



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Kheider – BISKRA
Faculté des Sciences Exactes, des Sciences de la Nature et de la Vie
Département d'informatique

N° d'ordre : 08 /GLSD/M2/2024

Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de master académique en

Informatique

Parcours : **Génie Logiciel et Systèmes Distribués**

Modélisation et simulation des Processus Métiers Collaboratifs

Par :

HASSAINE ABDELHAMID

Soutenu le **23 juin 2024**, devant le jury composé de :

- | | | |
|----------------------|------------|------------|
| - BEN DAHMANE TOUFIK | PROFESSEUR | Président |
| - KAHLOUL LAID | MCA | Rapporteur |
| - OUAAR HANANE | MCB | Examineur |

Année Universitaire **2023/2024**

﴿ الإهداء ﴾

إلى أبي وأمي أطال الله في عمرهما

إلى زوجتي التي شجعتني على الدراسة وقدمت لي العون في إنجاز هذه المذكرة

إلى إخوتي وأخواتي

إلى فرحة حياتي أولادي

أمينة نور، أيوب، تسنيم ومريم

إلى أساتذتي الكرام في قسم الإعلام الآلي

إلى كل من علمني حرفا

أهدي ثمرة هذا العمل المتواضع

حساين عبد الحميد

﴿ الشكر والتقدير ﴾

قال تعالى: ﴿وَإِذْ تَأَذَّنَ رَبُّكُمْ لَئِن شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ وَلَئِن كَفَرْتُمْ إِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٌ﴾ سورة إبراهيم - الآية 07.

كَفَرْتُمْ إِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٌ ﴿٧﴾ سورة إبراهيم - الآية 07.

الذي من علينا بنعمة الإسلام ونعمة العقل وسدد خطانا ووفق مسعانا

لإنجاز هذا العمل المتواضع وإتمامه .

أتقدم بأجمل عبارات الشكر والتقدير والعرفان إلى الأستاذة الفاضلة: واعر حنان

على كل ما قدمته لي من توجيه ونصائح خلال إشرافها على إعداد المذكرة وصبرها علي

وحسن معاملتها وإرشادها لي فجزاك الله عنا كل خير لما قدمته لي .

وكذا الشكر الموصول إلى

كل من علمني حرفاً وأرشدني بالعلم

إلى كل أساتذتي طيلة مشواري الدراسي

وإلى كل من قدم لي يد العون من قريب أو بعيد .

حسان عبد الحميد

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السَّلَامُ عَلَى رَسُولِ اللَّهِ وَآلِهِ وَصَحْبِهِ وَسَلَّمَ

Table des matières

إهداء.....	I
شكر وتقدير	II
Table des matières	IV
Liste des figures	VII
Liste des tableaux	IX
Résumé	X
Abstracts	XI
ملخص	XII
Introduction générale	1

Chapitre I : Etat de l'art

I ETAT DE L'ART.....	3
I.1 Introduction	4
I.2 Processus métiers	4
I.2.1 Définitions Des Processus Métiers.....	4
I.2.2 Caractéristiques des processus métier	5
I.2.3 Types de processus métier.....	5
I.2.3.1. Perspective de niveau.....	5
I.2.3.2. Perspective des compétences de base.....	6
I.2.4 Processus métier interne et externe.....	6
I.2.4.1. Processus Métier Interne (PM privé)	6
I.2.4.2. Processus Métier Externe (PM public)	7
I.3 Gestion des processus métier (BPM-Business Process Management)	8
I.3.1 Les avantages de la gestion des processus métiers.....	9
I.3.1.1 Visibilité	9
I.3.1.2 Réduction des coûts	9
I.3.1.3 Atténuation des risques.....	10
I.3.1.4 Conformité.....	10
I.3.1.5 Expérience client.....	10

I.3.1.6 Agilité commerciale	10
I.3.2 Cycle de vie de la gestion des processus métiers (GPM).....	11
I.3.2.1 Conception	11
I.3.2.2 Modélisation	12
I.3.2.3 Exécution.....	12
I.3.2.4 Surveillance	13
I.3.2.5 Optimisation.....	13
I.4 Modélisation des processus métier.....	13
I.4.1 Modélisation semi formelle par UML.....	14
I.4.2 Modélisation par BPMN	15
I.4.2.1 Objectifs de BPMN	16
I.4.2.2 Eléments et symboles de diagrammes BPMN	16
I.5 Conseils, Exemple et Etude de Travaux connexes sur la modélisation des processus métier (BPMN)	21
I.5.1 Conseils pour la modélisation des processus métier (BPMN)	21
I.5.2 Exemple de modélisation de processus métier avec BPMN	22
I.5.3 Etude de Travaux connexes	24
I.5.4 Analyse et contribution.....	25
I.6 Conclusion	26

Chapitre II : Analyse et conception

II ANALYSE ET CONCEPTION	27
II.1 Introduction	28
II.2 Phase d'analyse	28
II.2.1 L'élevage de poulets	29
II.2.1.1 Organisations d'élevage	30
II.2.1.2 Couvoirs	32
II.2.1.3 Élevages de poulets de chair et de poulettes.....	36
II.2.2 Étude de cas : Éclosion des poussins.....	37
II.2.2.1 Les participants et acteurs.....	37
II.2.2.2 Définir les processus du processus d'éclosion des poussins.....	38
II.2.2.3 Collaboration du processus Éclosion avec d'autres participants.....	39

II.3 Phase de conception	40
II.3.1 Modélisation UML	40
II.3.1.1 Diagramme de Cas d'utilisation	40
II.3.1.2 Diagramme de classe	42
II.3.2 Modélisation BPMN	44
II.3.2.1 Modèle de collaboration générale	45
II.3.2.2 Affinement BPMN	46
II.4 Conclusion	56
Chapitre III : Implémentation	
III IMPLEMENTATION	57
III.1 Introduction	58
III.2 Les langages et les outils de développement	58
II.2.1 Les Langages de programmation utilisés	58
II.2.2 Les outils exploités	58
III.3 Réalisation de système et Présentation de quelques interfaces	59
III.4 Conclusion	69
Conclusion général	70

Liste des Figures

Chapitre I : Etat de l'art

I.1	Types de perspectives de compétences de base des processus métiers	6
I.2	Exemple de processus métier interne (repondre au patient) avec BPMN	7
I.3	Exemple de processus métier externe (voir le médecin) avec BPMN.....	7
I.4	Exemple de processus collaboratif Consultation chez le médecin avec BPMN.....	8
I.5	Avantages de la gestion des processus métier.....	9
I.6	Cycle de vie du gestion des processus métiers (BP M).....	11
I.7	Les couloirs et les pistes de diagrammes (BPMN).....	20
I.8	Les artefacts de (BPMN).....	20
I.9	Exemple BPMN collaboratif de la préparation de matériel.....	22

Chapitre II : Analyse et Conception

II.1	Processus de production de poulet.....	30
II.2	Les espèces célèbres de races Pondeuses	31
II.3	Poulets croisés de Cornouailles	31
II.4	La bonne position des œufs dans le stockage	32
II.5	Incubateur à tirage forcé	33
II.6	Evolution de l'embryon de poulet en 21 jours.....	34
II.7	Machine à mirer avec capteurs infrarouge.....	35
II.8	Élevages de poulettes.....	36
II.9	Diagramme de cas d'utilisation d'éclosion des poussins	41
II.10	Diagramme de Classe d'éclosion des poussins	43
II.11	Modèle BPMN collaboratif général de l'éclosion des poussins.....	45
II.12	Couloir du personnel du couvoir.....	47
II.13	Couloir du gestionnaire du couvoir.....	48
II.14	Couloir des vétérinaires.....	49
II.15	Couloir sexeurs de poussins.....	50
II.16	Couloir de service pour le transport des volailles.....	51

II.17	Le diagramme de collaboration de PM couvoir	52
II.18	Sous-processus de stockage des œufs.....	53
II.19	Sous-processus de l'incubation	54
II.20	Sous-processus de derniers jours avant l'éclosion.....	55
II.21	BPMN collaboratif entre le couvoir et le client.....	56

Chapitre III : Implémentation

III.1	Interface pour le Choix de rôle	59
III.2	Interface d'administrateur (responsable de couvoir)	60
III.3	Interface de Tableau de bord de l'administrateur.....	60
III.4	Interface Client	61
III.5	Interface de Tableau de bord des employés	61
III.6	Interface de vérification des étapes d'éclosion	62
III.7	Interface d'ajout un client.....	63
III.8	Interface de gestion des œufs	63
III.9	Interface de gestion des nourritures des poussins.....	64
III.10	Interface de gestion des Médicaments des poussins	64
III.11	Interface d'ajout d'un employé	65
III.12	Interface d'ajout d'un médicament.....	65
III.13	Interface de gestion des cages	66
III.14	Interface ajout des cages	66
III.15	Interface d'ajout d'un fournisseur	67
III.16	Interface de validation du transport des poussins	67
III.17	Interface des statistiques	68
III.18	Interface de rapport globale	68

Liste des tableaux

Chapitre I : Etat de l'art

I. 1	Les événements de diagramme BPMN.....	16
I. 2	Les activités de diagramme BPMN.....	17
I. 3	Les passerelles de diagramme BPMN.....	18
I. 4	Les objets de connexion de diagramme BPMN.....	19
I. 5	Les objets de données de diagramme BPMN	20
I. 6	Etude de Travaux connexes	24

Chapitre II : Analyse et conception

II.1	Description du cas d'utilisation de l'éclosion des poussins.....	42
II.2	Description du diagramme de la classe de l'éclosion des poussins.....	44
II.3	Flux de messages dans le modèle BPMN collaboratif éclosion des poussins	46
II.4	Éléments du couloir du personnel du couvoir	48
II.5	Éléments du Couloir du gestionnaire de couvoir	49
II.6	Éléments dans la Couloir des vétérinaires.....	50
II.7	Éléments dans la Couloir des Poussins Sexseur.....	50
II.8	Éléments dans la Couloir de service de transport de volailles.....	51

Résumé

Le but du présent travail est la réalisation d'une application simulant la collaboration d'un ensemble de processus métiers. Après une phase d'analyse, la modélisation est élaborée à travers le standard UML, aussi l'engin BPMN fournit une notation standardisée et visuelle permettant de représenter les processus métier de manière claire et cohérente. Cela favorise une meilleure compréhension et une meilleure communication entre les parties prenantes. En outre, BPMN facilite la collaboration en représentant les interactions, les dépendances et les flux de messages des activités entre plusieurs participants ou organisations impliquées dans des processus collaboratifs.

L'étude de cas se concentre sur le processus d'éclosion des poussins, un processus complexe nécessitant une collaboration précise entre plusieurs acteurs : éleveurs, fournisseurs d'œufs, techniciens d'incubation et vétérinaires. L'application est réalisée par java avec trois acteurs : propriétaire, opérateur, client. Ces acteurs proposent respectivement : le paramétrage, la manipulation et la commande.

Mots clé : Processus métier, collaboration, modélisation, UML, BPMN, simulation.

Abstract

The goal of this work is to create an application simulating the collaboration of a set of business processes. After an analysis phase, the modeling is developed using the UML standard, also the BPMN engine provides a standardized and visual notation allowing business processes to be represented in a clear and coherent manner. This promotes better understanding and communication between stakeholders. Additionally, BPMN facilitates collaboration by representing interactions, dependencies, and message flows of activities among multiple participants or organizations involved in collaborative processes.

The case study focuses on the chick hatching process, a complex process requiring precise collaboration between several actors: breeders, egg suppliers, incubation technicians and veterinarians. The application is produced by Java providing three actors: owner, operator, client who respectively offer: configuration, manipulation and order.

Keywords: Business processes, collaboration, modeling, UML, BPMN, simulation.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو إنشاء تطبيق يحاكي تعاون مجموعة من العمليات التجارية. بعد مرحلة التحليل، يتم تطوير النمذجة من خلال معيار UML ، لذلك يوفر محرك BPMN تدوينا موحدا ومرثيا لتمثيل العمليات التجارية بطريقة واضحة ومنسقة. وهذا يعزز التفاهم والتواصل بشكل أفضل بين أصحاب المصلحة. بالإضافة إلى ذلك، تسهل BPMN التعاون من خلال تمثيل التفاعلات والتبعيات وتدفعات الرسائل للأنشطة بين العديد من المشاركين أو المنظمات المشاركة في العمليات التعاونية.

