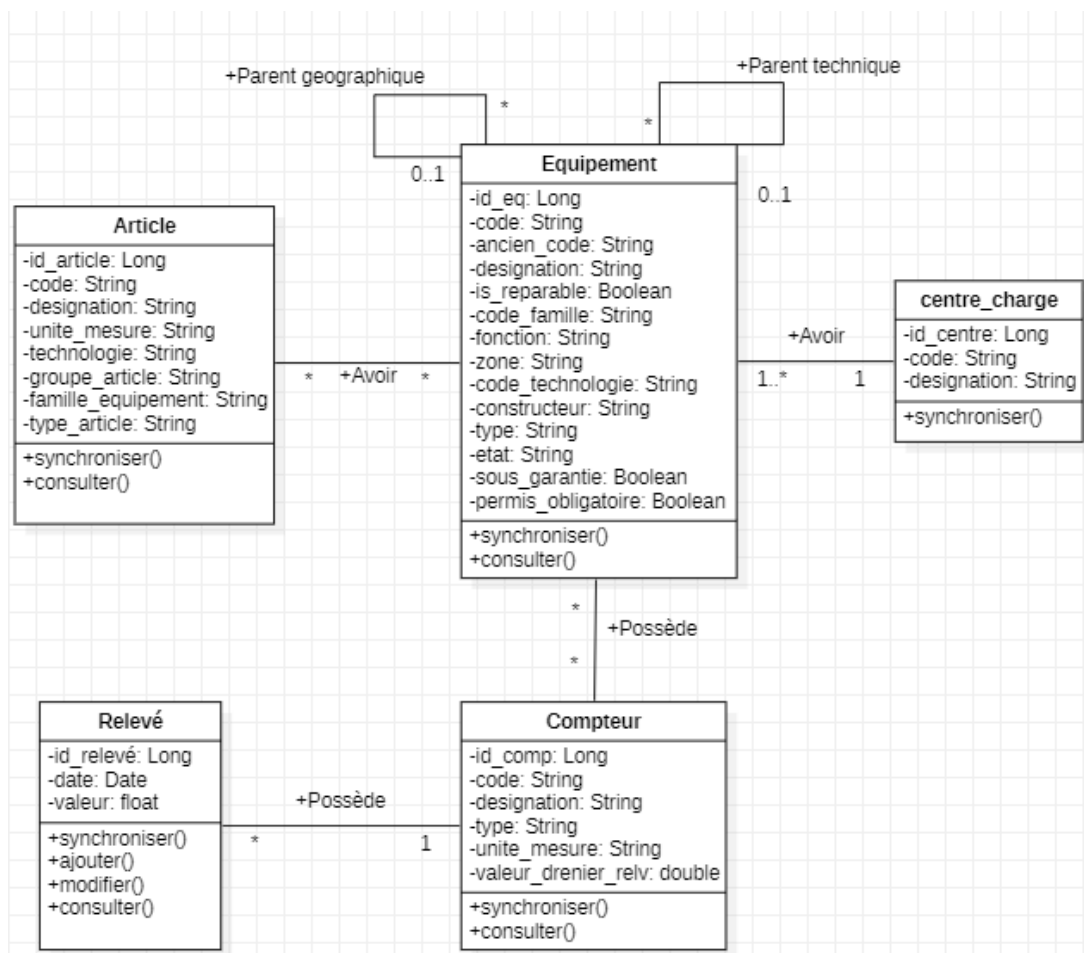


FIGURE 4.19 – Diagramme de classes "Equipement"

## Ordre de travail :

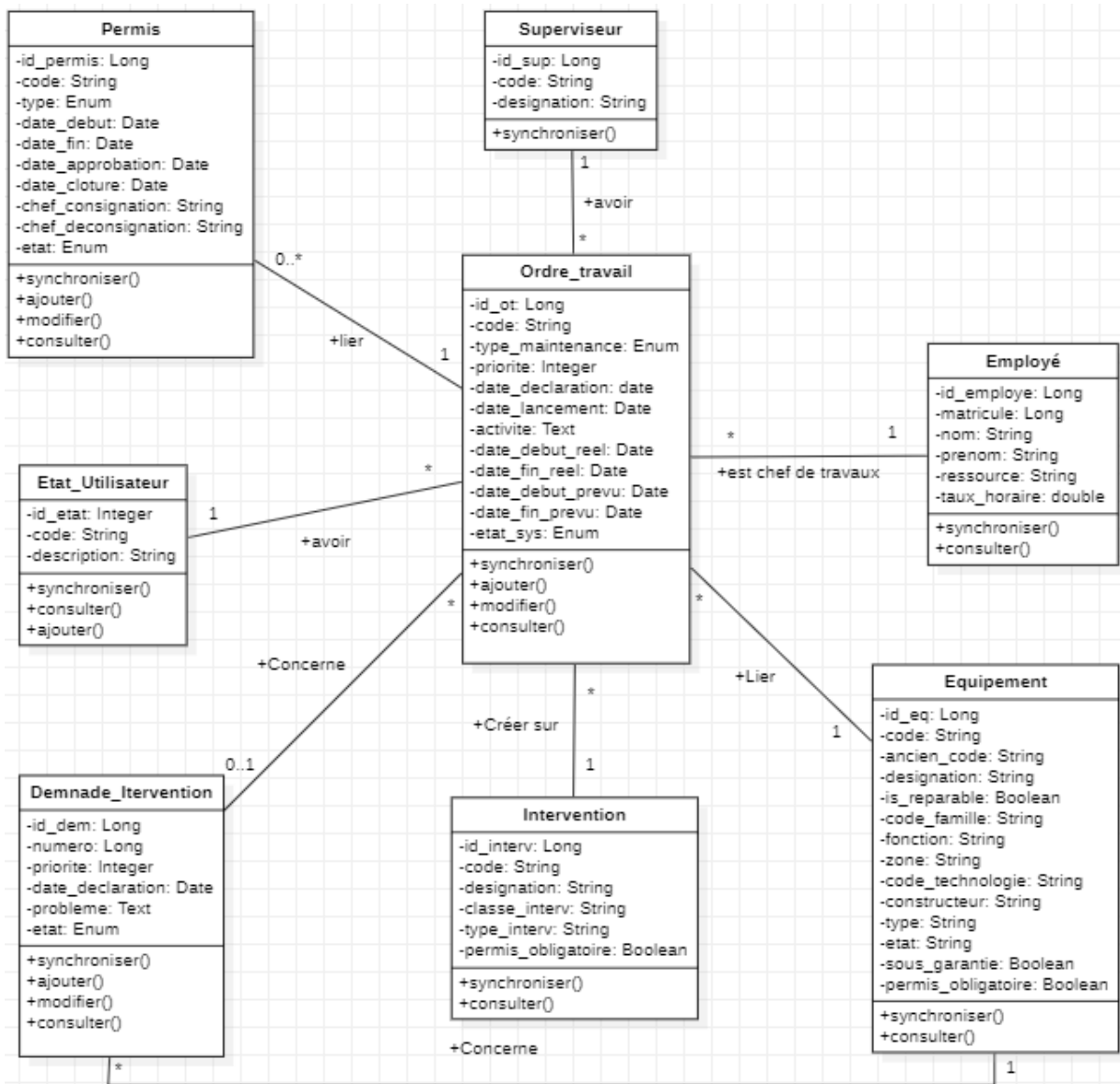


FIGURE 4.20 – Diagramme de classes "Ordre de travail"

## Feedback de l'ordre de travail :

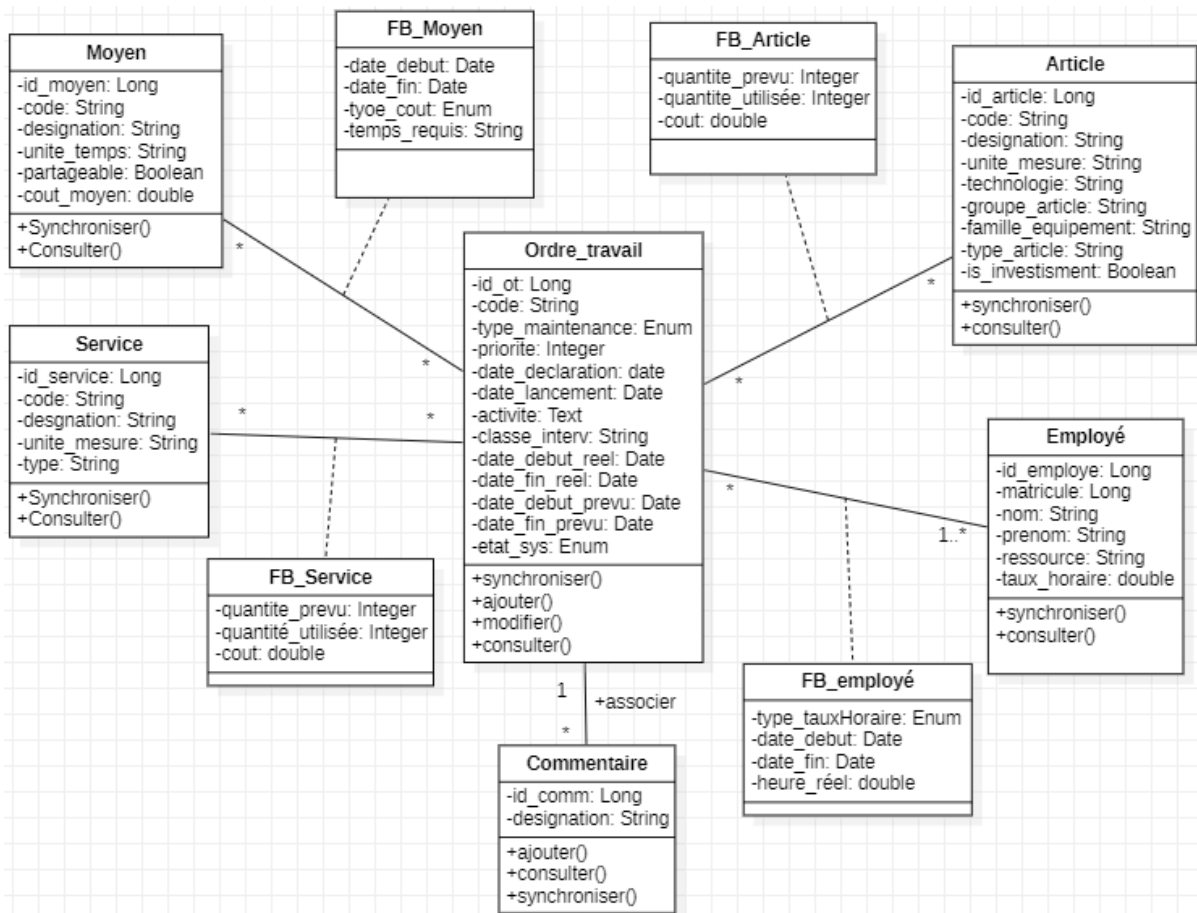


FIGURE 4.21 – Diagramme de classes "Feedback de l'ordre de travail"