وتركز دراسة الحالة على عملية تقيس الكتاكيت، وهي عملية معقدة تتطلب تعاوننا دقيقا بين العديد من الجهات الفاعلة: المزارعون وموردو البيض وفتيو الحضانة والأطباء البيطريون. تم تطوير التطبيق بواسطة اللغة جافا حيث تم توفير ثلاث جهات الفاعلة: المالك والمشغل لحضانة والعميل الذين يقدمون على التوالي: الإعدادات، المعالجة والتحكم.

الكلمات المفتاحية: العمليات التجارية ، التعاون ، النمذجة ، UML ، BPMN ، المحاكاة

Introduction générale

Contexte & motivations

Dans le contexte économique actuel, marqué par une concurrence accrue et une volatilité des marchés, les entreprises doivent non seulement optimiser leurs processus internes, mais aussi collaborer efficacement avec leurs partenaires externes pour rester compétitives. C'est dans ce cadre que le concept de processus métier collaboratif prend toute son importance, et donc la modélisation des processus métiers permet de constituer le savoir-faire de l'entreprise et la façon dont celle-ci construit la valeur ajoutée apportée à ses clients. D'après [38], la modélisation est essentielle pour l'analyse, l'évaluation et l'amélioration des processus métiers. Les processus métiers sont transversaux aux différentes unités de l'organisation. Ils peuvent être mis en œuvre par des personnes, des systèmes automatisés ou d'autres processus

Un **processus métier collaboratif** se définit comme un ensemble d'activités interconnectées qui s'étendent au-delà des frontières de l'entreprise, impliquant plusieurs organisations travaillant de concert pour atteindre un objectif commun. Contrairement aux processus métier traditionnels, qui se concentrent principalement sur les activités internes d'une seule organisation, les processus collaboratifs englobent les interactions entre différentes entreprises, incluant les fournisseurs, les clients, les partenaires logistiques, et autres parties prenantes.

Pour son bon fonctionnement, l'entreprise fait appel à de nombreux Processus Métier (PM) privés et publics en tant qu'ensemble de plusieurs activités reliées les unes aux autres pour atteindre un objectif, généralement dans un contexte organisationnel définissant des rôles et des relations. L'orchestration de toutes les ressources mises en jeu au cours de l'exécution d'un PM a pour but d'atteindre un objectif métier [30].

Dans l'ensemble, on peut dire que les processus métiers collaboratifs constituent sans doute une approche stratégique essentielle pour les entreprises qui cherchent à maximiser l'efficacité, à innover et à maintenir un avantage concurrentiel dans un environnement commercial dynamique. Le succès de ces opérations repose sur l'intégration de technologies de pointe, une gestion rigoureuse des relations et la capacité à s'adapter rapidement aux changements du marché.

Problématique

Le problème principal qui se pose est qu'un PM ne peut jamais être parfaitement adapté à toutes les situations. Un PM doit être en constante évolution afin de permettre aux entreprises de répondre aux exigences du marché.

Les PMs doivent donc être plus souples pour permettre aux entreprises de faire face à toutes les situations. En effet, la nature actuelle de ces PMs est devenue complexe, dynamique.

L'objectif de notre travail à développer une application simulant la collaboration des PMs. La réalisation de ce system nécessite de répondre aux plusieurs questions :

- Comment modéliser un système des processus métiers collaboratif ?
- Comment simulé ce système et quelles sont les outils utilisés ?
- Comment implémenter une application avec une étude de cas (éclosion des poussins) ?

Organisation de la thèse

Le présent mémoire est décomposé comme suit :

Dans le premier chapitre, nous présentons les concepts de base et les types de processus métier, y compris le terme de collaboration. Nous concentrons sur l'analyse de quelques travaux connexes.

Le deuxième chapitre portera sur l'analyse et la conception de l'étude de cas sélectionné, les étapes de base du domaine de la production de poulet, puis sur l'analyse du processus d'éclosion et identifiera les processus commerciaux, les participants et la collaboration dans le système. Nous nous concentrons sur la conception du processus d'éclosion à l'aide de paradigmes : UML et BPMN.

Le troisième chapitre contient Les types de langages et les outils de développement aussi description sur la Réalisation de système et Présentation de quelques interfaces

Nous concluons ce travail en le résumant, une conclusion générale esquisse les perspectives potentielles que nous envisageons d'entreprendre dans les travaux futurs.

Chapitre I

ETAT DE L'ART

I.1 Introduction

La reconnaissance croissante de l'importance des processus métier a conduit à un accent accru sur leur modélisation précise et efficace. En utilisant des outils et techniques semi-formels comme BPMN et UML, les entreprises peuvent non seulement documenter et analyser leurs processus mais aussi les optimiser pour améliorer leur fonctionnement global. Une bonne définition et modélisation des processus métier sont donc essentielles pour la performance, la qualité et l'agilité d'une organisation dans un environnement compétitif et en constante évolution.

Alors durant ces dernières années, il est de plus en plus reconnu que la notion de processus métier est un concept clé qui soutient l'activité de l'entreprise. Le fonctionnement efficace de celle-ci qu'est aujourd'hui basé sur une bonne définition de ce processus métier (**PM**) [01]. Pour but de faciliter cette étude nous avons besoin de définir un aspect qui nous permet de spécifier une représentation d'un processus métier par une modélisation plus facile à appréhender.

La modélisation de processus métier est une phase primordiale car elle permet de décrire la chaîne de valeur d'une entreprise. Des modèles et des langages sont utilisés pour permettre la définition du processus et la spécification des connaissances métier d'une entreprise. Son but est de fournir une représentation approchée du système ou du produit que l'on veut analyser, concevoir ou fabriquer [02], cette représentation, appelée modèle pour une représentation abstraite de la réalité, En employant des techniques de modélisation telles que BPMN (Business Process Modeling Notation), ouvrant la voie à une collaboration efficace et à une efficacité opérationnelle améliorée.

L'objectif de ce chapitre est de fournir une explication claire du contexte scientifique dans lequel se situe notre recherche. Ce chapitre est divisé en 4 sections :

La première section définit le processus métier et ses principales caractéristiques ainsi que les différents types de tiers incluant les processus métiers externes et internes.

La deuxième section concerne la gestion des processus métiers (GPM), où nous parlerons des avantages du GPM et du cycle de vie du GPM.

La troisième section, nous allons parler de la modélisation BP avec des paradigmes semi-formels. Cette section contient un aperçu de chacun d'UML, BPMN et de ses différents éléments.

Enfin la dernière section, nous examinerons quelques travaux connexes.

I.2 Processus métiers

Les processus métier constituent le cadre fondamental qui soutient le fonctionnement et la prospérité de toute organisation prospère. Ils englobent une série d'activités et de tâches interconnectées qui transforment les intrants en résultats précieux, permettant aux entreprises de

fournir des produits et des services efficacement tout en garantissant une qualité constante et la satisfaction des clients.

I.2.1 Définitions Des Processus Métiers

Un processus métier **PM** (en anglais **Business Process (BP)**) est un ensemble d'activités structurées avec un début et une fin [03]. Cet ensemble d'activités est organisé selon les règles d'organisation de l'entreprise. Tout processus métier (**PM**) implique de nombreux participants sous forme de personnes, de machines et de systèmes provenant de plusieurs entreprises [04].

Dans le cas d'un processus métier **PM** aussi complexe, ces participants travailleront ensemble en collaboration pour atteindre l'objectif collectif de l'entreprise, nous appelons cela un processus métier collaboratif (PMC). Chaque participant au CBP peut communiquer avec les autres participants du système.

Un processus métier est une instance de programme logiciel en exécution sur un ordinateur. Elle fait référence aux processus qu'une organisation publique ou privée met en œuvre pour la conduite de ses affaires. Il s'agit alors des processus de la chaîne de valeur de l'entreprise, qui la traversent de part en part, et qui sont liés à l'exercice de son métier [05].

I.2.2 Caractéristiques des processus métier :

Un processus métier implique une séquence délimitée d'activités ou d'étapes essentielles pour atteindre un résultat spécifique. Il peut être caractérisé par l'ensemble suivant de 7 attributs [06] :

1. Portée : point de départ et d'arrivée de la série d'étapes.
2. Finalité : objectif global ou raison pour laquelle le processus est effectué.
3. Étapes : actions spécifiques effectuées par les membres de l'équipe.
4. Séquence : ordre dans lequel les étapes sont exécutées.
5. Membres de l'équipe : personnes qui effectuent les étapes.
6. Résultat : produit, service ou résultat spécifique résultant de l'exécution du processus.
7. Client : processus suivant, demande ou utilisateur final du résultat.

I.2.3 Types de processus métier

Actuellement, il n'existe pas de classification ou de catégorisation universellement acceptée des différents types de processus commerciaux dans les cercles universitaires ou industriels. Cependant, nous pouvons aborder le sujet de deux points de vue principaux : la perspective du niveau et la perspective de la compétence de base.

I.2.3.1 Perspective de niveau :

La perspective de niveau catégorise les processus métier en fonction de niveaux qui ressemblent à la structure hiérarchique des organigrammes traditionnels.

Ce point de vue, principalement influencé par Robert N. Anthony, identifie trois niveaux d'activités de gestion [04]:

- Le contrôle opérationnel fait référence au processus visant à garantir l'exécution efficace et efficiente de tâches spécifiques.
- Le contrôle de gestion implique le processus par lequel les gestionnaires assurent l'acquisition et l'utilisation efficaces et efficientes des ressources pour atteindre les objectifs de l'organisation.
- La planification stratégique englobe le processus de détermination des objectifs de l'organisation, d'apporter des modifications à ces objectifs si nécessaires, d'identifier les ressources nécessaires pour les atteindre et d'établir des politiques régissant l'acquisition, l'utilisation et l'élimination de ces ressources.

I.2.3.2 Perspective de compétence de base

La perspective niveau met l'accent sur la répartition des responsabilités, tandis que la perspective compétences de base des processus métier les catégorise en fonction de leurs fonctions ou, plus précisément, de leurs principales forces. [07]. Il existe principalement trois groupes (figure I.1) :



Figure I.1 : Types de perspectives de compétences de base des processus métiers

- **Processus métier de base (Opérationnels)** : Les processus opérationnels sont les activités principales qui créent de la valeur pour l'entreprise et ses clients. Ils sont directement liés à la production de biens et de services, tels que le département de développement logiciel au sein d'entreprises comme IBM ou Microsoft.

- **Processus métier de gestion** : Il s'agit de processus axés sur la garantie de l'efficacité, de la conformité de l'entreprise et de la gouvernance et aussi concernent la planification, le contrôle et la supervision des activités de l'entreprise. Ils sont essentiels pour définir la stratégie. Par Exemples Planification Stratégique (La définition de la vision), Gestion de la Performance (Le suivi et l'évaluation de la performance des employés et des départements par rapport aux objectifs fixés, Gestion de la Qualité (la mise en œuvre et le maintien des normes de qualité dans l'ensemble de l'organisation, Gestion des Risques (l'identification, l'évaluation et la gestion des risques auxquels l'entreprise est confrontée.

• **Processus métiers de Support** : Ce sont des composants non générateurs de revenus qui sont essentiels à la réalisation des objectifs commerciaux. Ils peuvent impliquer des processus de transport dans une entreprise manufacturière ou le service informatique d'une chaîne de points de vente au détail.

I.2.4 Processus métier interne et externe

Comprendre et gérer efficacement les processus métier internes et externes est crucial pour le succès de l'organisation et pour favoriser des relations productives :

I.2.4.1 Processus Métier Interne (Privé)

Les processus privés sont conçus pour satisfaire des besoins locaux, Fournissent des services de gestion interne comme la paie du personnel ou le processus recrutement [08]. Ces processus sont déclenchés à l'intérieur d'une même entreprise, qui a un contrôle complet à travers les ressources allouées dans ces processus et l'implémentation des activités individuelles. La majorité des processus métiers sont des processus intra entreprise. C'est bien plus vrai si nous nous concentrons sur les processus de valeur ajoutées qui supportent directement des buts communs [09], La figure (I.2) représente un exemple de processus métier interne par le BPMN.

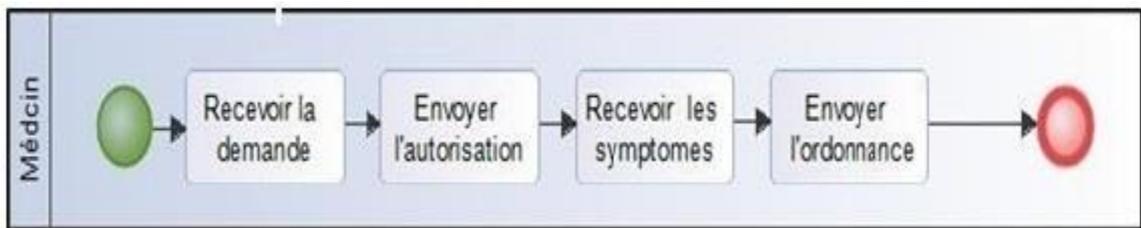


Figure I.2: Exemple de processus métier interne reprendre au patient avec BPMN

Les processus métier sont internes à une organisation spécifique et sont généralement nommés workflows. Dans le domaine des web services, on parle d'orchestration de services. Pendant le cycle de développement, certaines étapes n'ont pas besoin d'être détaillées. L'objectif étant alors de documenter le comportement du processus à différents niveaux de détails [10].

I.2.4.2 Processus Métier Externe (Public) :

Les processus externes incluant n partenaires. Lorsqu'une application ou un client requiert des fonctionnalités, et qu'aucun processus privé n'est seul apte à les fournir, comme e-Banking [08].

Les processus entre les entreprises sont des processus entrants ou sortants ; ils sont déclenchés de l'extérieur ou se terminent en dehors des frontières d'une entreprise [11].

Dans ce domaine deux abréviations sont utilisées sur les processus qui traversent les frontières de leurs entreprises, B2B (business-to-business) : des processus entre les entreprises, B2C (business-to-consumer): des processus entre les entreprises et les clients. Nous utilisons les termes B2G

(business-to-government) : des processus entre les entreprises et les agences gouvernementales, C2C (consumer-to-consumer) : les processus entre les clients (vente aux enchères online). Les processus interentreprises peuvent se trouver aussi quand une ou plusieurs activités d'un processus sont exécutées à l'extérieur du cercle de contrôle de l'entreprise, alors qu'une partie d'un processus est externalisée [12]. La figure (I.3) représente un exemple de processus métier externe par le BPMN.

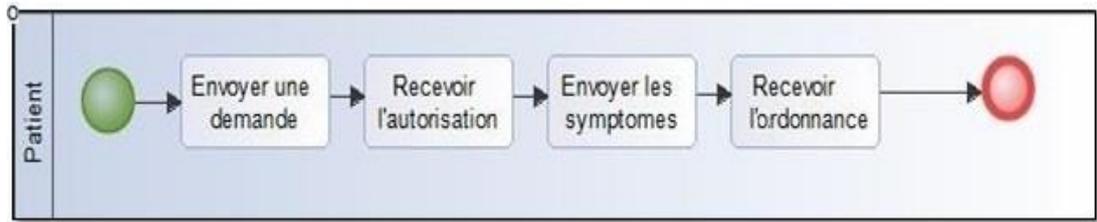


Figure I.3: Exemple de processus métier externe voir le médecin avec BPMN

Les processus métier représente l'interaction entre un processus privé et un autre ou un participant. Seules les activités utilisées pour communiquer avec les autres participants et leur ordre d'exécution sont incluses dans le processus public. Toutes les autres activités internes du processus privé ne sont pas représentées. Ainsi le processus public montre au monde extérieur les messages et leur ordonnancement qui sont nécessaires pour interagir avec ce processus.

Les processus publics peuvent être modélisés séparément ou à l'intérieur d'une collaboration en montrant les messages entre le processus public et les autres participants [10].

La figure (I.4) représente un diagramme de collaboration qui analyse le flux de séquence des processus et l'échange de messages entre participants (représentés sous la forme de couloirs et de pools), et Chaque pool contient un processus implicite avec un événement de début et un ou plusieurs événements de fin. Un diagramme de processus analyse le flux de séquence dans un seul processus au sein d'un participant (qui peut être montré ou implicite). La figure (I.4) représente le processus métier collaboratif qui fusionne entre le processus interne et externe.

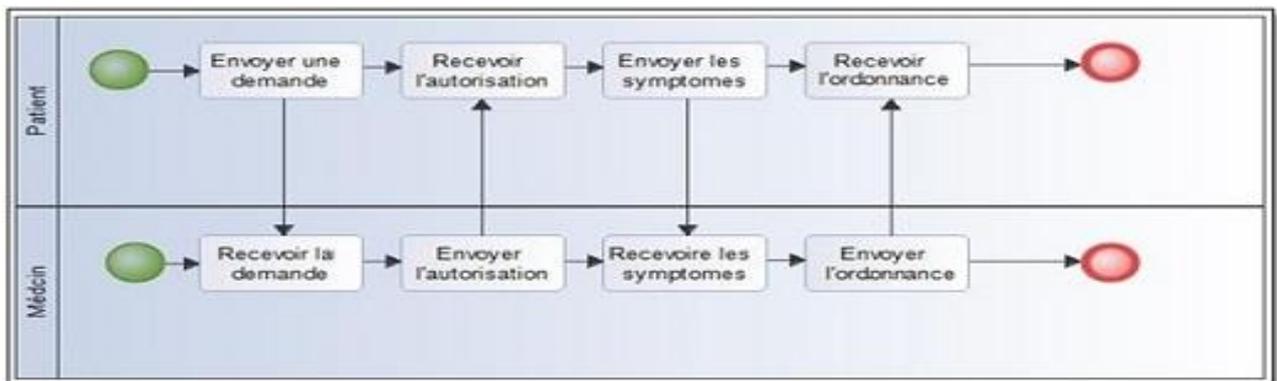


Figure I.4: Exemple de processus collaboratif Consultation chez le médecin

I.3 Gestion des processus métier (GPM - Gestion des Processus Métier)

La gestion des processus métier (GPM) englobe des principes, des approches et des outils qui facilitent la planification, la supervision, la personnalisation, l'exécution et l'évaluation des processus métier. Au cœur de la gestion des processus métier se trouve la représentation explicite des processus métier, y compris leurs activités respectives et les interdépendances régissant leur exécution, Une fois définis, les processus métiers peuvent être analysés, améliorés et mis en œuvre[13].

I.3.1 Les Avantages de la gestion des processus métier

Les technologies GPM jouent un rôle essentiel dans la rationalisation des processus et la suppression des obstacles, ce qui se traduit par une amélioration des performances et une réduction des coûts. Lorsqu'il est mis en œuvre avec succès, le GPM peut améliorer plusieurs facettes du fonctionnement d'une organisation. En comprenant les principes sous-jacents de l'utilisation du GPM, les entreprises peuvent créer des solutions sur mesure qui offrent des avantages substantiels. Voici six avantages du GPM (figure I.5) [14] :

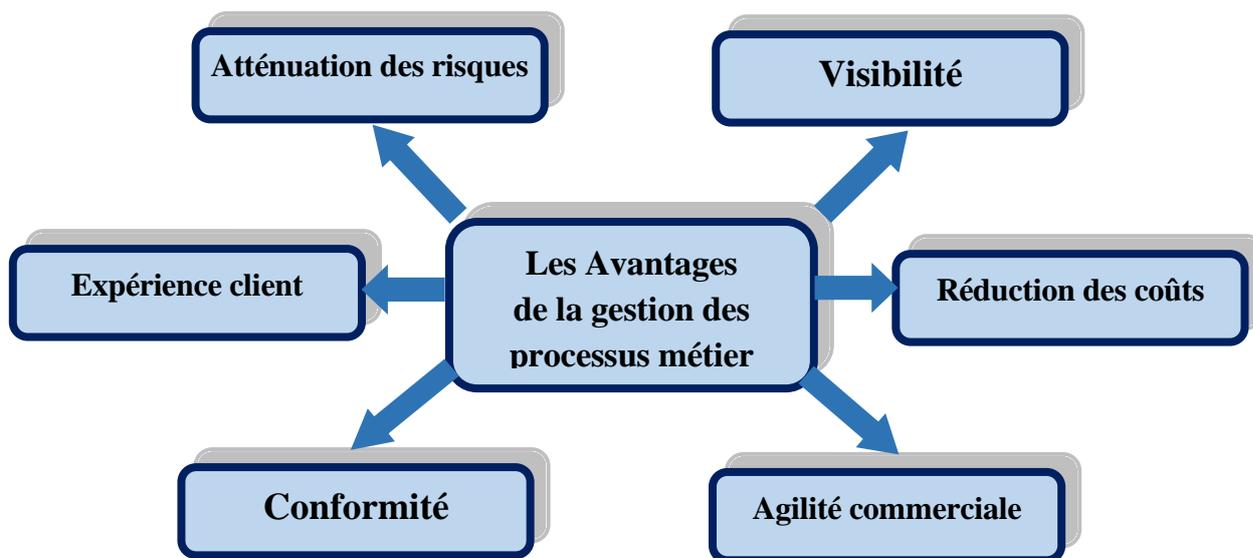


Figure I.5 : Avantages de la gestion des processus métier

I.3.1.1 Visibilité

le GPM offre une visibilité précieuse sur l'efficacité opérationnelle de votre entreprise dans la fourniture de produits ou de services. Ces derniers temps, les organisations ont de plus en plus adopté le Process Mining pour découvrir l'exécution de leurs flux de travail, en identifiant les écarts en comparant les pratiques réelles à des modèles commerciaux prédéterminés. Cela vous permet d'observer les activités de base effectuées par les individus et les systèmes, plutôt que de vous fier uniquement à des hypothèses.

I.3.1.2 Réduction des coûts

la réduction des coûts revêt une immense importance pour toutes les organisations. En réduisant les dépenses opérationnelles, les entreprises peuvent augmenter leur marge bénéficiaire, ce qui en fait un indicateur de performance crucial pour toute entreprise de gestion des processus métiers (GPM). Pour garantir que vos processus impactent positivement vos résultats financiers, il est essentiel d'identifier le coût global d'exécution et le coût de retard qui y est associé. L'analyse globale de l'efficacité des processus permet d'identifier et d'éliminer les processus redondants et les méthodes sans valeur, ainsi que de consolider les opérations. Ce sont là quelques-unes des différentes stratégies qui peuvent être utilisées pour réduire efficacement les coûts.

I.3.1.3 Atténuation des risques

le risque est une caractéristique innée de chaque processus métier et nécessite une gestion efficace au sein de chaque processus. La modélisation des processus métiers joue un rôle essentiel en permettant aux organisations de comprendre le paysage des risques environnants. Grâce à l'identification des risques au sein des processus métier, les organisations peuvent déterminer le niveau de risque acceptable et établir un cadre de contrôle approprié pour prévenir les défaillances des processus.

I.3.1.4 Conformité

à mesure que le nombre de réglementations continue de croître, les organisations ont besoin d'aide pour rester à jour en matière de conformité. Ils doivent établir un cadre de contrôle interne solide pour garantir l'efficacité, la sécurité et la conformité de leurs processus aux réglementations en vigueur. C'est pourquoi de nombreuses réglementations exigent explicitement la documentation des processus métier comme preuve de conformité réglementaire. En intégrant les contrôles internes et la conformité dans leurs processus, les organisations peuvent éviter efficacement les amendes réglementaires et préserver leur réputation.

I.3.1.5 Expérience client

un inconvénient majeur du GPM est sa tendance à donner la priorité à l'efficacité des processus ou à la réduction des coûts, ce qui conduit souvent les départements à adopter une perspective étroite et à négliger l'impact sur l'expérience client. Pour atténuer ce problème, les parties prenantes de l'entreprise peuvent adopter une approche tournée vers l'extérieur en intégrant le GPM à la cartographie du parcours client. Cela leur permet de comprendre comment les clients perçoivent la valeur apportée par chaque étape du processus. En intégrant le point de vue du client, les organisations peuvent garantir que les initiatives GPM sont alignées sur l'offre d'une expérience client améliorée.

I.3.1.6 Agilité commerciale

les plates-formes GPM contemporaines aident les organisations à améliorer leur réactivité aux exigences des clients. En adoptant un logiciel de gestion des processus métiers, les organisations peuvent gagner en rapidité et en flexibilité.

pour s'adapter à l'évolution des demandes du marché. Lorsqu'un problème survient, une entreprise compétente dans la gestion de ses processus métier peut rapidement identifier la cause profonde, apporter les ajustements nécessaires et mettre à jour le processus avec un temps d'arrêt minimal. L'utilisation de la simulation de processus permet de prédire l'impact des changements sur le processus métier global, garantissant ainsi que l'organisation adopte la solution la plus optimale disponible.