### 4.5.3.3 Développement du modelé dynamique

Le développement du modèle dynamique constitue la troisième activité de l'étape d'analyse. Cette étape consiste à dégager des scénarios et à étudier le comportement des classes du système à partir des diagrammes de séquence et les diagrammes d'états transitions. [18]

### Diagrammes de séquences



### Diagramme de séquence 'Authentification' :

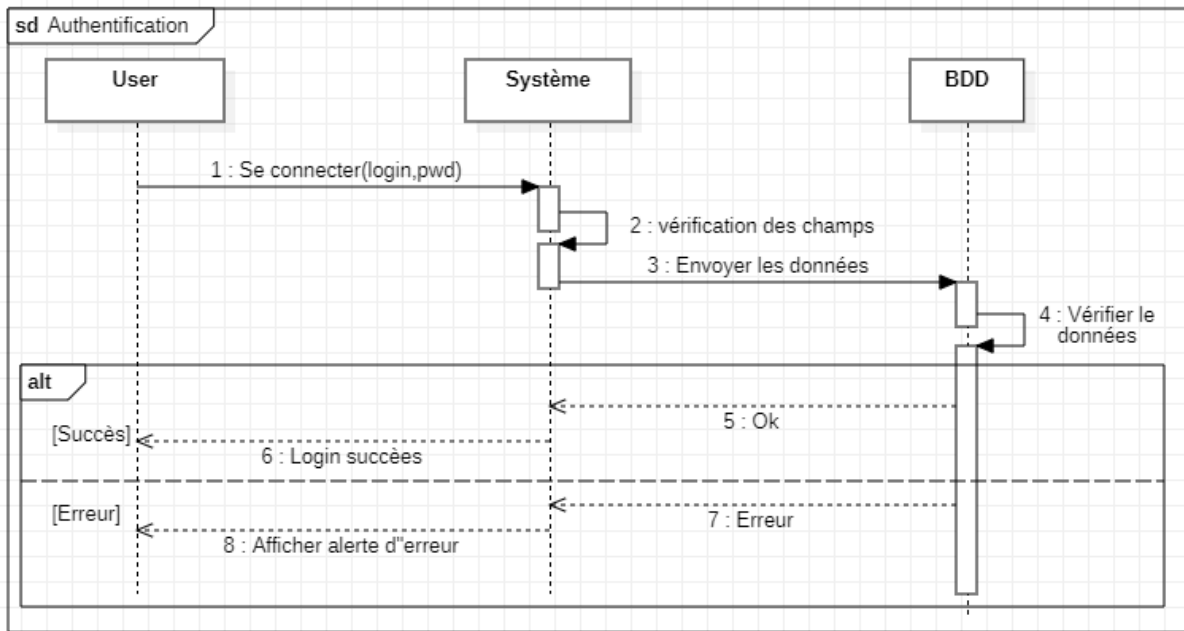


FIGURE 4.22 – Diagramme de séquence 'Authentification'

### Diagramme de séquence 'Synchronisation des données' :

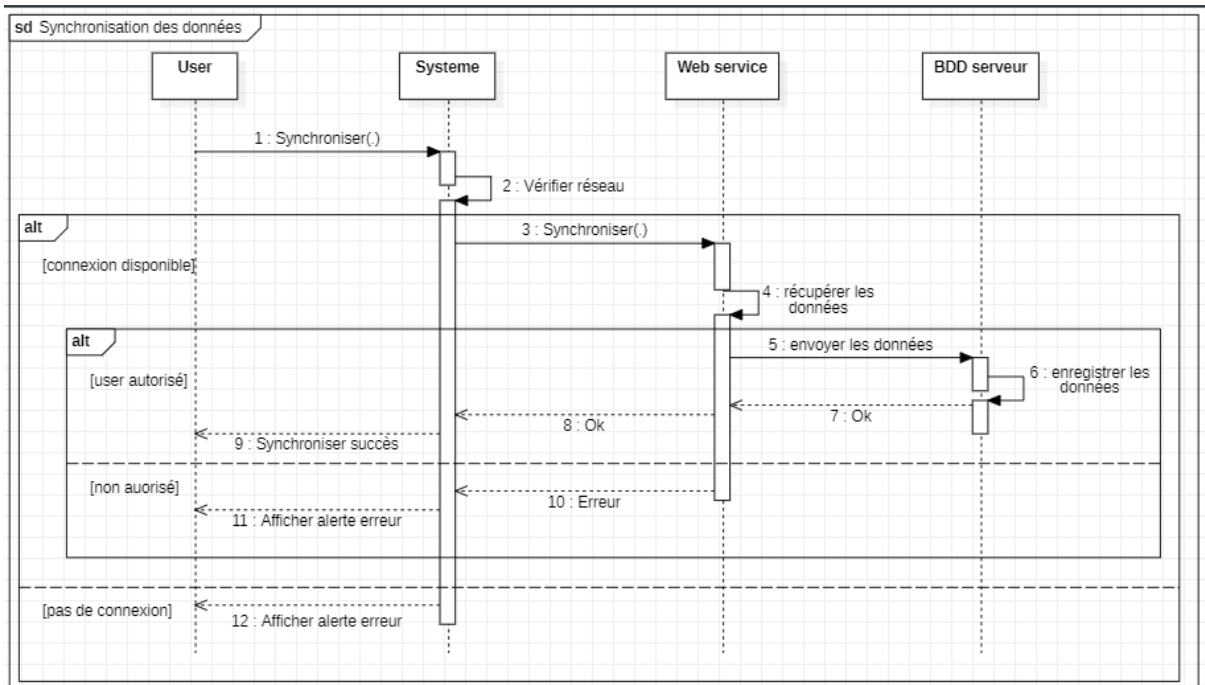


FIGURE 4.23 – Diagramme de séquence 'Synchronisation des données'

### Diagramme de séquence 'Effectuer relevé de compteur' :

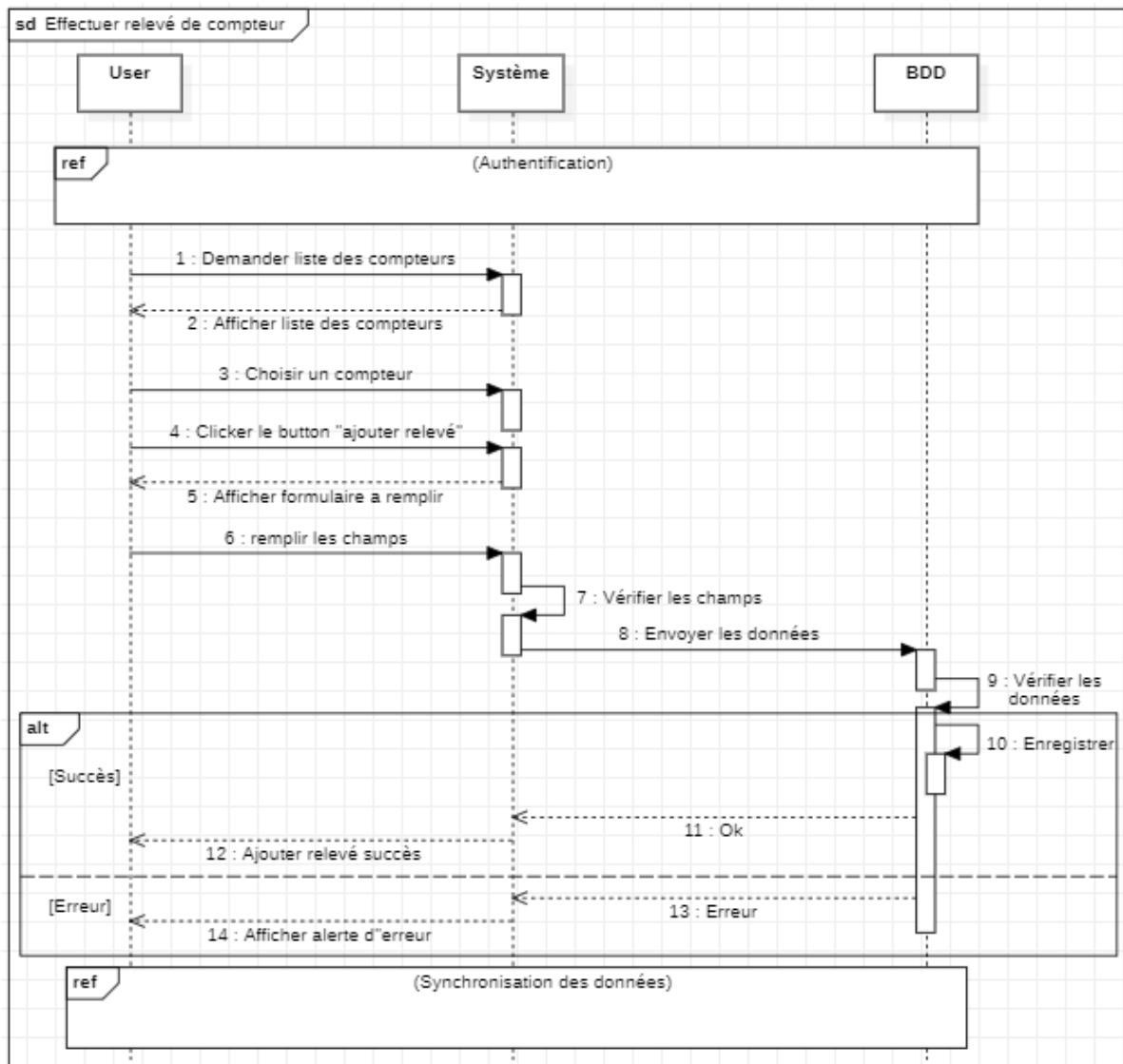


FIGURE 4.24 – Diagramme de séquence 'Effectuer relevé de compteur'