I.3.2 Cycle de vie du la gestion des processus métiers (GPM)

Le cycle de vie de la gestion des processus métiers (figure I.6) se compose d'une série de cinq étapes interconnectées qui doivent être soigneusement respectées, quelle que soit l'entreprise ou la situation géographique. Les étapes suivantes sont impliquées [15] [16] :

Cycle de vie du Gestion des Processus Métier

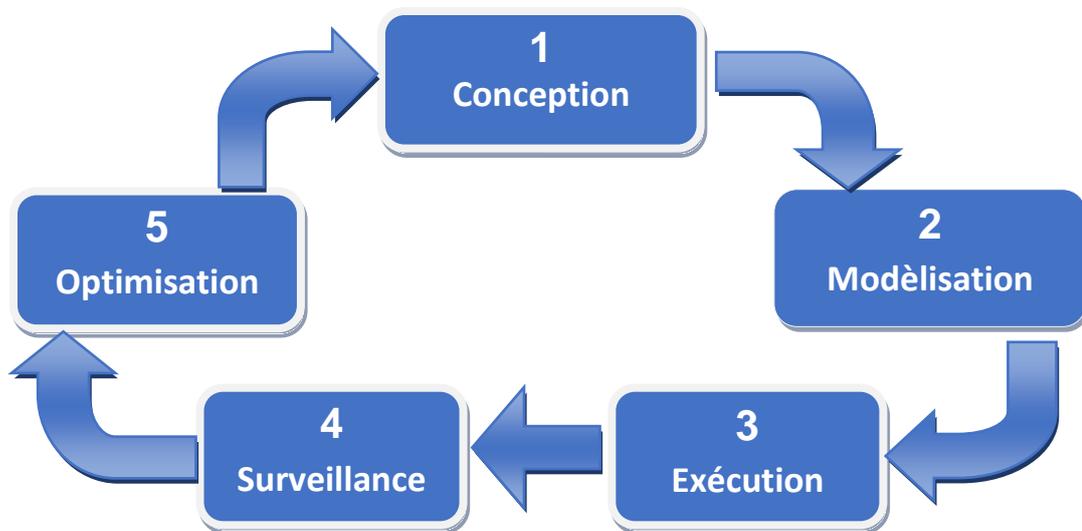


Figure I.6 : Cycle de vie du gestion des processus métiers(GPM).

I.3.2.1 Conception

Lorsque vous commencez, vous disposez d'un nombre réduit de parties prenantes et de processus. Cela vous permet de définir plus facilement vos processus commerciaux et de les exécuter au quotidien. Cependant, à mesure que votre entreprise se développe, vos processus commencent à devenir plus prévisibles. Vos équipes ont du mal à gérer ces processus dispersés, qui

sont sur le point de planter à n'importe quel moment. Concentrer la main d'œuvre sur des processus aussi étendus et répétitifs peut entraîner des erreurs.

La gestion des processus métier permet de segmenter un processus en tâches plus gérables et d'attribuer chaque tâche aux parties prenantes concernées. Avec la capacité de collecter des données à chaque étape et de les étendre tout au long du cycle de vie des processus, le GPM devient une solution complète pour gérer vos processus. Il vous aide à exécuter les processus de manière transparente tout en respectant les règles métier.

De plus, le logiciel de gestion des processus métier résout toutes les perturbations pouvant survenir lors de modifications de processus ou de l'ajout de nouveaux processus. Les organisations sont confrontées à des processus métier en constante évolution. Elles embauchent de nouveaux employés, acquièrent de nouveaux outils, nécessitent des améliorations de processus basées sur l'IA et certains anciens processus deviennent obsolètes. La conception des processus métier permet de caractériser et de concevoir ces processus afin de les intégrer de manière transparente dans votre cadre métier existant.

I.3.2.2 Modélisation

Pour que les équipes puissent visualiser la séquence du flux de travail et pour que le système d'orchestration des processus comprenne vos instructions, il est nécessaire de convertir le processus en représentation numérique. Exécuter un processus à l'aide d'un stylo et de papier n'est pas pratique ; il doit être numérisé pour circuler dans le système et être exécuté ou automatisé.

La modélisation GPM, également connue sous le nom de modélisation de processus, consiste à créer une représentation graphique des étapes impliquées dans un processus. Pour améliorer l'efficacité du cadre de processus, il est crucial d'acquérir une connaissance comparative de l'état actuel et de l'état souhaité. La modélisation GPM permet cela en offrant un niveau de visibilité plus approfondi sur votre pipeline de processus.

I.3.2.3 Exécution

Une fois que vous avez cartographié et représenté visuellement vos processus pour les rendre facilement compréhensibles, l'étape suivante consiste à les exécuter. Cependant, il n'est pas certain que vos flux de travail soient exempts d'erreurs à ce stade. Il est donc nécessaire de les tester dans un environnement contrôlé ou auprès d'un petit groupe d'utilisateurs avant de les faire vivre. Comment l'outil GPM sait-il exécuter un processus ? Quelles données doit-il récupérer du CRM ?

Pour guider l'outil, vous devez établir des règles métier prédéfinies à suivre. L'outil exécute toutes les règles qui se produisent avant, pendant et après l'achèvement du processus.

Les processus organisationnels courants tels que la documentation du processus d'approbation, l'intégration des employés, la supervision des actifs, les états financiers et les bons de commande impliquent souvent des actions qui peuvent être effectuées sans intervention humaine, comme le transfert d'une tâche d'approbation d'une partie prenante à une autre. Cependant, ces actions doivent encore être menées par vos équipes, et si vous ne disposez pas d'un système efficace pour aligner ces actions sur le résultat global de l'entreprise, vous risquez de ne pas respecter le processus. Un logiciel GPM peut répondre à cette préoccupation en alignant les actions et en offrant des opportunités d'automatisation efficace des flux de travail, optimisant ainsi davantage vos processus.

I.3.2.4 Surveillance

Pour garantir le respect continu des processus, il est essentiel de les surveiller en permanence. En surveillant et en examinant les processus en temps réel, vous pouvez identifier de manière proactive les goulots d'étranglement potentiels et identifier les domaines à améliorer. La surveillance des processus métier joue un rôle crucial dans le cycle de vie du GPM, offrant des avantages allant au-delà de la simple prévention des problèmes.

Les organisations s'appuient fortement sur de nombreux processus dans diverses fonctions pour fonctionner sans problème. Il ne suffit pas d'établir un processus et de l'oublier ensuite. La surveillance GPM garantit que l'ensemble de votre cadre de processus reste informé des activités quotidiennes et minute par minute, les traduisant avec précision en processus métier de bout en bout.

Les solutions GPM analysent vos documents et tâches pour évaluer leur efficacité en fonction d'indicateurs clés de performance (KPI). Après tout, on ne peut pas améliorer ce qu'on ne peut pas mesurer. La surveillance des processus métier vous permet d'obtenir des informations tangibles, quantitativement et qualitativement, pour justifier l'efficacité de vos processus.

I.3.2.5 Optimisation

En mettant en œuvre un système de surveillance robuste, vous pouvez orienter les opérations vers l'optimisation et l'amélioration des processus. L'optimisation des processus métier implique d'exploiter des indicateurs et des mesures cruciaux pour examiner et améliorer les processus existants. Grâce à une optimisation réussie, vous pouvez minimiser les efforts inutiles, améliorer la qualité des résultats, garantir la conformité des processus, réduire le temps d'exécution et éliminer toute inefficacité au sein du processus ; Les processus cloisonnés sont incapables de contribuer efficacement à vos objectifs organisationnels, car ils se retrouvent piégés dans un cycle de problèmes quotidiens. L'optimisation du GPM contribue au renforcement

I.4 Modélisation des processus métier

La représentation d'un processus se fait en rédigeant un modèle selon une notation plus ou moins formelle. Les méthodes et formalismes adoptés se sont imposés au gré de la démocratisation de l'utilisation des processus, et le terme 'modélisation' ou création d'un 'modèle' sera adopté pour exprimer la représentation d'un processus selon un formalisme spécifique [17]. Un Modèle de Processus Métiers (MPM) nous aide à identifier, décrire et décomposer des processus métiers. Il est possible d'analyser un système à différents niveaux, en mettant l'accent alternativement sur le flux de contrôle (la séquence d'exécution) et sur le flux de données (l'échange des données).

La modélisation de processus métiers est un ensemble de technologies et de standards pour l'analyse, la modélisation, la mise en œuvre et l'exécution des processus métiers. Elle permet aux analystes métiers et aux gestionnaires d'analyser un système qu'ils utilisent afin de le rationaliser et de l'optimiser, ou pour modéliser un nouveau système [12]. Ce modèle fournit une vue d'ensemble où le système proposé est considéré adapté à la structure organisationnelle et les activités quotidiennes. Cependant, quand on commence à s'intéresser à la modélisation des processus métiers d'une organisation, on se rend rapidement compte que le champ d'application de cette discipline est très large. On peut modéliser et spécifier des processus métier par certains paradigmes **UML**, **BPEL**, **RDP**, **GPM**, **BPMN**, mais dans notre cas en va utiliser deux paradigmes : **UML** et **BPMN**.

I.4.1 Modélisation semi formelle par UML

UML (en anglais Unified Modeling Language) est un langage de modélisation graphique à base de pictogrammes. Il est apparu dans le monde du génie logiciel, dans le cadre de la conception orientée objet. Couramment utilisé dans les projets logiciels. Il est conçu pour modéliser divers types de systèmes, de taille quelconque et pour tous les domaines d'application (gestion, scientifique, temps réel, système embarqué) [18]. UML propose des diagrammes spécialisés ayant chacun une fonction précise.

- **Le diagramme de séquence** : Permet de décrire les différents scénarios d'utilisation du système.
- **Le diagramme d'activité** : Représente étape par étape le flux de travail des entreprises et des composantes opérationnelles.
- **Le diagramme de communication** : Permet de mettre en évidence les échanges de messages entre objets.
- **Le diagramme états-transitions** : Représente les états et les transitions d'état.
- **Le diagramme global d'interaction** : Fournit une vue d'ensemble et des nœuds représentant les diagrammes de communication.

- **Le diagramme de temps** : Il s'agit là de décrire les interactions entre objets avec des contraintes temporelles fortes.

Il n'existe pour le moment pas de diagramme UML spécialisé pour la modélisation des processus métiers. UML propose cependant un mécanisme d'extensibilité permettant de spécialiser chaque diagramme pour une utilisation particulière. Il est par exemple possible de spécialiser les diagrammes d'activité pour la modélisation des processus métiers [19].

Les diagrammes d'activités UML sont une variation des diagrammes d'états-transitions dans laquelle les états représentent à la fois la réalisation des actions ou sous activités et les transitions déclenchées par la finalisation des actions ou sous activités.

I.4.2 Modélisation par BPMN

La norme de modélisation des processus métier (Business Process Modeling Notation) a été développée par le IGPM (Initiative de Gestion de Processus Métier) et a fait l'objet d'une série de révisions. En 2005, ce groupe a fusionné avec l'OMG (Object Management Group) qui a repris l'initiative. En 2011, l'OMG a sorti la version BPMN 2.0 et changé le nom de la méthode pour Business Process *Model and* Notation. Cette norme de modélisation des processus métier est alors devenue plus détaillée grâce à l'utilisation d'un ensemble plus riche de symboles et de notations pour les diagrammes de processus métier. Depuis 2014, une méthode d'organigramme de décision appelée DMN (Decision Model and Notation), complète la notation BPMN, car celle-ci ne se prête pas naturellement à la représentation des flux de décision [20].

La norme de modélisation des processus métier BPMN (**Business Process Model and Notation**) est une méthode d'organigramme qui modélise de A à Z les étapes d'un processus métier planifié. Élément clé de la gestion d'un processus métier, elle permet de représenter visuellement une séquence détaillée des activités commerciales et des flux d'informations nécessaires à la réalisation d'un processus.

Son objectif est de modéliser de façons d'améliorer l'efficacité, de prendre en compte un nouveau contexte ou d'acquérir un avantage compétitif. Cette méthode fait l'objet d'un effort de normalisation depuis quelques années déjà et est souvent nommé légèrement différemment : **Business Process Model and Notation**, dont l'acronyme reste BPMN. Elle se distingue du Business Process Mapping, qui modélise des processus *actuels* pour la normalisation, la formation, le contrôle qualité ou la conformité avec un audit. Le BPMN est aussi l'équivalent en entreprise du Langage de modélisation unifié (UML) utilisé dans la conception de logiciels [19].

I.4.2.1 Objectifs de BPMN

La notation BPMN est utile à toutes les parties prenantes d'un processus métier, car elle permet de mieux le comprendre grâce à une représentation visuelle accessible de toutes ses étapes. À un niveau plus détaillé, elle est destinée aux personnes qui mettront en œuvre le processus en donnant suffisamment de détails pour permettre son application. Elle offre un langage standardisé et commun à tous les personnels impliqués, qu'ils soient techniques ou non : analystes commerciaux, participants au processus, managers, développeurs techniques, mais aussi équipes externes et consultants. Dans l'idéal, elle fait le lien entre l'intention du processus et sa mise en œuvre en fournissant suffisamment de détails et de visibilité sur la séquence des activités de l'entreprise.

Un schéma peut se révéler bien plus facile à comprendre qu'un texte. Il permet de communiquer et de collaborer plus facilement pour atteindre un processus efficace, produisant un résultat de grande qualité. Il contribue également à la communication menant à la création des documents XML (Extensible Markup Language) nécessaires à l'exécution de divers processus. L'une des principales normes XML est appelée Business Process Execution Language for Web Services ou, en version abrégée, BPEL/BEPEL4WS [20].

I.4.2.2 Eléments et symboles de diagrammes BPMN

La norme BPMN prévoit les quatre éléments suivants pour les diagrammes de processus métier [20] :

- **Objets de flux:** événements, activités et portes logiques.
- **Objets de connexion :** flux de séquence, flux de message, association.
- **Couloirs:** piste ou couloir.
- **Artefacts :** objet de données, groupe et annotation.

Voici une explication détaillée de ces différents éléments et de leur utilisation dans la description d'un processus métier :

A. Evènements de diagramme BPMN

Il s'agit d'un élément déclencheur qui commence, modifie ou termine un processus. Parmi les types d'événements : message, minuterie, erreur, compensation, signal, annulation, escalade ou lien. Ils sont représentés à l'aide de cercles contenant d'autres symboles qui changent en fonction du type d'événement. On les classe en deux catégories, « Recepteur » ou « lanceur » selon leur fonction.

Symbole	Standard	Désignation
	Symbole événement de début	Événement de début standard - Le processus commence sans événement déclencheur particulier.
	Symbole événement intermédiaire	Représente tout événement se produisant entre un événement de début et un événement de fin
	Symbole événement de fin	Marque la dernière étape d'un processus.
	Symbole message	Evenement de début Message - Le processus commence suite à la réception d'un message, comme une commande ou une requête.
	Symbole minuterie	Evènement de début Minuterie - Le processus commence à une date ou à une heure spécifique, comme Lundi à 12H
	Symbole escalade	Une étape réagit à une escalade et passe à une autre fonction dans l'entreprise. Cet événement n'est utilisé que dans un sous-processus lié à un événement. Une escalade se produit lorsqu'une personne ayant un niveau de responsabilité supérieur devient impliquée dans le processus
	Symbole lien	Un sous-processus s'inscrivant dans un processus plus important
	Symbole conditionnel	Un processus démarre où se poursuit lorsqu'une condition ou une règle métier est respectée
	Symbole erreur	Erreur détectée au début, au milieu ou à la fin d'un processus. Un sous-processus déclenchant une erreur interrompt toujours le processus qui le contient
	Symbole annulation	Réaction suite à une transaction annulée au sein d'un sous-processus. Dans un événement de fin, le symbole Annulation représente l'annulation déclenchée d'un processus.
	Symbole compensation	Retour en arrière déclenché lorsque des opérations échouent partiellement
	Symbole signal	Signal répercuté à travers différents processus. Le symbole Signal peut démarrer un processus, le faciliter.
	Symbole multiple	Déclencheurs multiples qui initient un processus
	Symbole parallèle multiple	Cas particulier de processus qui ne démarre, ne continue ou ne se termine que lorsque tous les événements possibles ont eu lieu
	Symbole achèvement	Déclenche l'achèvement immédiat de l'étape d'un processus. Toutes les instances liées s'achèvent en même temps

Tableau I.1 : Les évènements de diagramme BPMN

B. Activités de diagramme BPMN

Il s'agit d'une activité ou d'une tâche particulière effectuée par une personne ou un système. Elle est représentée par un rectangle aux angles arrondies. Elle peut être assortie de sous-processus, de boucles, de compensations et d'instances multiples. Les symboles d'événements les plus courants représentent les situations suivantes :

Symbole	Standard	Désignation
	Symbole tâche	Une tâche est le niveau le plus basique parmi les activités et ne peut pas être décomposée en éléments plus simples. Par exemple, un processus de routine matinale peut inclure la tâche d'allumer son ordinateur.
	Symbole sous processus	C'est un groupe de tâches qui vont de paire . Il existe deux vues différentes pour les sous-processus. La première est la vue réduite. Elle est associée au signe + qui permet de voir plus de détails. La seconde est la vue complète du sous-processus, suffisamment grande pour afficher toutes les tâches décrivant le sous-processus en détail
	Symbole transaction	C'est un sous-processus spécifique impliquant un paiement.
	Symbole appel	C'est un sous-processus général qui est réutilisé à plusieurs reprises dans le processus

Tableau I.2 : Les activités de diagramme BPMN

C. Passerelles de diagramme BPMN

Il s'agit d'un point de décision qui peut ajuster le chemin en fonction des conditions ou des événements. Les entrées sont représentées par des losanges. Elles peuvent être exclusives ou inclusives, parallèles, complexes ou basées sur des données ou événements.

Les branchements sont des symboles qui séparent et combinent des flux dans un schéma BPMN. Il existe plusieurs types de branchements :

Symbole	Standard	Désignation
	Symbole exclusif	Branchement qui évalue l'état du processus métier et en fonction des cas, sépare le flux en un ou plusieurs chemins s'excluant mutuellement. Par exemple, un rapport sera écrit si le supérieur hiérarchique donne son accord, aucun rapport ne sera écrit s'il ne le donne pas.

	Symbole basé sur un événement	Branchement semblable à un branchement de type Exclusif tous deux impliquent un chemin dans le flux. Toutefois, dans le cas d'un branchement dépendant d'un événement, vous évaluez quel événement s'est produit, et non quelle condition a été remplie. Par exemple, il peut être préférable d'attendre que le PDG soit arrivé au bureau avant d'envoyer un e-mail. Si le PDG n'arrive pas, l'e-mail ne sera pas envoyé
	Symbole parallèle	Ce type de branchement se distingue des autres en ce qu'il ne dépend pas de conditions ou d'événements. Au lieu de cela, les branchements parallèles sont utilisés pour représenter deux tâches simultanées dans un flux métier. Par exemple, un service marketing qui génère de nouveaux prospects tout en contactant des prospects existants.
	Symbole inclusif	Décompose le processus en un ou plusieurs autres processus. Par exemple, un branchement inclusif pourrait représenter des actions engagées suite aux résultats d'une enquête consommateurs. Un processus peut être déclenché si le client est satisfait du produit A. Un autre est déclenché s'il indique qu'il est satisfait du produit B.
	Exclusif basé sur un événement	Démarre un nouveau processus à chaque occurrence d'un événement ultérieur
	Symbole complexe	Ces branchements ne sont utilisés que pour les flux les plus complexes de processus métier. Le cas typique d'utilisation de branchements. Complexes est lorsque plusieurs branchements sont nécessaires pour décrire un flux métier
	Parallèle basé sur un événement	Comme leur nom l'indique, ces branchements sont semblables à des branchements parallèles. Ils permettent le déroulement de plusieurs processus simultanément, mais contrairement aux branchements parallèles, ces processus Dépendent d'un événement

Tableau I.3 : Les passerelles de diagramme BPMN

D. Objets de connexions dans un diagramme BPMN

Les objets de connexion sont des lignes qui relient des objets de flux BPMN. Il en existe trois types différents : les flux séquentiels, les flux de message et les associations.

Symbole	Standard	Désignation
	Symbole flux de séquence	Relie les objets de flux en une séquence adéquate
	Symbole flux de message	Représente des messages d'un participant du processus à un autre
	Symbole association	Montre les relations entre les artefacts et les objets de flux

Tableau I.4 : Les objets de connexions de diagramme BPMN

E. Couloirs dans un diagramme BPMN

On utilise les couloirs pour organiser les différents aspects d'un processus dans un diagramme BPMN. Ils regroupent visuellement des objets, chaque aspect d'un processus étant ajouté dans un couloir séparé. Ces éléments peuvent être disposés horizontalement ou verticalement. Les couloirs servent à organiser les activités en catégories séparées, mais peuvent aussi révéler des retards, des manques d'efficacité, ainsi que les personnes responsables à chaque étape d'un processus.

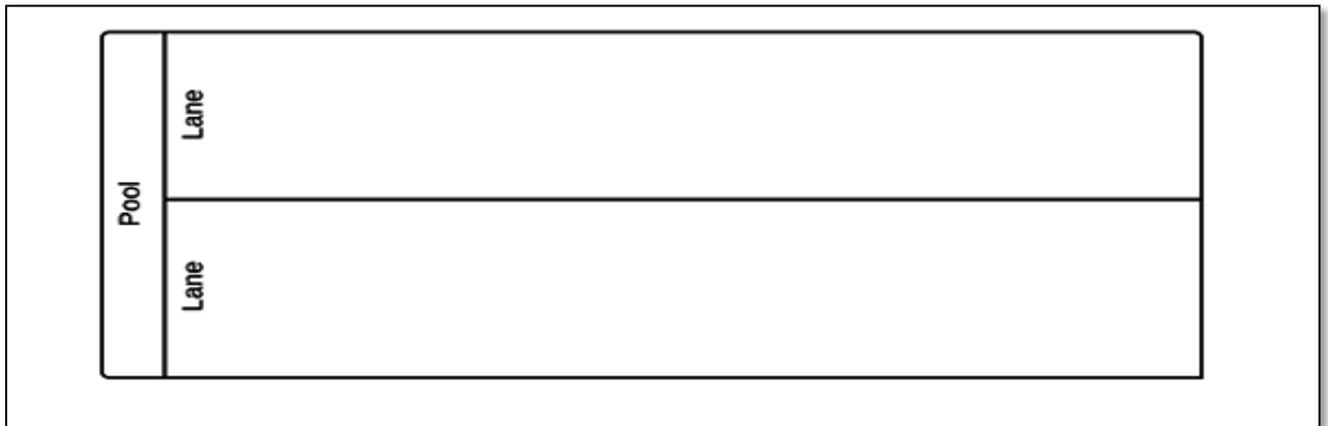


Figure I.7 : les couloirs et les pistes de diagrammes BPMN

F. Artefacts dans un diagramme BPMN

Les artefacts représentent les informations pertinentes pour le schéma dans son ensemble, mais pas pour chaque élément individuellement. Les trois types d'artefact sont **les annotations**, **les groupes** et **les objets de données** qui peuvent être utilisés dans un diagramme BPMN. Tous trois sont utilisés pour compléter et décrire un processus BPMN.

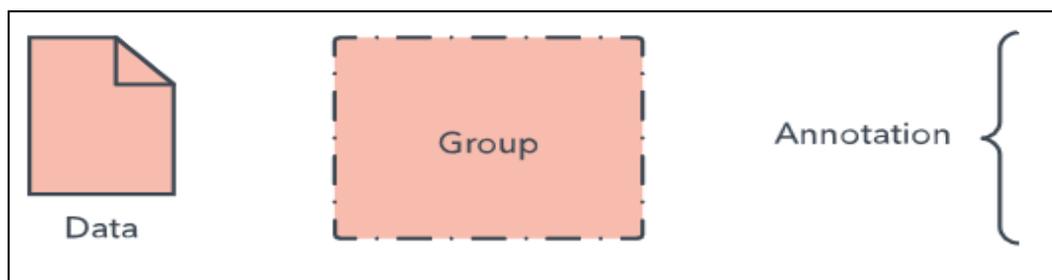


Figure I.8: les Artefacts dans un diagramme BPMN

- **Les annotations** permettent au créateur du schéma de décrire des éléments supplémentaires du flux.
- **Les groupes** organisent les tâches ou processus importants dans le processus global.
- **Les objets de données** représentent les données intégrées dans le processus, les données résultant du processus, les données devant être collectées et les données devant être stockées.