### Diagramme de séquence ‘Créer une demande d’intervention’ :

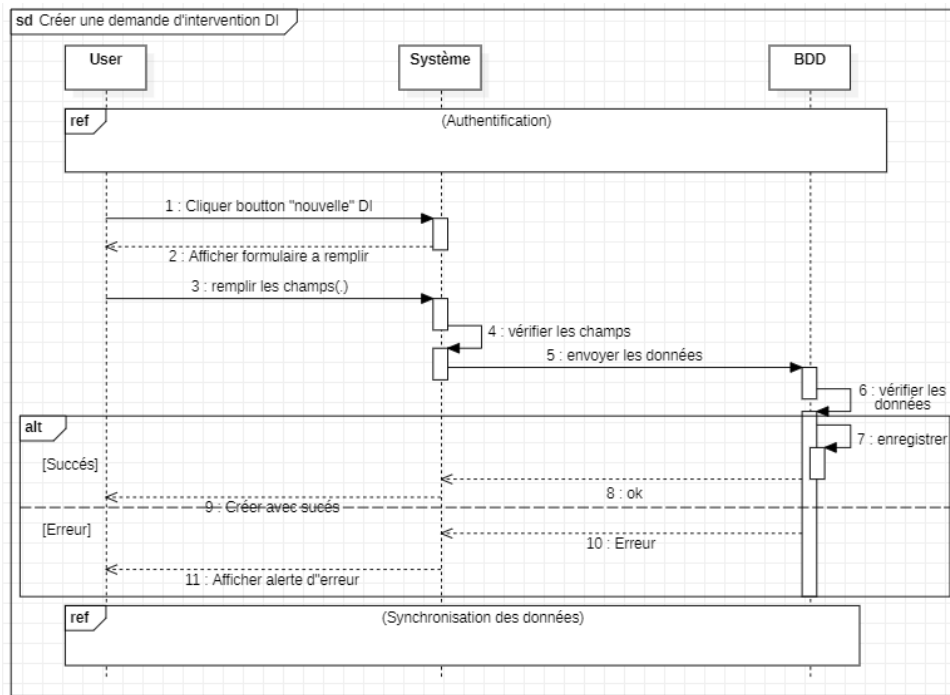


FIGURE 4.25 – Diagramme de séquence ‘Créer une demande d’intervention’

### Diagramme de séquence ‘Modifier un Ordre de travail’ :

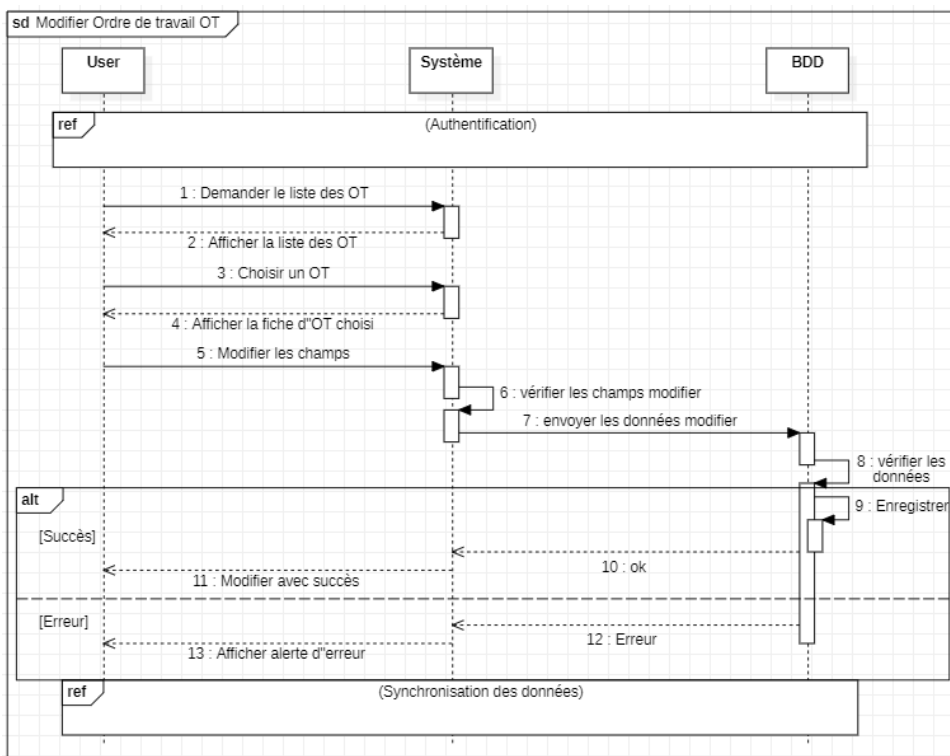


FIGURE 4.26 – Diagramme de séquence ‘Modifier un Ordere de travail’

## 4.6 Conception

### 4.6.1 Conception préliminaire

La conception préliminaire représente une étape délicate car elle intègre le modèle d'analyse dans l'architecture technique de manière à tracer l'architecture du système à développer. Le diagramme de déploiement définit l'architecture matérielle de l'application. Il présente les périphériques utilisés et la répartition du système sur ses différents éléments. Il montre aussi les liens de communication entre ces diverses entités. [19]

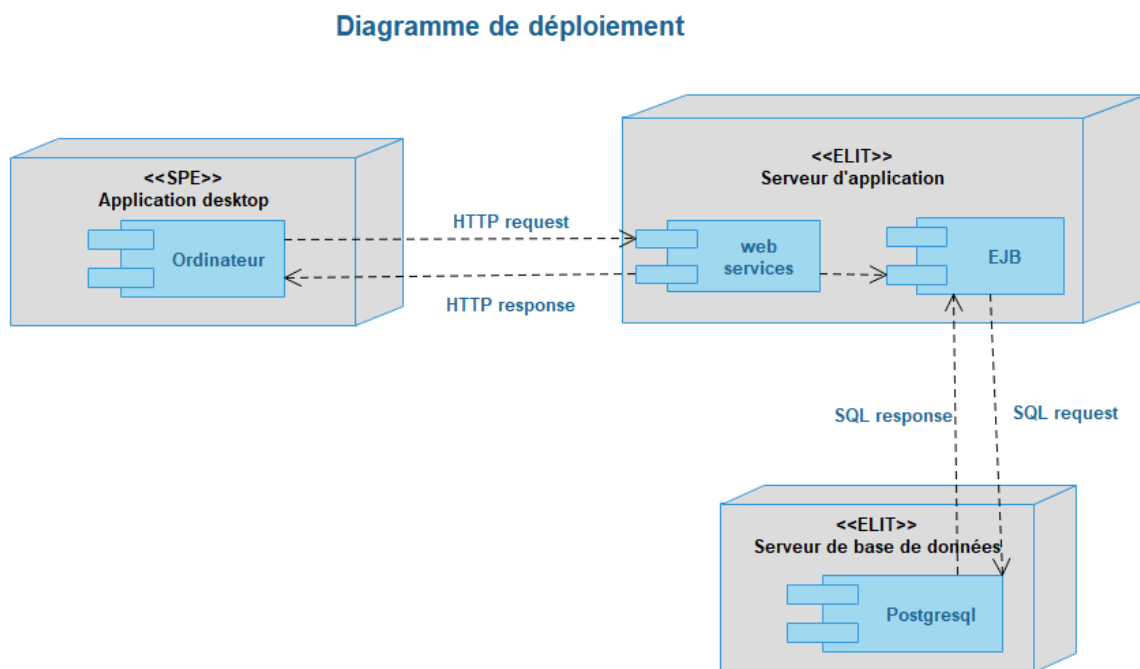


FIGURE 4.27 – Diagramme de déploiement

### 4.6.2 Conception détaillée

Après la modélisation des besoins puis l'organisation de la structure de la solution, la conception détaillée consiste à construire et à documenter précisément les classes, les interfaces, les tables et les méthodes qui constituent le codage de la solution.

#### 4.6.2.1 Conception des classes et attributs

## Catégorie 1 : Paramètre

### classes

Classe	Attribut	Type	Description
Utilisateur	id_ut	Long	Identifiant de l'utilisateur
	Nom	Chaine de caractère	Nom de l'utilisateur
	Prenom	Chaine de caractère	Prenom de l'utilisateur
	Login	Chaine de caractère	Login de l'utilisateur
	Pwd	Chaine de caractère	Mot de passe de l'utilisateur
	Email	Chaine de caractère	Email de l'utilisateur
	Tel_mob	Long	Téléphone mobile de l'utilisateur
	Tel_fix	Long	Téléphone fix de l'utilisateur
Profile	Id_prof	Long	Identifiant du profile
	Description	Chaine de caractère	Description du profile
	Code	Chaine de caractère	Code du profile
Privilège	Id_prev	Long	Identifiant du privilège
	Description	Chaine de caractère	Description du profile
	Code	Chaine de caractère	Code du profile

## Catégorie 2 : Equipement

### classes

Classe	Attribut	Type	Description
Equipement	id_eq	Long	Identifiant de l'équipement
	Code	Chaine de caractère	Code de l'équipement
	Ancien_code	Chaine de caractère	Ancien code de l'équipement
	Désignation	Chaine de caractère	Désignation de l'équipement
	Is_reparable	Booléen	L'équipement est réparable ou non
	Code_famille	Chaine de caractère	Code de famille de l'équipement
	Fonction	Chaine de caractère	Fonction de l'équipement

	Zone	Chaîne de caractère	Zone géographique de de l'équipement
	Permis_obligatoire	Chaîne de caractère	L'équipement nécessite un permis de travail ou non
	Code_technologie	Chaîne de caractère	Code technologie de l'équipement
	Constructeur	Chaîne de caractère	Constructeur de l'équipement
	Type	Chaîne de caractère	Type de l'équipement
	Etat	Chaîne de caractère	Etat de l'équipement
	Sous_garantie	Booléen	L'équipement est sous garantie ou non
Article	Id_article	Long	Identifiant de l'article
	Code	Chaîne de caractère	Code de l'article
	Designation	Chaîne de caractère	Designation de l'article
	Unite_mesure	Chaîne de caractère	Unite de mesure de l'article
	Groupe_article	Chaîne de caractère	Groupe de l'article
	Type_article	Chaîne de caractère	Type de l'article
	Technologie	Chaîne de caractère	Technologie de l'article
Centre_charge	Id_centre	Long	Identifiant du centre de charge
	Désignation	Chaîne de caractère	Designation du centre de charge
	Code	Chaîne de caractère	Code du centre de charge
Relevé	Id_releve	Long	Identifiant du relevé
	Date	Date	Date de relevé
	Valeur	Double	Valeur du relevé
Compteur	Id_comp	Long	Identifiant de compteur
	Code	Chaîne de caractère	Code de compteur
	Designation	Chaîne de caractère	Designation de compteur
	Type	Chaîne de caractère	Type de compteur
	Unite_mesure	Chaîne de caractère	Unite mesure de compteur
	Valeur_dernier_releve	Double	Valeur de dernière relevé

### Catégorie 3 : Travaux

#### classes

Classe	Attribut	Type	Description
Ordre_travail	Id_ot	Long	Identification de l'ordre de travail OT
	Code	Chaîne de caractère	Code de l'OT
	Type_maintenance	Enum	Type maintenance de l'OT
	Priorité	Integer	Priorité de l'OT
	Date_déclaration	Date	Date de déclaration de l'OT
	Date_lancement	Date	Date de lancement de l'OT
	Activité	Text	Activité de l'OT
	Date_debut_reel	Date	Date début réel de l'OT
	Date_fin_reel	Date	Date fin réel de l'OT
	Date_debut_prevu	Date	Date début prévu de l'OT
	Date_fin_prevu	Date	Date fin prévu de l'OT
	Etat_sys	Enum	Etat de l'OT
Superviseur	Id_sup	Long	Identifiant de superviseur
	Code	Chaîne de caractère	Code de superviseur
	Désignation	Chaîne de caractère	Désignation de superviseur
Permis	Id_permis	Long	Identifiant de permis
	Code	Chaîne de caractère	Code de permis
	Type	Enum	Type de permis
	Date_debut	Date	Date début de permis
	Date_fin	Date	Date fine de permis
	Date_approbation	Date	Date approbation de permis
	Date_cloture	Date	Date clôture de permis
	Chef_consignation	Chaîne de caractère	Nom chef consignation
	Chef_deconsignation	Chaîne de caractère	Nom chef déconsignation
	Etat	Enum	Etat de permis
Etat_utilisateur	Id_etat	Long	Identifiant de l'état utilisateur de l'OT
	Code	Chaîne de caractère	Code de l'état

	Description	Chaîne de caractère	Description de l'état
Employé	Id_employe	Long	Identifiant de l'employé
	Matricule	Long	Matricule de l'employé
	Nom	Chaîne de caractère	Nom de l'employé
	Prénom	Chaîne de caractère	Prénom de l'employé
	Ressource	Chaîne de caractère	Ressource de l'employé
	Taux_horaire	Double	Taux d'horaire de l'employé
Intervention	Id_interv	Long	Identifiant de l'intervention
	Code	Chaîne de caractère	Code de l'intervention
	Désignation	Chaîne de caractère	Désignation de l'intervention
	Type	Chaîne de caractère	Type de l'intervention
	Classe_interv	Chaîne de caractère	Classe de l'intervention
	Permis_obligatoire	Booléen	Permis obligatoire ou non
Demd_Intervention	Id_dem	Long	Identifiant de la demande d'intervention
	Numero	Long	Numéro de la DI
	Priorite	Integer	Priorité de la DI
	Date_declaration	Date	Date déclaration de la DI
	Probleme	Text	Description du problème
	Etat	Enum	Etat de la DI
Moyen	Id_moyen	Long	Identifiant du moyen
	Code	Chaîne de caractère	Code du moyen
	Designation	Chaîne de caractère	Désignation du moyen
	Unite_temps	Chaîne de caractère	Unité de temps du moyen
	Partageable	Booléen	Moyen partageable ou non
	Cout_moyen	Double	Cout du moyen
Service	Id_service	Long	Identifiant du service
	Code	Chaîne de caractère	Code du service
	Designation	Chaîne de caractère	Désignation du service
	Unite_mesure	Chaîne de caractère	Unité de mesure du service
	Type	Chaîne de caractère	Type de service
Commentaire	Id_comm	Long	Identifiant de commentaire



	Designation	Chaîne de caractère	Désignation de service
--	-------------	---------------------	------------------------

### Relations

Relation	Attribut	Type	Description
FB_Employe	Type_tauxHoraire	Enum	Type de taux d'horaire
	Date_debut	Date	Date début de travail
	Date_fin	Date	Date fin de travail
	Heure_reel	double	Heure reel de travail
FB_Article	Quantite_prevu	Integer	Quantité prévu
	Quantite_utilisée	Integer	Quantité utilisée
	Cout	double	Cout de l'article
FB_Moyen	Date_debut	Date	Date debut du feedback moyen
	Date_fin	Date	Date fin du feedback moyen
	Type_cout	Enum	Type du coup du moyen (interne/externe)
	Temps_requis	double	Temps requis du feedback moyen
FB_Service	Quantite_prevu	Integer	Quantité prévu
	Quantite_utilisée	Integer	Quantité utilisée
	Cout	Double	Cout du service

#### 4.6.2.2 Passage en modèle relationnel

##### Règles de passage du niveau conceptuel le niveau logique :

Une base de données relationnelle est un ensemble fini de relations. Le schéma de la base est l'ensemble des schémas des relations de cette base. Ce modèle est très simple, il a pour objectif d'assurer l'intégrité de la BDD.

La création du modèle relationnel à partir du diagramme de classes est une opération simple lorsqu'on a déterminé bien toutes les relations qui constituent la BDD. Premièrement, il faut créer une relation de chaque classe avec ses attributs. Pour chaque association de plusieurs à plusieurs (\*..\*), on crée deux relations chacune correspondre à une classe, ensuite on crée la relation correspondante à l'association tel que son clé est la concaténation des deux clés des deux relations en question et enfin les propriétés de cette association deviennent des attributs de la nouvelle relation. D'autre part, le passage des associations de un à plusieurs (1..\*) ou ce que

l'on appelle association père-fils est très simple ; on crée les relations correspondantes aux deux classes et l'identifiant de la classe 'père' devient un attribut pour la classe 'fils' (clé étrangère). Le passage au modèle relationnel dans le cas des associations ternaires ou plus est identique à celui qui est indiqué précédemment avec une simple généralisation.

### **Catégorie 1 : Paramètre**

**Utilisateur** ( id\_ut, nom, prenom, login, pwd, email, tel\_mob, tel\_fix )

**Profile** ( id\_prof, code, description )

**Privilège** ( id\_priv, code, description )

**Utilisateur\_Profile** ( #id\_ut, #id\_prof )

**Profile\_Privilège** ( #id\_prof, #id\_priv )

### **Catégorie 2 : Equipement**

**Equipement** ( id\_eq, code, ancien\_code, désignation, is\_reparable, code\_famille, fonction, zone, Permis\_obligatoire, code\_technologie, constructeur, type, etat, sous\_garantie, #id\_centre, #id\_eqGeo, #id\_eqTech )

**Article** ( id\_article, code, designation, unite\_mesure, technologie, groupe\_article, famille\_equipement, type\_article, )

**Compteur** ( id\_comp, code, désignation, type, unite\_mesure, valeur\_dernier\_releve )

**Centre\_charge** ( id\_centre, code, désignation )

**Releve** ( id\_releve, code, désignation, #id\_comp )

**Equipement\_Article** ( #id\_eq, #id\_article )

**Equipement\_Compteur** ( #id\_eq, #id\_article )

### **Catégorie 3 : Travaux**

**Ordre\_travail** ( id\_ot, code, type\_maintenance, priorite, date\_declaration, date\_lancement, activité, date\_debut\_reel, date\_fin\_reel, date\_debut\_prevu, date\_fin\_prevu, etat\_sys, #id\_employe, #id\_eq, #id\_dem, #id\_etatUt, #id\_interv, #id\_sup )

**Superviseur** ( id\_sup, code, designation )

**Employé** ( id\_employe, matricule, nom, prenom, ressource, taux\_horaire )

**Etat\_utilisateur** ( id\_etat, code, designation )

**Intervention** ( id\_interv, code, designation, classe\_interv, type\_interv, permis\_obligatoire )

**Demande\_intervention** ( id\_dem, numero, priorite, date\_declaration, probleme, etat, #id\_eq, #id\_ut )

**Moyen** ( id\_moyen, code, designation, unite\_temps, partageable, cout\_moyen )

**Service** ( id\_service, code, designation, unite\_mesure, type )

**Commentaire** ( id\_comm, designation, #id\_ot )

**Permis** ( id\_permis, code, type, date\_debut, date\_fin, date\_approbation, date\_cloture, chef\_consignation, chef\_deconsignation, etat, #id\_ot )

**FB\_Article** ( #id\_ot, #id\_article, quantite\_prevu, quantite\_utilisée, cout )

**FB\_Moyen** ( #id\_ot, #id\_moyen, date\_debut, date\_fin, type\_cout, temps\_requis )

**FB\_Service** ( #id\_ot, #id\_service, quantite\_prevu, quantite\_utilisée, cout )

**FB\_Employe** ( #id\_ot, #id\_employe, type\_tauxHoraire, date\_debut, date\_fin, heure\_reel )

## 4.7 Validation de paterne de synchronisation

Notre solution prend sens lors d'une perte ou une coupure de réseau, dans un moment critique ou la maintenance d'un équipement ne peut pas attendre, c'est pour cela que nous devons choisir et/ou hybrider certain paterne pour minimiser le traitement effectué par l'appareil. pour cela il est nécessaire tout d'abord de tester, de valider, de comparer les résultats, d'hybrider quelques patterns selon le besoin de notre application et enfin de fixer les fonctionnalités de notre solution.

### 4.7.1 Hybridation proposée

Nous proposons un modèle de synchronisation basé sur les patterns étudiée dans le chapitre 3, l'objectif est de minimiser l'utilisation des ressources de l'appareil et d'effectuer la synchronisation en temps minimum, tout en permettant d'une part la lecture, l'écriture de données, la détection des conflits et de grader les relations un à plusieurs mais aussi d'optimiser le temps de la synchronisation et de minimiser le traitement effectué. Par conséquent, on propose une hybridation entre les deux modèles de synchronisation suivants :

- Lecture/Écriture avec détection des conflits ;
- Lecture/Écriture un à plusieurs.

### Procédure

La logique de cette hybridation est donnée comme suit :

1. Vérifier s'il existe des conflits non résolus. S'il existe des conflits, le système interrompt la synchronisation et signale les conflits en attente de résolution.
2. Si non, Envoyer l'horodatage de la dernière synchronisation et les données ajoutées, modifiées et supprimées des deux entités (maître et détail) dans le stockage local au serveur.
3. Le serveur crée les nouvelles données envoyées par la base de données locales en utilisant le mapping pour préserver les relations entre les entités maître et détail.