Symbole	Standard	Désignation
	Symbole entrée de données	Représente les données requises, dont dépendent les tâches du processus métier
	Symbole production de données	Montre l'information produite suite à un processus métier
	Symbole collecte de données	Représente l'information collectée lors d'un processus métier.
	Symbole stockage de données	Représente la possibilité de stocker des données associées à un processus métier ou d'y accéder

Tableau I.5 : les objets de données de BPMN

I.4.3 Sous-modèles dans un diagramme BPMN

Les diagrammes servent à communiquer avec des publics variés, qu'ils soient techniques ou non. Les sous-modèles leur permettent de distinguer facilement les différentes sections du diagramme, afin de trouver les éléments qui les concernent le plus. Les types de sous-modèles sont les suivants [20] :

- Processus métier **privés**. Processus internes à une organisation spécifique et ne franchissant pas les pistes ni les limites organisationnelles.
- Processus métier **abstrait**s. Processus se produisant entre un processus privé/interne et un autre participant ou processus. Le processus abstrait montre au monde extérieur la séquence de messages nécessaire pour interagir avec le processus privé. Il ne montre pas le processus privé/interne en lui-même.
- Processus métier **collaboratifs**. Processus illustrant les interactions entre deux entités d'une entreprise ou plus.

I.5 Conseils, Exemple et Etude de Travaux connexes sur la modélisation des processus métier (BPMN)

I.5.1 Conseils pour la modélisation des processus métier (BPMN)

Voici quelque conseil pour bien modéliser les processus métier avec le standard BPMN [20] :

- Définissez clairement la portée du processus avec un début et une fin.
- Il est conseillé de schématiser d'abord le processus métier actuel afin de mettre en lumière ses sources d'inefficacité avant de créer un meilleur modèle grâce à la notation BPMN.
- Essayez de créer des diagrammes BPMN qui tiennent sur une page, même si la page en question a les dimensions d'une affiche, comme c'est parfois le cas.

- Placez les flux de séquence horizontalement. Représentez les associations et les flux de données verticalement.
- Vous pouvez créer diverses versions du diagramme pour les différentes parties prenantes, en fonction du niveau de détail requis pour leur fonction.
- La notation BPMN n'est pas adaptée à la modélisation des structures d'organisations, des répartitions fonctionnelles et des modèles de flux de données. Bien qu'elle permette de représenter certains flux d'information au sein d'un processus métier, il ne s'agit pas d'un diagramme de flux de données.

I.5.2 Exemple de modélisation de processus métier avec BPMN

Cet exemple BPMN montre les étapes de la préparation qu'un détaillant de matériel doit accomplir avant que les marchandises ne soient expédiées au client.

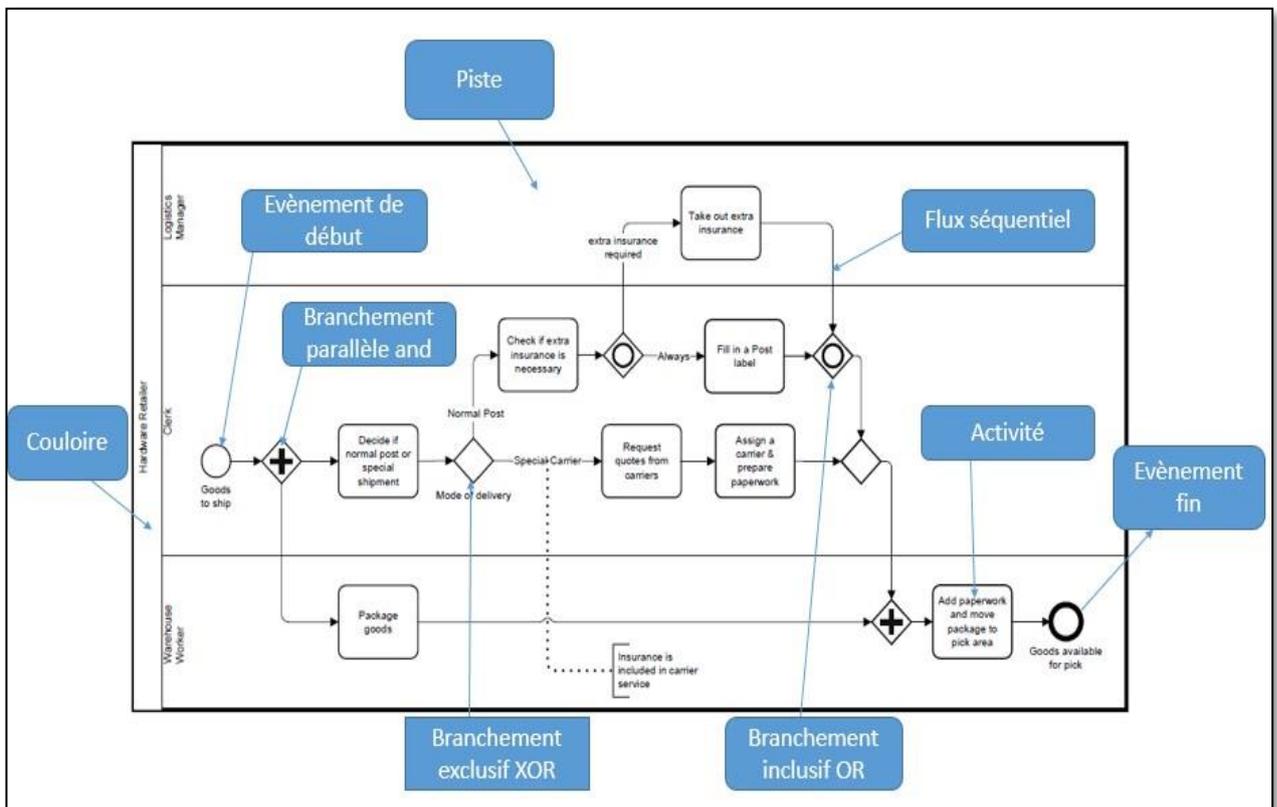


Figure I.9: BPMN collaboratif de la préparation de matériel

Les concepts de « pistes » (pool) modélisant les échanges (associations) inter organisation et de « couloirs » (lane) représentant la communication (flux de messages) explicitant la modélisation des collaborations entre des participants.

L'évènement de début simple « Marchandises pour expédier » indique que cette préparation doit être faite maintenant.

Directement après l'instanciation du processus, il y a deux **activités** faites en parallèle, comme la **passerelle parallèle** l'indique :

- L'employé doit « Décider s'il s'agit d'un envoi postal normal ou une expédition spéciale » (nous ne définissons pas les critères, les règles déterminant le choix se trouvent à l'intérieur de l'**activité**).
- Le chargé d'expédition commence déjà l'emballage des marchandises.

La tâche de l'employé qui est suivie par la **passerelle exclusive** "Mode de livraison", est un bon exemple pour clarifier l'utilisation recommandée d'une **passerelle** : **la passerelle** n'est pas responsable de la décision de savoir s'il s'agit d'un envoi spécial ou une expédition postale, mais cette décision est prise dans l'activité précédente. **La passerelle** travaille seulement comme un routeur, qui est basé sur le résultat de la tâche précédente et fournit des chemins alternatifs. Une tâche représente une unité réelle de travail, tandis qu'une **passerelle** achemine seulement le flux choisi.

Cette **passerelle** est appelée "**exclusive**", parce que seulement une des deux branches peut être empruntée : si nous avons besoin d'une expédition spéciale, l'employé « Demande la liste des transporteurs » puis « Assigne un transporteur et prépare les documents d'envoi ».

Mais si une expédition postale normale est requise, l'employé doit vérifier si une assurance supplémentaire est nécessaire. Si cette assurance supplémentaire est exigée, le directeur de logistique doit « Souscrire cette assurance ».

Dans tous les cas, l'employé doit remplir une étiquette postale pour l'expédition. Pour ce scénario, **la passerelle** incluse est nécessaire, parce qu'une branche est toujours prise, tandis que l'autre est prise seulement si l'assurance supplémentaire est exigée, mais si elle est prise, alors c'est en parallèle à la première branche.

A cause de ce **parallélisme**, nous avons besoin de la synchronisation grâce à la **passerelle** incluse directement derrière les 2 tâches "Remplir une étiquette postale" et " Souscrire l'assurance supplémentaire".

Dans ce scénario, **la passerelle** incluse attendra toujours "Remplir une étiquette postale" pour être complétée, parce que c'est toujours commencé.

Si une assurance supplémentaire a été exigée, **la passerelle** incluse attendra aussi "Souscrire l'assurance supplémentaire" pour être terminée.

En outre, nous avons aussi besoin de **la passerelle parallèle** pour la synchronisation avant que la dernière tâche n'ajoute les documents et ne redirige le paquet vers la zone de prise en charge, parce que nous voulons nous assurer que tout a été accompli avant que la dernière tâche ne soit exécutée.

I.5.3 Etude de Travaux connexes :

Le tableau suivant (Tableau I.6) montre quelques travaux liés à la modélisation BPMN :

Travail	Description	Domaine
<p>Proposition d'une méthode de spécification d'une architecture orientée services dirigée par le métier dans le cadre d'une collaboration inter-organisationnelle [25].</p>	<p>L'objectif est de proposer une méthode assurant une collaboration efficace en utilisant les principes de BPM (Business Process Management) et SOA (Service-Oriented Architecture) pour surmonter les obstacles conceptuels et technologiques de l'interopérabilité. Cette méthode consiste à identifier, spécifier et réaliser les processus et services de collaboration entre différents participants en adoptant une vision centrée sur les processus métier</p>	<p>Générale</p>
<p>Un métamodèle pour intégrer la perspective temporelle des processus métier dans BPMN 2.0 [26].</p>	<p>Définir une taxonomie de règles de temps facile à trouver dans la plupart des processus métier et rechercher une approche qui applique chaque règle avec la norme BPMN 2.0 actuelle de manière déclarative.</p>	<p>Générale</p>
<p>Vérification de la conformité au code des conceptions ferroviaires en intégrant BIM, BPMN et DMN [27].</p>	<p>Cette étude souligne l'importance d'une approche visuelle et structurée pour la vérification de la conformité des modèles, mettant en lumière le potentiel de BPMN et DMN pour répondre aux exigences complexes de la construction ferroviaire.</p>	<p>construction ferroviaire</p>
<p>Application De BPMN Pour La Représentation des Processus Des soins Des Malades (cas autisme) [28].</p>	<p>Le domaine de la santé consiste en un ensemble d'opérations interdépendantes visant à soigner les patients et à favoriser leur rétablissement, ce qui le rend complexe et exige une grande précision. Les hôpitaux cherchent à améliorer leur fonctionnement, tant en termes de gestion que de prise en charge des patients. Dans cette optique, des travaux ont commencé à introduire la modélisation des processus métier, offrant un modèle simplifié et compréhensible pour les spécialistes (médecins et infirmières) et les non-spécialistes (patients)</p>	<p>domaine de la santé</p>

<p>Modélisation des processus pour la gestion numérisée échanges d'informations lors des inspections de construction et contrôles de qualité [29]</p>	<p>L'objectif est d'analyser et de discuter des examens de contrôle qualité et des activités des processus industriels de l'architecture, de l'ingénierie et de la construction (AEC) qui se caractérisent par un niveau élevé de complexité en termes d'activités et de parties prenantes impliquées, pour lesquels le BPMN Odeller open source et son flux de travail moteur sont adoptés.</p>	<p>L'ingénierie et la construction</p>
---	--	--

Tableau I.6: Etude de Travaux connexes

I.5.4 Analyse et contribution

Dans [25], les auteurs proposer une méthode assurant une collaboration efficace en utilisant les principes de BPM (Business Process Management) et SOA (Service-Oriented Architecture) pour surmonter les obstacles conceptuels et technologiques de l'interopérabilité.

. Et l'article [26] décrit l'utilisation d'un métamodèle pour intégrer la perspective temporelle des processus métier dans BPMN 2.0, pour Définir une taxonomie de règles de temps facile à trouver dans la plupart des processus métier et rechercher une approche qui applique chaque règle avec la norme BPMN 2.0 actuelle de manière déclarative.

De plus, [27] se concentre sur Vérification de la conformité au code des conceptions ferroviaires en intégrant BIM, BPMN et DMN, Cette étude souligne l'importance d'une approche visuelle et structurée pour la vérification de la conformité des modèles, mettant en lumière le potentiel de BPMN et DMN pour répondre aux exigences complexes de la construction ferroviaire.