4. Le serveur met à jour les données modifiées et supprimées localement dans la base de données.
5. Le serveur traite les données modifiées et supprimées en vérifiant l'existence des conflits et renvoie les listes des données mises à jour des deux entités maître et détail dans le serveur ainsi que les listes des données en conflit.
6. Récupérer la liste d'origine des enregistrements des données en conflit pour la résolution.
7. Supprimer toutes les données dans le stockage local.
8. Recréer les données localement de la table maître à partir des listes envoyées par le serveur.
9. Recréer les données localement de la table détaillée à partir des listes envoyées par le serveur.
10. Mettre à jour l'horodatage de cette synchronisation.

### Avantages

- ✓ Une meilleure qualité de données ;
- ✓ Détection de conflits.

### Inconvénients

- ✗ Les conflits sont gérés de manière manuelle ;
- ✗ Cette hybridation est sans aucun doute complexe à mettre en œuvre. Elle exige de grandes compétences techniques.

### Comparisons des Caractéristiques des solutions de synchronisations

le tableau qui suit décrit les caractéristiques de chaque modèle de synchronisation ainsi que l'hybridation proposée :

Modèle	Lecture de données	Lecture optimisée de données	Ecriture de données	Traitement de conflits	Conserve les relations entre les entités
Lecture seule	✓	✗	✗	✗	✗
Lecture seule optimisée	✓	✓	✗	✗	✗
Lecture/Ecriture	✓	✓	✓	✗	✗
Lecture/Ecriture avec détection de conflits	✓	✗	✓	✓	✗

Lecture/Ecriture un à plusieurs	✓	x	✓	x	✓
Hybridation	✓	x	✓	✓	✓

TABLE 4.14 – Caractéristiques des modèles de la synchronisation.

#### 4.7.2 Processus de synchronisations adaptés :

En se basant sur l'étude menée sur la synchronisation des bases de données (chapitre 3), les besoins spécifiés dans ce chapitre ainsi que le tableau caractérisant chaque modèle (tableau 4.14), on propose les processus de synchronisation suivants :

- Pour les tables en lecture seule, on propose le modèle «Lecture seule optimisée».
- Pour les tables en lecture-écriture qui ont une relation un à plusieurs «Lecture/Écriture un à plusieurs»
- Pour les tables en lecture-écriture qui ont des relations un à plusieurs et plusieurs utilisateurs peuvent modifier les mêmes données, on propose «l'hybridation».

### 4.8 Conclusion

Dans cette partie, nous avons présenté une phase indispensable de développement d'un logiciel qui est l'étude conceptuelle. Cette phase de conception avait pour intérêt de présenter les différentes étapes de conception de l'application tout en évoluant dans le niveau de détail et doit par conséquent aboutir immédiatement à l'implémentation avec une vision claire des aspects fonctionnels ainsi qu'organisationnels de l'application. Dans le prochain chapitre on va entamer la partie réalisation.

## Chapitre 5

---

# Réalisation

---

## 5.1 Introduction

Cette dernière partie représente la phase de réalisation de la solution, il sera question de choisir les outils de développement adéquats, qui déterminent énormément le coût en temps de programmation, ainsi que la flexibilité du produit à réaliser. Cette phase consiste à transformer le modèle conceptuel établi en des composants logiciels formant notre système.

## 5.2 Choix techniques

### 5.2.1 Langage de programmation

**Java** : est un langage de programmation orienté objet créé par James Gosling et Patrick Naughton, il permet de créer des logiciels compatibles avec des nombreux systèmes d'exploitation.[23]

**Xml** : “L’Extensible Markup Language” ou “langage de balisage extensible” en français est un langage de balisage de documents.[24]

### 5.2.2 Architecture

Architecture à trois niveaux :

Dans cette architecture, les applications au niveau serveur sont délocalisées, c’est-à-dire que chaque serveur est spécialisé dans une tâche. Il permet [21] :

- Une plus grande flexibilité/souplesse ;
- Une sécurité accrue car la sécurité peut être définie indépendamment pour chaque service, et à chaque niveau ;
- Des meilleures performances, étant donné le partage des tâches entre les différents serveurs.

Cette architecture (appelée 3 tiers) fait intervenir trois parties indépendantes les unes des autres [21] :

- Couche de données liée au serveur de base de données (SGBD);
- La logique applicative;
- La couche présentation (ou affichage) associée au client.

L'architecture de notre application est donnée dans la figure 5.1.

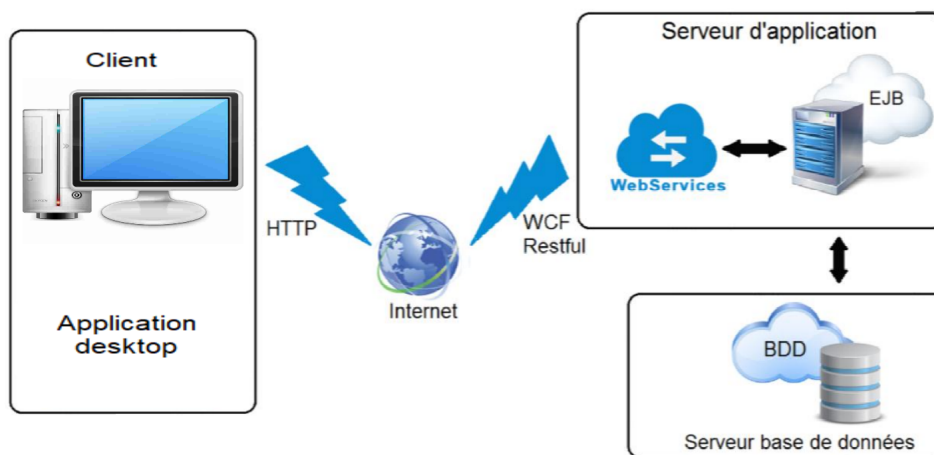


FIGURE 5.1 – Architecture de SYANA Desktop

### 5.2.3 Protocole et format de données

**Protocole :** Dans notre projet, nous avons utilisé le protocole HTTPS, afin de communiquer les données entre la partie client et le serveur web pour la synchronisation en toute sécurité.

En effet, le HTTPS est une extension sécurisée de HTTP, il définit la communication entre un serveur et un client avec une couche de chiffrement comme SSL/TLS.

SSL/TLS a pour objectif de sécuriser la transmission d'informations sensibles, notamment de données personnelles, de paiement ou de connexion. [25].

**Format de données communiquées :** JSON (JavaScript Object Notation) est un format de données textuel, générique, dérivé de la notation des objets du langage ECMA Script. Il permet de représenter de l'information structurée [26].

## 5.3 Environnement logistique

### 5.3.1 Matériels utilisés

Ordinateur portable HP Omen

- Microprocesseur intel i5 2.30 GHz
- Ram 8,00 Go
- Système d'exploitation Windows 10 Famille

Ordinateur portable HP Pavilion

- Microprocesseur intel i3 2.40 GHz
- Ram 8,00 Go
- Système d'exploitation Windows 7 Intégrale

### 5.3.2 Environnement de développement

#### 5.3.2.1 Technologies de développement

**J2EE** : J2EE est une plate-forme fortement orientée serveur pour le développement et l'exécution d'applications distribuées. Elle est composée de deux parties essentielles : un ensemble de spécifications pour une infrastructure dans laquelle s'exécutent les composants écrits en Java : un tel environnement se nomme serveur d'applications. un ensemble d'API qui peuvent être obtenues et utilisées séparément. Pour être utilisées, certaines nécessitent une implémentation de la part d'un fournisseur tiers.[27]

**Spring** : Spring est un framework open source pour construire et définir l'infrastructure d'une application Java. Spring s'appuie sur des concepts modernes, tels que la notion de conteneur léger, l'inversion de contrôle ou la programmation orientée aspect, afin d'améliorer l'architecture des applications Java/J2EE en les rendant plus souples, plus rapides à développer et plus facilement testables.[28]

**JavaFX** : JavaFX est une plate-forme d'application client open source de nouvelle génération qui permet aux développeurs Java de créer une interface graphique pour des applications de bureau, des applications internet riches et des applications smartphones et tablettes tactiles.[29]

**Web Services** : Un Web Service est une application qui permet d'échanger des données avec d'autres applications web. Même si ces dernières sont construites dans des langages de programmation différents. Parmi les Web Services les plus connus on peut citer SOAP, REST ou HTTP.[30]



### 5.3.2.2 Outils de développement



**PostgreSQL** : PostgreSQL est un puissant système de base de données relationnelle objet open source qui utilise et étend le langage SQL combiné à de nombreuses fonctionnalités qui stockent et mettent à l'échelle en toute sécurité les charges de travail de données les plus complexes.[31]



**MySQL** : MySQL est un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR). Il fait partie des logiciels de gestion de base de données les plus utilisés au monde.[32]



**NetBeans** : NetBeans est un environnement de développement intégré (IDE) open source pour le développement en Java, PHP, C++ et d'autres langages de programmation. NetBeans est également appelé une plate-forme de composants modulaires utilisée pour développer des applications de bureau Java.[33]



**IntelliJ IDEA** : IntelliJ IDEA est un environnement de développement intégré (IDE) destiné au développement de logiciels informatiques reposant sur la technologie Java. Il intègre des fonctionnalités pour optimiser la productivité des développeurs, comme l'assistance au codage et la conception ergonomique permettant un développement plus productif.[34]



**Payara Server** : Payara Server est un serveur d'applications open source dérivé du serveur d'application GlassFish en édition libre.

## 5.4 Travail réalisé

Le travail réalisé est une application de gestion de la maintenance assistée par ordinateur desktop contient les fonctionnalités envisagés utiles dans le mode offline, avec une possibilité de synchronisation de données dès qu'une couverture réseau est disponible.

Au lancement de cette application, le système commence d'abord par synchroniser la table utilisateurs de la base de données serveur vers la base de données locale.

Pour accéder à syana desktop les utilisateurs doivent d'abord s'authentifier comme ulistré dans figure 5.2.



FIGURE 5.2 – Fenêtre login de SYANA Desktop

Après l’authentification, le système synchronise toutes les données de la base de données serveur vers la base locale. l’utilisateur est orienté vers la page d’accueil, il peut maintenant accéder aux différentes fonctionnalités de l’application selon ses privilèges (voir figure 5.3).

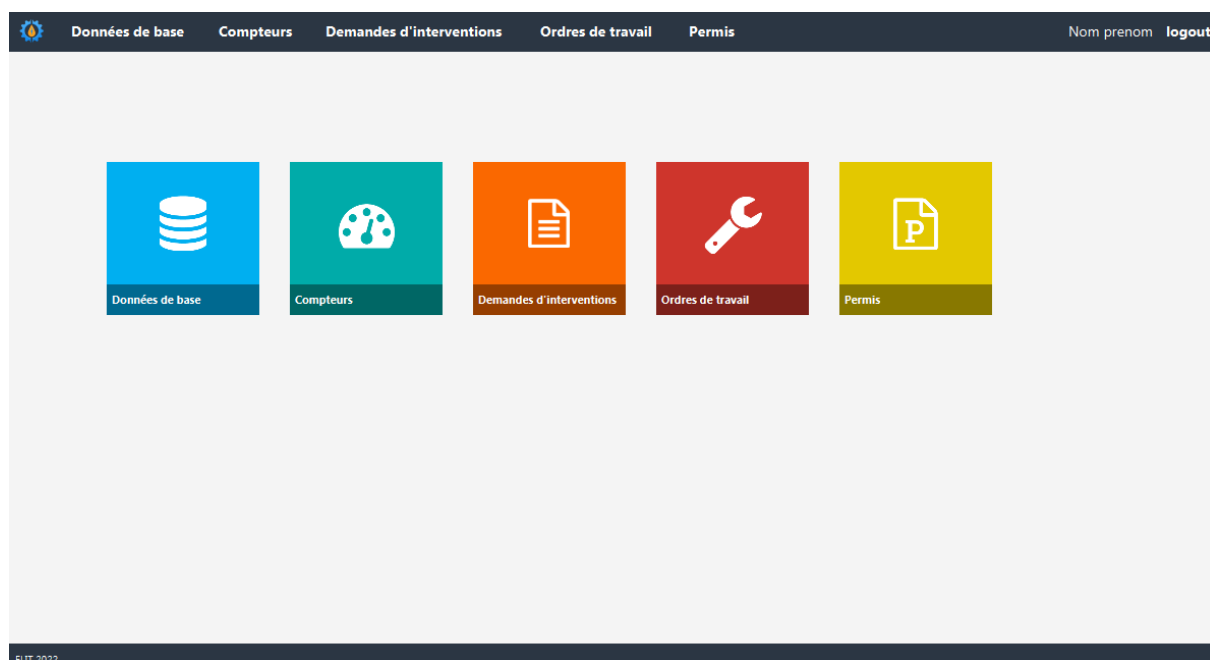


FIGURE 5.3 – Fenêtre d’accueil de SYANA Desktop

Si l’utilisateur sélectionne l’icône « données de bases » sur le menu principale, le système affiche une interface où l’utilisateur peut consulter toutes les données de base. Dans l’interface Equipement l’utilisateur peut consulter tous les équipements et effectuer des recherches (voir figure 5.4).

Données de base Compteurs Demandes d'interventions Ordres de travail Permis Nom prenom logout

Code  Désignation

Type Equipement

**Equipement** Chercher Initialiser

Equipement Consulter

Code	Designation	Zone	Type	Etat	Réparable
BAB1	Centrale de production électrique B...	CENTRALE DE BENI ABBES	GEOGRAPHIQUE	Normal	NON
BAB111MB	Groupe TG-Mobile TM2500+ (N°01)	Groupe TG-Mobile TM2500+ (TG-N°01)	GEOGRAPHIQUE	Normal	NON
BAB112MB	Groupe TG-Mobile TM2500+ (N°02)	Groupe TG-Mobile TM2500+ (TG-N°02)	GEOGRAPHIQUE	Normal	NON
BAB113MB	Groupe TG-Mobile TM2500+ (N°03)	Groupe TG-Mobile TM2500+ (TG-N°03)	GEOGRAPHIQUE	Normal	NON
BAB114MB	Groupe TG-Mobile TM2500+ (N°04)	Groupe TG-Mobile TM2500+ (TG-N°04)	GEOGRAPHIQUE	Normal	NON
BAB110UBL01	Poste HT - ARIVA (IMM)	Poste HTA 30 Kv - IMM	GEOGRAPHIQUE	Normal	NON
BAB110BAC01GH...	Disjoncteur d'arrivé TG-Mobile TM...	Poste HTA 30 Kv - IMM	TECHNIQUE	Normal	NON
BAB110BAC01GH...	Disjoncteur d'arrivé TG-Mobile TM...	Poste HTA 30 Kv - IMM	TECHNIQUE	Normal	NON
BAB110BAC01GH...	Disjoncteur d'arrivé TG-Mobile TM...	Poste HTA 30 Kv - IMM	TECHNIQUE	Normal	NON
BAB110UBL02	Poste HT - ALSTHOM (CMI)	Poste HTA 30 Kv - CMI	GEOGRAPHIQUE	Normal	NON
BAB110BAC02GH...	Disjoncteur d'arrivé TG-Mobile TM...	Poste HTA 30 Kv - CMI	TECHNIQUE	Normal	NON
BAB110LKB03	Réseau de gaz	Réseau de gaz	GEOGRAPHIQUE	Normal	NON
BAB110LKB03AA...	Vanne de tête 8" (Vanne Principale ...	Réseau de gaz	TECHNIQUE	Normal	NON
BAB110LKB03AA...	Vanne de tête 3" de la TG-Mobile T...	Réseau de gaz	TECHNIQUE	Normal	NON
BAB110LKB03AA...	Vanne 1/4 de tour de la TG-Mobile ...	Réseau de gaz	TECHNIQUE	Normal	NON
BAB110LKB03AA...	Vanne de tête 3" de la TG-Mobile T...	Réseau de gaz	TECHNIQUE	Normal	NON
BAB110LKB03AA...	Vanne 1/4 de tour de la TG-Mobile ...	Réseau de gaz	TECHNIQUE	Normal	NON

ELIT 2022

FIGURE 5.4 – Fenêtre des données de Base (équipement)

Si l'utilisateur sélectionne l'icône « compteurs » sur le menu principale, le système affiche une interface où l'utilisateur peut consulter tous les compteurs et effectuer des recherches (voir figure 5.5).

L'utilisateur peut ajouter un relevé de compteur en sélectionnant un compteur dans la liste et en cliquant sur le bouton « nouveau » (voir figure 5.6).

Une fois le réseau rétabli l'utilisateur synchronise le nouveau relevé en cliquant sur le bouton « synchroniser » (voir figure 5.5).

Données de base Compteurs Demandes d'interventions Ordres de travail Permis Nom prenom logout

Selectionner une ligne pour ajouter un nouveau relevé [+ Nouveau](#) Envoyer vers SYANA web : [Synchroniser](#)

Code  Désignation

Date dernier relevé  Chercher Initialiser

### Compteurs

Code	Désignation	Type	Unité de mesure	Valeur dernier relevé
CMT0001	Heure de marche TG-N°01	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	78378.0
CMT0005	Heure de marche TG-N°02	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	25557.0
CMT0009	Heure de marche TG-N°03	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	73783.0
CMT0014	Heure de marche TG-N°04	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	85373.0
CMT0002	Heure de marche EDG-N°01	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	387387.0
CMT0006	Heure de marche EDG-N°02	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	73783.0
CMT0010	Heure de marche EDG-N°03	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	753.0
CMT0015	Heure de marche EDG-N°04	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	5373.0
CMT0003	Heure de marche ALFA LAVAL -N°01	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	53252.0
CMT0007	Heure de marche ALFA LAVAL -N°02	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	387.0
CMT0011	Heure de marche ALFA LAVAL -N°03	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	7278.0
CMT0016	Heure de marche ALFA LAVAL -N°04	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	7837.0
CMT0004	Heure de marche Compresseur d'air ALFA LAVAL ...	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	14227.0
CMT0008	Heure de marche Compresseur d'air ALFA LAVAL ...	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	0.0
CMT0012	Heure de marche Compresseur d'air ALFA LAVAL ...	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	0.0
CMT0017	Heure de marche Compresseur d'air ALFA LAVAL ...	TOTAL_CUMULATIF	HEURE	0.0

ELI 2022

FIGURE 5.5 – Fenêtre compteurs

Données de base Compteurs Demandes d'interventions Ordres de travail Permis Nom prenom logout

### Ajouter relevé compteur

Code compteur  Date

Valeur  Valider Retour

### Liste des relevés

Numero	Date	Valeur
1	2022-01-13 09:44:11.013	6089.0
2	2021-10-13 00:00:00.0	5668.0
3	2021-05-13 00:00:00.0	4253.0
4	2021-04-08 00:00:00.0	4002.0
5	2021-08-21 00:00:00.0	5089.0

ELI 2022

FIGURE 5.6 – Fenêtre relevé compteur

Si l'utilisateur sélectionne l'icône « demandes d'interventions » sur le menu principal, le système affiche une interface où l'utilisateur peut consulter toutes les demandes d'interventions et effectuer des recherches (voir figure 5.7).

Données de base   Compteurs   **Demands d'interventions**   Ordres de travail   Permis   Nom prenom   **logout**

+ Nouveau   Envoyer vers SYANA web :   Synchroniser

Numero   Code equipement

Etat   Chercher   Initialiser

**Demande d'intervention**

Selectionner une ligne pour modifier un DI   Modifier

Numero	Code equipement	Date déclaration	Etat	Priorite	Probleme
10	BAB113MB	2022-01-13 00:00:00.0	CREER	3	description du probleme
11	BAB114MB	2022-01-13 00:00:00.0	CREER	1	description du probleme
12	BAB110UBL01	2022-02-01 00:00:00.0	LANCER	1	description du probleme
13	BAB110BAC01GH001	2022-02-13 00:00:00.0	CREER	1	description du probleme
14	BAB110BAC01GH002	2022-02-27 00:00:00.0	CREER	2	description du probleme
15	BAB110BAC01GH003	2022-03-13 00:00:00.0	CREER	2	description du probleme
16	BAB110UBL02	2022-03-15 00:00:00.0	LANCER	2	description du probleme
17	BAB110BAC02GH001	2022-03-20 00:00:00.0	ANNULER	3	description du probleme
18	BAB110LKB03	2022-03-21 00:00:00.0	CREER	2	description du probleme
19	BAB110LKB03AA001	2022-03-12 00:00:00.0	CREER	1	description du probleme
20	BAB110LKB03AA002	2022-03-19 00:00:00.0	LANCER	3	description du probleme

ELI 2022

FIGURE 5.7 – Fenêtre demandes d'interventions

L'utilisateur peut ajouter une demande d'intervention en cliquant sur le bouton « nouveau » (voir figure 5.8) ou modifier une demande d'intervention en cliquant sur le bouton « modifier » (voir figure 5.9).