Et dans [28] les développeurs Appliqué le BPMN Pour La Représentation des Processus Des soins Des Malades (cas autisme)

Et en fin dans [29] Modélisation des processus pour la gestion numérisée échanges d'informations lors des inspections de construction et contrôles de qualité, car L'objectif est d'analyser et de discuter des examens de contrôle qualité et des activités des processus industriels de l'architecture, de l'ingénierie et de la construction (AEC) qui se caractérisent par un niveau élevé de complexité en termes d'activités et de parties prenantes impliquées, pour lesquels le BPMN Odeller open source et son flux de travail moteur sont adoptés.

Par conséquent le travail présenté est pour le but de modéliser et simuler la collaboration des processus au sein de l'entreprise En fin de réalisé avec bpmn..

I.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous examinons un aperçu des processus métier en commençant par définition du Processus Métier et la gestion des processus métier (GPM), puis les différents types de processus métiers notamment externes et interne. Ensuite, nous avons parlé du cycle de vie des processus métier. De plus, nous avons discuté des paradigmes de modélisation PM : modélisation avec UML et BPMN, Également un aperçu des modèles BPMN type : Orchestration, Chorégraphie, et surtout la Collaboration. Finalement, nous avons à résumé une synthèse de quelques travaux de recherche proches de notre thème de thèse.

Tout au long de ces sections, nous avons choisi de considérer un processus métier (PM) collaboratif comme étude de cas et nous avons choisi le domaine de la production des poulets, et exactement l'étape de l'éclosion des poussins à titre notre d'étude de cas. La collaboration choisie pour cette étude est la collaboration du **couvoir** avec **l'Organisation de Race** et la **Ferme**.

Nous utiliserons UML et BPMN pour la modélisation, Le prochain chapitre portera sur l'analyse et la conception de l'étude de cas choisis.

Chapitre II

ANALYSE ET CONCEPTION

II.1 Introduction

Le processus de production de poulet est un élément essentiel de l'industrie alimentaire mondiale, répondant à la demande toujours croissante de produits à base de volaille. Au cœur de ce processus se trouve le parcours complexe de l'éclosion des poussins.

Le processus d'éclosion implique des conditions environnementales soigneusement contrôlées, un équipement spécialisé et des connaissances spécialisées pour garantir le développement sain des poussins à partir des œufs.

Pour obtenir des résultats optimaux, la collaboration entre les différentes parties prenantes est cruciale. Les couvoirs, les éleveurs, les vétérinaires et les chercheurs travaillent main dans la main pour mettre en œuvre des techniques innovantes, partager les meilleures pratiques et échanger des informations vitales, contribuant ainsi à le succès et l'efficacité du processus d'éclosion des poussins. Cet effort de collaboration joue un rôle essentiel dans le maintien de la durabilité et de la productivité des systèmes de production de poulet, garantissant un approvisionnement constant en produits avicoles de haute qualité pour répondre à la demande mondiale.

Ce chapitre contient l'analyse et la conception de l'étude de cas choisie qui est : le processus d'éclosion des poussins. La première section sera la phase d'analyse, où nous parlerons du domaine de la production de poulet et analyserons brièvement les différentes étapes de ce processus collaboratif, puis nous passerons à l'analyse de l'étape d'étude de cas (processus d'éclosion) en définissant les principaux acteurs et processus du système et mettront en évidence les différentes communications collaboratives entre le couvoir et certains autres participants externes.

Ensuite, dans la section phase de conception, nous essayons de modéliser le processus d'éclosion en utilisant : le diagramme de cas d'utilisation et le diagramme de classe UML et le BPMN. Et enfin nous concluons en vérifiant quelques propriétés du système.

II.2 Phase d'analyse

Le processus métier collaboratif est le thème présenté dans cette thèse et pour cela l'élevage de poulets (le processus de production de poulet) à été choisi comme étude de cas. Le processus d'élevage de poulets est une collaboration de plusieurs organisations qui travaillent à la production de produits commerciaux à base de poulet tels que des œufs, des poussins et des produits à base de viande de poulet.

Étant donné que la production de poulet est si complexe que chaque participant au processus est le processus extensif lui-même, le choix d'une étape spécifique du processus principal primaire

est nécessaire pour augmenter la capacité de modéliser et de formaliser l'étape souhaitée, puis de l'automatiser.

Les prochaines sous-sections porteront sur l'analyse du processus d'élevage de poulets avec ses différentes étapes et sur l'étude de cas choisie qui est l'étape **d'éclosion des poussins** au couvoir.

II .2.1 L'élevage de poulets

L'élevage de poulets ou la production de poulets est l'un des types d'élevage de volailles les plus populaires. Il s'agit d'un processus complexe qui se concentre sur l'élevage de poussins à partir d'œufs fécondés pour en faire des poules destinées à la production d'œufs, ou de la viande qui peut être transformée en produits à base de poulet pour les clients.

Le processus de production de poulets est assez vaste et comprend plusieurs étapes et phases : organismes d'élevage, couvoirs, élevages de poulettes, élevages de poulets de chair, abattage et transformation, et distribution, etc...

Chacune de ces étapes était autrefois une entreprise distincte, mais aujourd'hui, une grande partie de l'industrie du poulet est intégrée verticalement, ce qui se traduit par une plus grande efficacité et une meilleure qualité des produits [21].

La figure I.9 montre un petit aperçu simplifié du processus de production de poulet, L'étape numéro 1 consiste à élever et développer différentes races de poulets pour la production d'œufs ou de viande, cette étape se situe dans l'organisation de la race. Ensuite, au numéro 2, les œufs fertiles de la nouvelle race sont collectés et stockés pour préparer le processus d'incubation.

Dans l'étape 3. Les poussins après éclosion sont vaccinés et triés au numéro 4, puis transportés dans des élevages (élevages de poulets de chair ou de poulettes) pour les élever et préparer de bons poulets prêts à pondre des œufs ou à l'abattage. Enfin, après avoir été abattue (numéro 6), la viande de poulet sera transformée en produits que nous connaissons tous et consommons dans notre vie quotidienne (numéro 7).

Les étapes cochées (numéros : 2, 3 et 4) sont quelques étapes de l'étude de cas choisie : l'éclosion des poussins. Ces étapes se déroulent au couvoir.

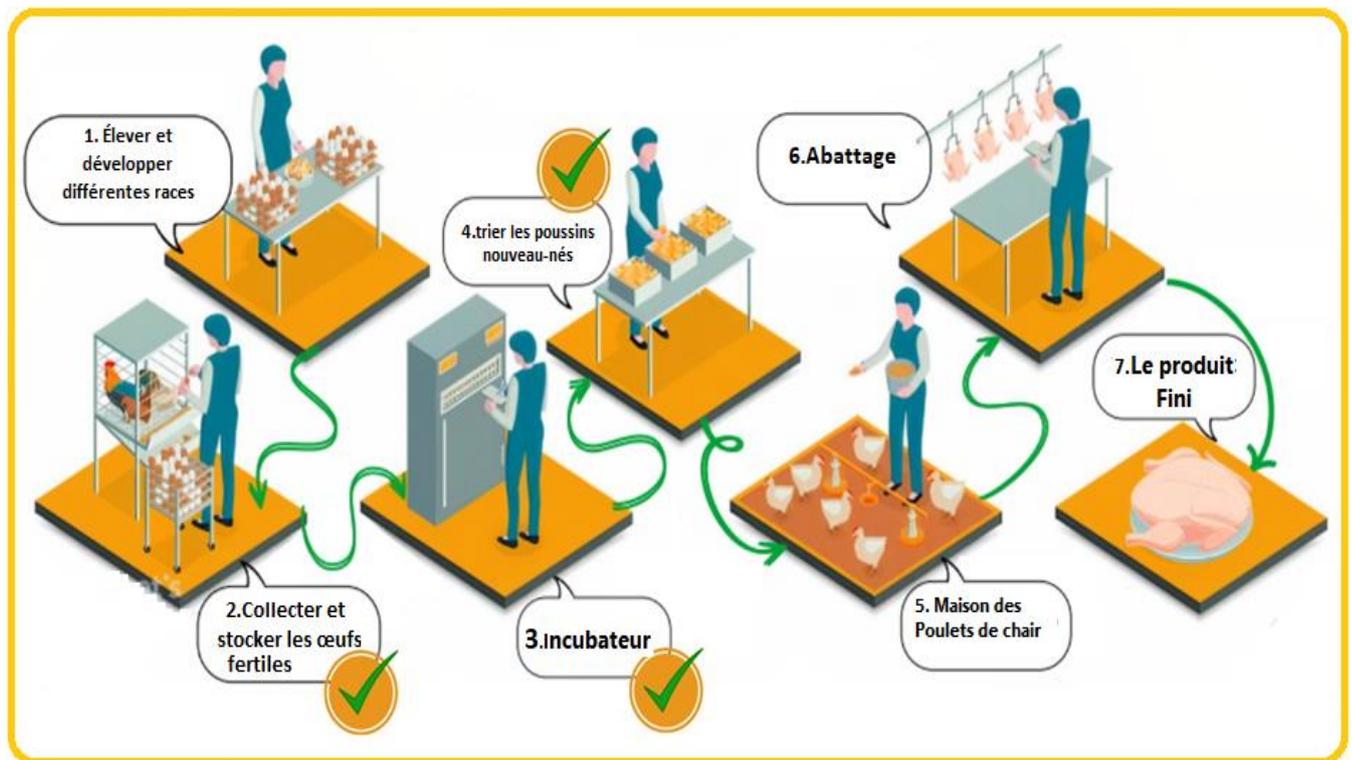


Figure II.1 : Processus de production de poulet

Une bonne activité de production de poulet se résume en 4 étapes principales travaillant ensemble en collaboration pour atteindre le produit final de bonne qualité et avec un bénéfice maximal :

II .2.1.1 Organisations d'élevage

Le processus de production de poulets commence par les organismes d'élevage, ils élèvent et développent différents types de poulets en utilisant diverses techniques [22]. Les éleveurs de volailles sélectionneront des poulets sains et d'apparence saine pour assurer un troupeau sain avec une productivité élevée [23].

Les organisations d'élevage fournissent des poussins d'un jour aux entreprises d'élevage, qui élèvent ces poussins jusqu'à devenir des reproducteurs adultes, qui sont ensuite transportés vers les fermes d'élevage. Les éleveurs produisent des œufs fertiles pour les couvoirs afin de produire des poussins pour les élevages de poulets de chair et de poulettes [22].

Les éleveurs utilisent diverses techniques de reproduction, notamment l'accouplement naturel ou l'insémination artificielle, pour garantir la fécondation des œufs,

Lorsqu'il s'agit de production d'œufs, les éleveurs de volailles sélectionnent les poules en fonction de deux facteurs fondamentaux : la génétique et l'environnement. La race est le facteur le

plus important dans la quantité d'œufs pondus. Certaines races peuvent exceller dans un domaine, mais très mal dans un autre, en raison de conditions stressantes (météo, etc.).

Les races pondeuses les plus connues (Figure II.2) sont les Rhode Island Red, Sussex, Star, Favaucana et Buff Orpington [24].



Figure II.2 : Les espèces célèbres de races Pondeuses

Dans le cas des poulets de chair, les stratégies de sélection se concentrent sur l'obtention d'une croissance rapide et des caractéristiques de carcasse souhaitées. L'approche prédominante pour la sélection Pure-Line (PLS) des poulets de chair est connue sous le nom de « sélection au poids commercial ».



Figure II.3 : Poulets croisés de Cornouailles

Cette stratégie consiste à choisir des individus à reproduire à un poids qui correspond au poids du marché, et à mesure que leur potentiel de croissance s'améliore, l'âge de sélection est progressivement réduit.

De plus, il existe deux stratégies de sélection alternatives : la sélection des poulets de chair à l'âge commercial et l'utilisation d'un processus de sélection en plusieurs étapes [30]. La race de poulet de chair la plus connue est la Poulets croisés de Cornouailles (Cornish Cross) (**Figure II.3**).

II .2.1.2 Couvoirs :

Après avoir produit des œufs fertiles chez dans les éleveurs, les éleveurs collectent les œufs à couver et les en Couloirnt aux couvoirs. Dans le couvoir, les œufs fertiles passeront par plusieurs étapes d'une importance cruciale pour produire des poussins de bonne qualité et en bonne santé, puis les transporteront vers les élevages de poulets de chair pour la production de viande, ou/et vers les élevages de poulettes pour la production d'œufs.