Une fois le réseau rétabli L'utilisateur synchronise les demandes d'interventions en cliquant sur le bouton « synchroniser » (voir figure 5.7).

The screenshot shows a web application interface for creating a new intervention request. At the top, there is a navigation bar with the following items: 'Données de base', 'Compteurs', 'Demandes d'interventions' (highlighted), 'Ordres de travail', and 'Permis'. On the right side of the navigation bar, there is a user profile 'Nom prenom' and a 'logout' button. Below the navigation bar, the main content area is titled 'Nouvelle demande d'intervention'. The form contains the following elements:

- Numero:** A text input field.
- Code Equipemnt:** A text input field.
- Date déclaration:** A date picker showing a calendar icon.
- Problème:** A large text area for describing the issue.
- Priorité:** A dropdown menu.
- Etat:** A dropdown menu.
- Buttons:** Two buttons at the bottom right: 'Valider' (green) and 'Retour' (blue).

At the bottom left corner of the page, there is a small text 'ELI 2022'.

FIGURE 5.8 – Fenêtre nouvelle demande d’intervention

The screenshot shows a web application interface for editing an existing intervention request. The navigation bar is identical to the previous figure, with 'Demandes d'interventions' highlighted. The main content area is titled 'Modifier demande d'intervention'. The form contains the following elements:

- Numero:** A text input field containing the value 'MPS000001'.
- Code Equipemnt:** A text input field containing the value 'BAB110BAC01GH001'.
- Date déclaration:** A date picker showing the value '14/05/2022'.
- Problème:** A large text area containing the text 'Description du problème .....'. The text area has a blue border.
- Priorité:** A dropdown menu.
- Etat:** A dropdown menu.
- Buttons:** Two buttons at the bottom right: 'Valider' (green) and 'Retour' (blue).

At the bottom left corner of the page, there is a small text 'ELI 2022'.

FIGURE 5.9 – Fenêtre modifier demande d’intervention

Si l'utilisateur sélectionne l'icône « ordres de travail » sur le menu principale, le système affiche une interface où l'utilisateur peut consulter tous les ordres de travail et effectuer des recherches (voir figure 5.10).

L'utilisateur peut ajouter un ordres de travail en cliquant sur le bouton « nouveau » (voir figure 5.11) ou modifier un ordres de travail en cliquant sur le bouton « modifier ».

Une fois le réseau rétabli, L'utilisateur synchronise les ordres de travail en cliquant sur le bouton « synchroniser » (voir figure 5.10).

Code	Date debut prevu	Date fin prevu	Etat	Code Equipement	Code DI	Numero intervention	Code superviseur
11	2022-10-03	2022-10-03	CREER	BAB1	17	MPS000008	08
22	2022-10-03	2022-10-03	CREER	BAB113MB	11	MPS000006	06
33	2022-10-03	2022-10-03	CREER	BAB112MB	12	MPS000007A	04
44	2022-10-03	2022-10-03	REALISER	BAB111MBJ01AE001	13	MPS000004	03
55	2022-10-03	2022-10-03	LANCER	BAB113MB	14	MPS000002	07
66	2022-10-03	2022-10-03	REALISER	BAB1	15	MPS000006	10
77	2022-10-03	2022-10-03	LANCER	BAB111MBC01UN001MT05	16	MPS000007B	06

FIGURE 5.10 – Fenêtre ordre de travail

Moyen	Article	Service	Employé	Code	Désignation	Unite_temps	Partageable	Cout
				MOY0001	CONTAINER SHIP GAS GENERATOR or GAS TURBINE		NON	
				MOY0002	HYD ACTUATOR		NON	
				MOY0003	FIXTURE VSV ACTUATOR		NON	
				MOY0004	ADAPTER SET FUEL MANIFOLD		NON	
				MOY0005	Tool Set, Jackscrew - Disassemble Flanges		NON	

FIGURE 5.11 – Fenêtre nouveau ordre de travail

Si l'utilisateur sélectionne l'icône « permis » sur le menu principale, le système affiche une interface où l'utilisateur peut consulter tous les permis et effectuer des recherches (voir figure

5.12).

L'utilisateur peut ajouter un permis en cliquant sur le bouton « nouveau » ou modifier un permis en cliquant sur le bouton « modifier ».

Une fois le réseau rétabli, L'utilisateur synchronise les ordres de travail en cliquant sur le bouton « synchroniser » (voir figure 5.12).

Code	Chef consignation	Type	Etat	Date debut	Date fin	Date approbation	Date culture	Code OT
12	CONS154	TRAVAIL	APPROVER	2022-04-12	2022-04-12	2022-04-12	2022-04-12	22
12	CONS154	FEU	EMIS	2022-06-12	2022-06-12	2022-05-12	2022-05-12	33

FIGURE 5.12 – Fenêtre permis de travail

## 5.5 Stratégie de la synchronisation entre les deux applications

Avec notre solution desktop, on a également développé une application web basique qui représente SYANA pour l'Interfaçage et la démonstration de la synchronisation des données.

La figure 5.13 illustre l'application web, on peut voir que la liste des demandes d'intervention contient trois éléments créés online.



Id	IdLocal	IsFromLocal	DateDeclaration	EtatSysteme	Numero	DescriptionInterven	IdEquipement	IdEtat	IdPriorite
2		<input type="checkbox"/>	01/13/2022 09:44:11		10	description du probleme	4	4	4
5		<input type="checkbox"/>	01/13/2022 09:44:11		13	description du probleme	10	4	4
3		<input type="checkbox"/>	06/30/2022 23:00:00		11	description du probleme	4	3	3

FIGURE 5.13 – Fenêtre demandes d’intervention de l’application web

La figure 5.14 illustre notre application desktop, ou on peut voir que la liste des demandes d’interventions n’est pas encore synchronisée.

Données de base   Compteurs   **Demandes d'interventions**   Ordres de travail   Permis   Admin Admin   **logout**

+ Nouveau   Envoyer vers SYANA web :   **Synchroniser**

Numero    Code equipement

**Demande d'intervention**

Selectionner une ligne pour modifier un DI   **Modifier**

Numero	Code equipement	Date déclaration	Etat	Priorite	Probleme
Aucun contenu dans la table					

ELI 2022

FIGURE 5.14 – Fenêtre demandes d’intervention de l’application desktop

Après le processus de synchronisation (qui se produit chaque heure), on peut voir que la liste des demandes d’interventions sur l’application desktop est remplie et synchronisée avec la liste des demandes d’intervention dans l’application web (figure 5.15).

Données de base    Compteurs    **Demandes d'interventions**    Ordres de travail    Permis    Admin Admin    logout

+ Nouveau    Envoyer vers SYANA web :    Synchroniser

Numero    Code equipment

### Demande d'intervention

Selectionner une ligne pour modifier un DI    Modifier

Numero	Code equipment	Date déclaration	Etat	Priorité	Probleme
10	BAB112MB	2022-01-13 00:00:00.0	CREER	4	description du probleme
13	BAB110BAC01GH003	2022-01-13 00:00:00.0	CREER	4	description du probleme
11	BAB112MB	2022-07-01 00:00:00.0	LANCER	3	description du probleme

ELI 2022

FIGURE 5.15 – Fenêtre demandes d’intervention de l’application desktop après la synchronisation

En l’absence de connexion, l’utilisateur se tourne vers l’application desktop pour continuer la gestion de la maintenance ; il peut par exemple ajouter des demandes d’interventions comme illustré sur la figure 5.16.

Dès que la connexion est rétablie, l’utilisateur peut cliquer sur le bouton “synchroniser” pour envoyer les données ajoutées de l’application desktop vers l’application web.

On peut voir sur la figure 5.17 que les demandes d’interventions ajoutées localement ont bien été envoyées vers l’application web.

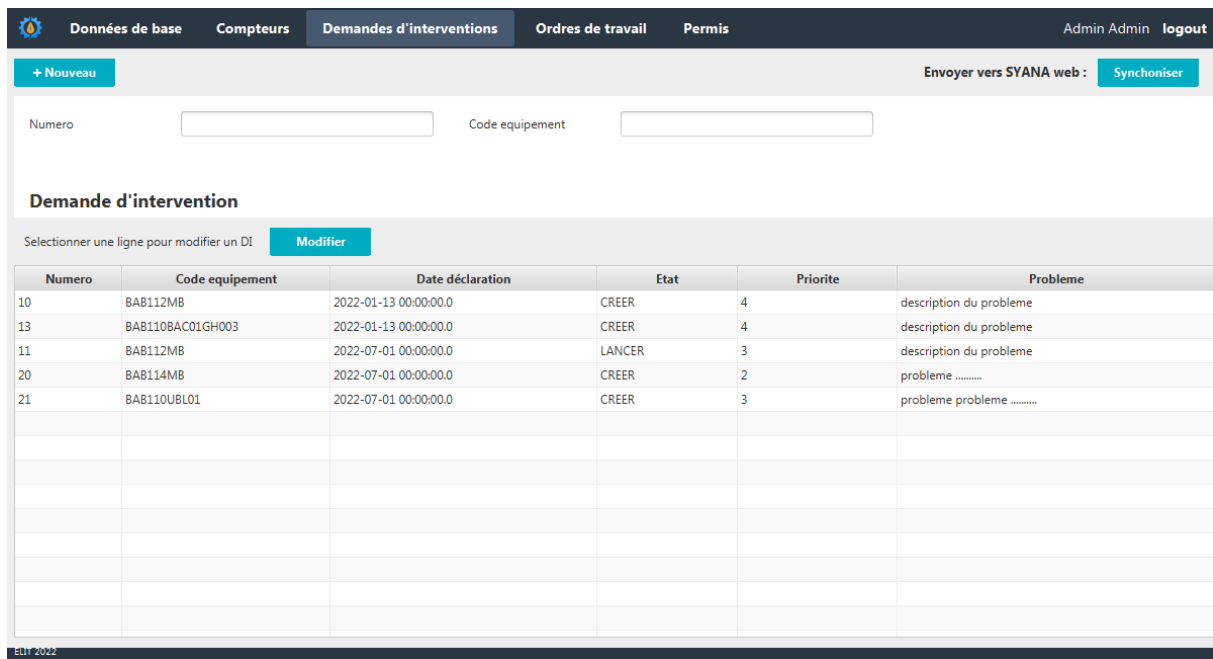


FIGURE 5.16 – Fenêtre demandes d’intervention de l’application desktop après l’ajout

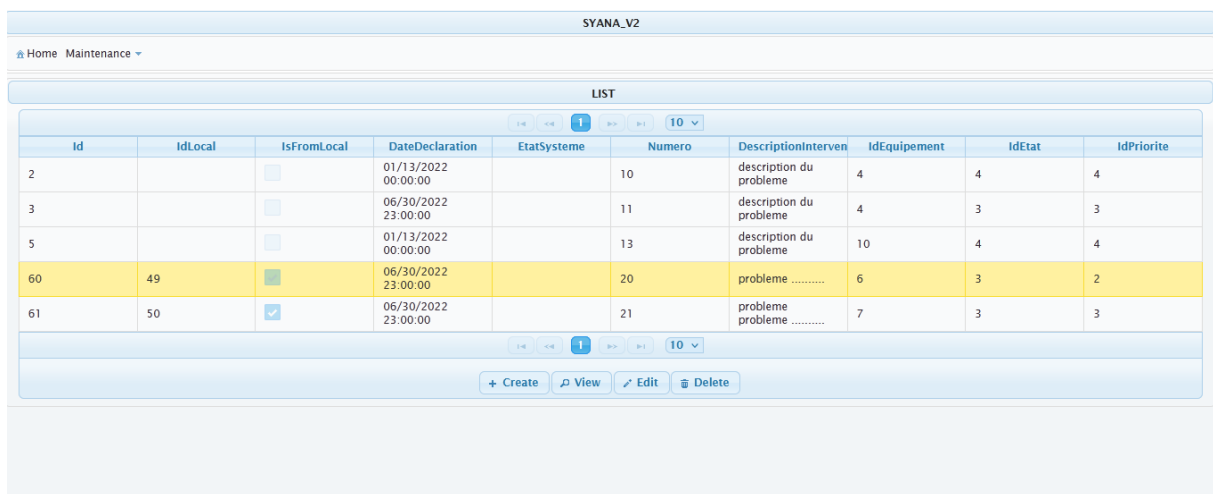


FIGURE 5.17 – Fenêtre demandes d’intervention de l’application web après la synchronisation

## 5.6 Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons présenté notre solution en mettant le point sur les outils de et les langages de programmation utilisés. Par la suite, nous avons illustré le fonctionnement de notre application en montrant quelques captures d’écran.

---

# Conclusion et perspectives

---

Au terme de ce rapport, nous pouvons conclure que ce stage de fin d'études nous a donné une occasion opportune, nous permettant de confronter l'acquis théorique à l'environnement pratique.

En effet, le stage nous a permis de prendre certaines responsabilités, par la suite de consolider de plus en plus nos connaissances théoriques et pratiques. C'est là que réside la valeur d'un tel projet de fin d'études qui combine les exigences de la vie professionnelle aux côtés bénéfiques de l'enseignement pratique que nous avons eu à l'USDB.

Dans l'optique d'offrir un système aidant à optimiser la haute disponibilité des équipements de production, transport et distribution de l'électricité et gaz, la filiale ELIT du groupe SONELGAZ a initié le projet « conception et réalisation d'une application desktop intégrée avec un système de gestion de maintenance assistée par ordinateur GMAO avec synchronisation de données ». Dans ce cadre, il nous était demandé de concevoir une GMAO desktop pour la filiale SPE du groupe.

Pour ce faire, le travail a commencé par un Benchmarking sur les solutions GMAO et GMAO offline . Cette étude nous a permis de faire une collecte progressive de connaissances théoriques et pratiques sur ce domaine. Ensuite une étude approfondie sur la synchronisation des bases de données. Par la suite, l'étude de l'existant qui nous a permis de prévoir puis contourner les problèmes rencontrés dans la filiale SPE. Après avoir fixé les besoins fonctionnels et non fonctionnels, nous avons entamé la phase de modélisation avec des diagrammes UML basée sur le processus de développement 2TUP. Finalement, nous avons terminé par la phase de la réalisation de l'application.

Tout travail est perfectible. Ce présent travail, bien que déjà apprécié, reste à améliorer notamment :

- Gérer d'autres points de mesure avec leurs seuils de déclenchement d'entretien.
- Établir des prises de mesures ainsi que la gestion des opérations de rondes.

- Intégrer les deux autres modules Achat et Stock dans l'application desktop.
- Envisager l'installation de SYANA desktop dans d'autres filiales du groupe SONELGAZ.

Ce travail nous a été bénéfique sur plusieurs plans : il nous a permis de nous adapter avec l'environnement du développement informatique. De même, il nous a permis de maîtriser la méthode de développement, le processus unifié 2TUP et des nouvelles technologies de programmation.

Tout au long de l'élaboration du projet, nous avons rencontré plusieurs difficultés tant au niveau conceptuel qu'au niveau de la réalisation. Tout de même, nous avons réussi à les surpasser pour présenter en fin de compte une application opérationnelle.

Nous espérons enfin que le travail effectué a été à la hauteur de la confiance qui nous a été donnée.

---

# Bibliographie

---

- [1] S. de Sonelgaz, “Conception et réalisation ‘elit.spa’ société du groupe sonelgaz.” <https://www.sonelgaz.dz/fr>. consulté le 29/05/2022.
- [2] S. de SPE, “Conception et réalisation ‘elit.spa’ société du groupe sonelgaz.” <https://www.spe.dz/>. consulté le 29/05/2022.
- [3] S. de ELIT, “Elit société du groupe sonelgaz.” <https://www.elit.dz/>. consulté le 29/05/2022.
- [4] N. Buchy and A. Abran, “la maintenance des logiciels,” p. 42.
- [5] “GMAO - Identifier les objectifs et les enjeux : Dossier complet | Techniques de l’Ingénieur.” <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/genie-industriel-th6/soutien-de-maintenance-42637210/gmao-mt9460/>. consulté le 20/04/2022.
- [6] FREDERIC MARC, *METTRE EN OEUVRE UNE GMAO*. S.I. : DUNOD, 2011.
- [7] M. Gusmini, “Membres de la commission de normalisation,” p. 29.
- [8] M. Wienker, K. Henderson, and J. Volkerts, “The Computerized Maintenance Management System an Essential Tool for World Class Maintenance,” *Procedia Engineering*, vol. 138, pp. 413–420, 2016.
- [9] “AQ Manager : Logiciels GMAO & Logiciels LIMS.” {<https://www.aqmanager.com>. consulté le 17/05/2022.
- [10] “Logiciel de GMAO Coswin 8i | Logiciel GMAO : Logiciel de gestion de maintenance - SIVECO.” <https://www.siveco.com/fr/logiciel-gmao/coswin-8i>. consulté le 17/05/2022.
- [11] “Logiciel de GMAO / GTP CARL Source.” <https://www.carl-software.fr/produits/gmao-carl-source/>. consulté le 17/05/2022.

- [12] “GMAO Altair Enterprise : logiciel GMAO Web & mobile 2.” <https://www.altair-enterprise.fr/>. consulté le 17/05/2022.
- [13] “Mister Maint Fusion : votre GMAO Full Web à la carte.” <https://www.mistermaintfusion.com/>. consulté le 19/05/2022.
- [14] “GMAO Mainti 4 - Logiciel de Maintenance Industrielle et GMAO | TRIBOFILM GMAO.” <https://www.tribofilm.fr/logiciels/gmao-mainti-4/>. consulté le 19/05/2022.
- [15] JournalDuNet, “5 points clés de la synchronisation de données.” [http://www.journaldunet.com/solutions/0508/050826\\_synchronisation.shtml](http://www.journaldunet.com/solutions/0508/050826_synchronisation.shtml). consulté le 24/05/2022.
- [16] T. A. L. in Data Integration Data Integrity, “What is data synchronization and why is it important?” <https://www.talend.com/resources/what-is-data-synchronization/>. consulté le 24/05/2022.
- [17] OutSystems, “Offline data sync patterns.” [https://success.outsystems.com/Documentation/10/Developing\\_an\\_Application/Use\\_Data/Offline/Offline\\_Data\\_Sync\\_Patterns/](https://success.outsystems.com/Documentation/10/Developing_an_Application/Use_Data/Offline/Offline_Data_Sync_Patterns/). consulté le 24/05/2022.
- [18] J. Thoorens, “Analyse et conception d’applications 2 Track Unified Process : Capture des besoins (fonctionnels et techniques),” p. 11.
- [19] J. Gabay, *Merise et UML pour la modélisation des systèmes d’information*. Dunod, 2004.
- [20] P. Roques, *UML2 EN ACTION (4ème édition)*. Eyrolles, 2007.
- [21] “Notions d’architecture 3-tier [Application de bases de données, principes et exemples avec LAPP].” <https://stph.scenari-community.org/bdd/lap2/co/webUC003archi.html>. consulté le 08/06/2022.
- [22] B. Zeggar, *Processus de Développement Y (Processus 2TUP) Langage de Modélisation Unifié Architecture de logiciel*. 2011.
- [23] J. G. e. D. H. Ken Arnold, *Le langage Java, (3ème édition) Editeur Vuibert Informatique*. 2001.
- [24] “Extensible Markup Language (XML) 1.0.” <https://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210>. consulté le 05/05/2022.
- [25] “Qu’est ce que ssl/tls et https?” <https://www.hostinger.fr/tutoriels/quest-ce-que-ssl-tls-et-https>. consulté le 09/06/2022.
- [26] P. Charollais, “ECMA-404, 2nd edition, December 2017,” p. 16, 2017.

- [27] “Développons en Java - Java Entreprise Edition.” <https://www.jmdoudoux.fr/java/dej/chap-j2ee-javaee.htm>. consulté le 05/06/2022.
- [28] J. Dubois, J.-P. Retailé, and T. Templier, “Spring par la pratique,”
- [29] “JavaFX.” <https://openjfx.io/>. consulté le 06/06/2022.
- [30] M. Khani Dehnoi and S. Araban, “A systematic literature review on web services composition,” *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, vol. 13, no. 1, pp. 2821–2855, 2022.
- [31] J. R. Guillaume Lelarge, *PostgreSQL - Architecture et notions avancées 3eme édition*. D-Booker, 2020.
- [32] M. Kruckenberg, J. Pipes, and C. Russell, *Pro MySQL*. Springer, 2005.
- [33] “What is NetBeans? - Definition from Techopedia.” <http://www.techopedia.com/definition/24735/netbeans>. consulté le 09/06/2022.
- [34] “IntelliJ IDEA : l’IDE Java performant et ergonomique de JetBrains.” <https://www.jetbrains.com/fr-fr/idea/>. consulté le 09/06/2022.