L'étude de cas choisi : le processus d'éclosion des poussins est une séquence ordonnée de phases qui garantit des conditions optimales d'éclosion et surveille fréquemment les niveaux de température et d'humidité. La séquence principale des opérations dans le couvoir est la suivante :

•1 Stockage des œufs :

Les œufs fertiles doivent être conservés de manière appropriée jusqu'à ce qu'ils soient prêts à être incubés. Le maintien des œufs à des températures de stockage appropriées empêche l'embryon de démarrer ou d'arrêter son développement, réduisant ainsi la mortalité embryonnaire. Le personnel du couvoir rassemble systématiquement les œufs et les stocke correctement, retardant ainsi efficacement le développement des embryons jusqu'à ce qu'ils soient préparés pour l'incubation [31]. La conservation des œufs fertiles nécessite des exigences spécifiques [32] :

- ✓ Les œufs doivent être conservés dans un environnement frais et humide. Les conditions de stockage optimales impliquent de maintenir une température allant de 13° à 18° et une humidité relative de 75 %.
- ✓ Il est important de conserver les œufs avec la plus petite extrémité tournée vers le bas (Figure II.4).



Figure II.4 : La bonne position des œufs dans le stockage

- ✓ Si les œufs ne doivent pas être incubés dans les 4 à 6 jours, il est conseillé de changer périodiquement leur position. Le personnel fera tourner les œufs dans une position différente une fois par jour jusqu'à ce qu'ils soient placés dans l'incubateur.
- ✓ Le taux d'éclosion reste raisonnablement bon jusqu'à sept jours, mais diminue rapidement au-delà de cette période. Par conséquent, la conservation des œufs ne doit pas dépasser 7 jours avant l'incubation.

• **2 Incubation :**

Les éléments essentiels à une incubation réussie comprennent la température, l'humidité, l'environnement gazeux - le retournement des œufs. Le maintien d'une température optimale et constante à l'intérieur de l'incubateur est crucial pour obtenir des résultats satisfaisants. La plage de température recommandée pour les incubateurs à tirage forcé (Figure II.5) se situe généralement entre 37,2°C et 37,8°C, comme spécifié par le fabricant [33].

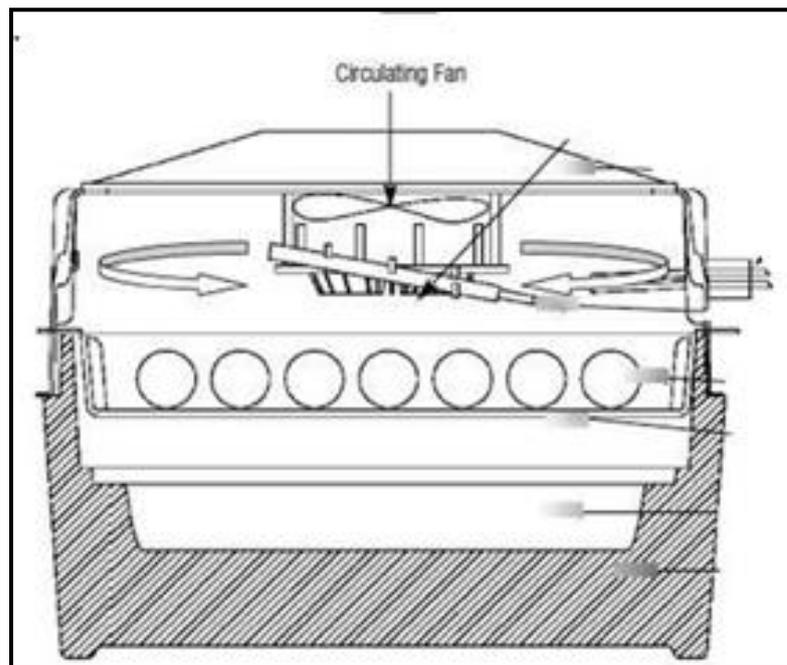


Figure II.5 : Incubateur à tirage forcé

L'humidité joue un rôle important dans l'éclosion. La période d'incubation dure environ 21 jours, dont 18 jours en couveuse et les 3 derniers jours en salle d'éclosion. Au cours des 18 premiers jours, l'humidité relative doit être maintenue autour de 60 pour cent, tandis qu'au cours des 3 derniers jours, elle doit être augmentée à 70 - 80 pour cent [34], accompagnée d'une température optimale d'environ 36.6° [31]. Dans les incubateurs à tirage forcé, les exigences de température diminuent à mesure que les niveaux d'humidité augmentent.

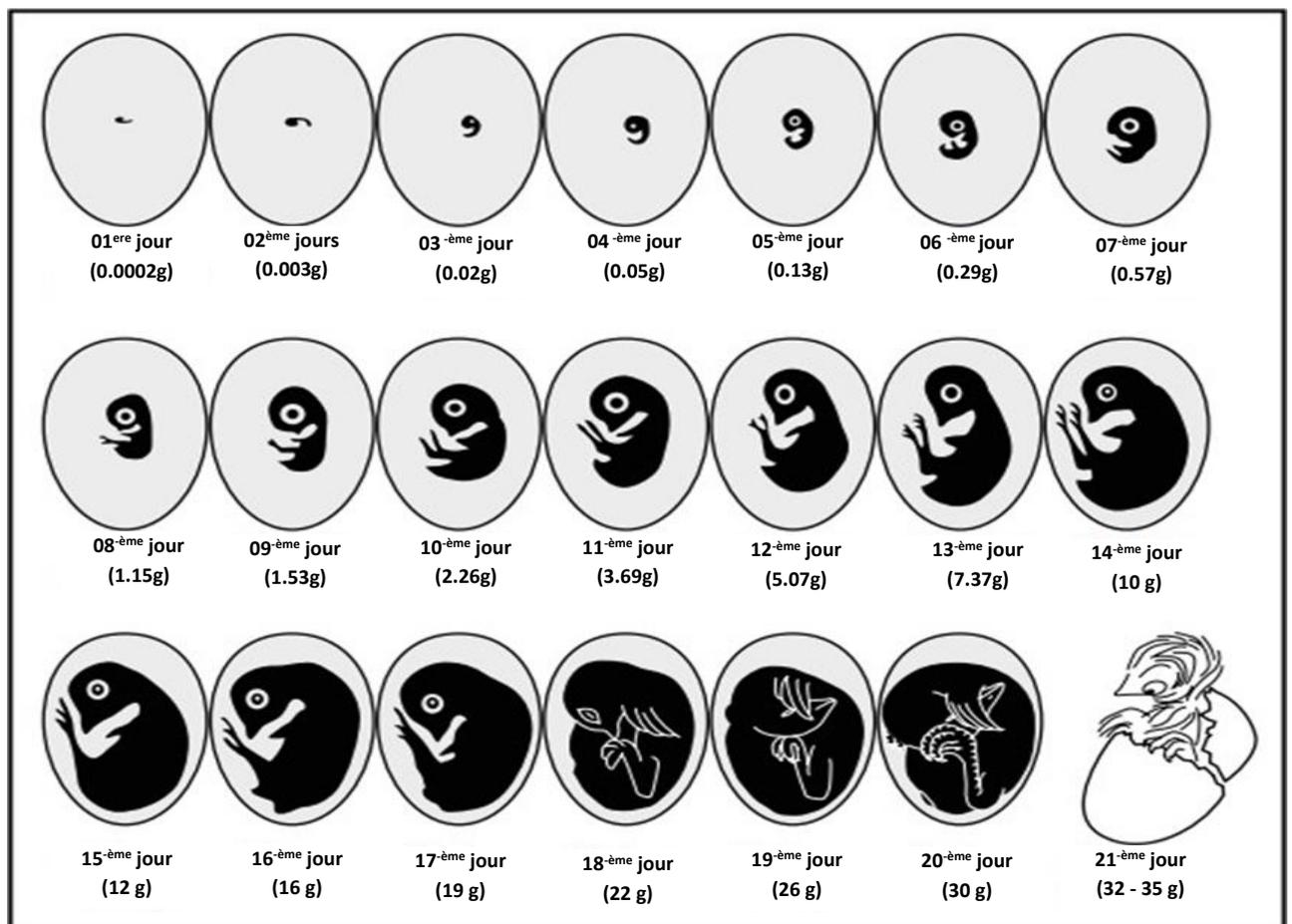


Figure II.6 : Evolution de l'embryon de poulet en 21 jours

La figure II.6 montre l'évolution de l'embryon de poulet en 21 jours au cours du processus d'incubation.

Pour optimiser l'éclosion, les œufs fertiles doivent être chargés dans l'incubateur avec l'extrémité la plus large tournée vers le haut. Placer les œufs avec l'extrémité étroite vers le haut entraîne une diminution de la capacité d'éclosion car l'embryon se développe avec sa tête dans l'extrémité la plus petite. Retourner les œufs pendant l'incubation améliore l'éclosion. Si cela est fait manuellement, les œufs doivent être retournés au moins 4 fois par jour.

Les incubateurs modernes sont équipés de systèmes automatiques des appareils pour retourner les œufs qui retournent les œufs au moins 8 fois ou plus en 24 heures. Ces appareils font généralement pivoter les plateaux à œufs à un angle de 90°. Certains incubateurs retournent même les œufs de 45° toutes les heures. Après 18 jours d'incubation, le retournement n'est plus nécessaire [33] [35].

Après 18 jours de phase d'incubation, le personnel du couvoir effectuera la procédure de mirage des œufs à couver. L'objectif principal de cette étape est d'identifier et d'éliminer tous les œufs endommagés, en veillant à ce que seuls les œufs qui ont été incubés avec succès et qui devraient éclore dans quelques jours soient conservés.

Le mirage consiste à éclairer l'œuf pour évaluer le développement de l'embryon. Certains couvoirs utilisent des capteurs infrarouges (Figure II.7) pour ce processus. Une fois le mirage terminé, le personnel triera les œufs endommagés et les enverra au recyclage comme aliment pour animaux.

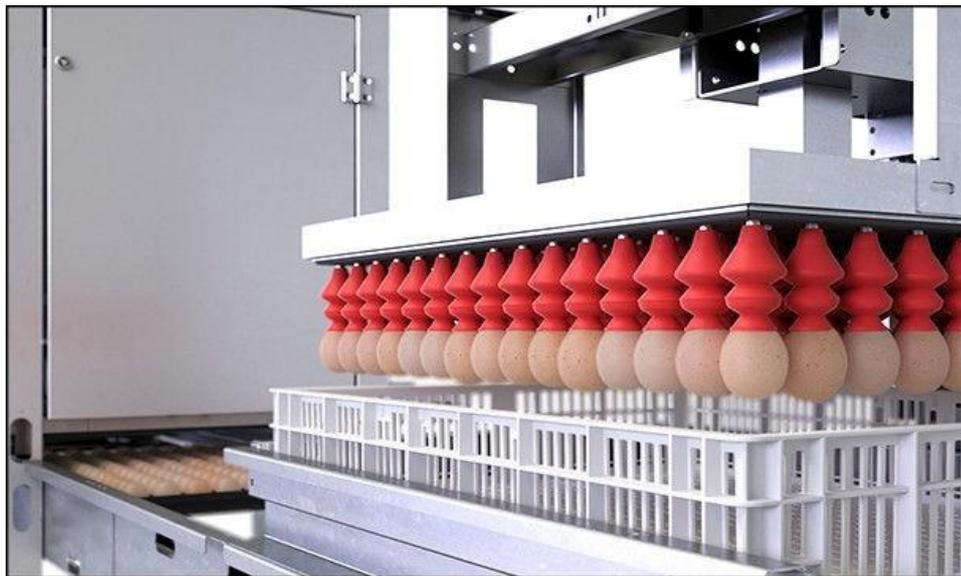


Figure II.7 : Machine à mirer avec capteurs infrarouge

•3 Vaccination

Les œufs à couver et les poussins nouveau-nés sont incroyablement délicats et doivent être protégés contre les maladies. Pour garantir leur bien-être, les vétérinaires surveillent de près la santé du troupeau reproducteur et effectuent des évaluations sanitaires des œufs à couver et des poussins, ce qui implique l'administration de vaccins.

Un vaccin reconnu pour les poussins d'un jour est le vaccin Mareks, qui peut être administré aux œufs à couver après 18 jours d'incubation. De plus, les couvoirs appliquent souvent une vaccination par pulvérisation contre la bronchite infectieuse à titre préventif, en plus de la vaccination contre la maladie de Marek's [36].

•4 Tri :

Les œufs et les poussins d'un couvoir passeront toujours par plusieurs types de tri comme : l'élimination des œufs endommagés après incubation, l'élimination des coquilles, l'identification du sexe des poussins, le tri des œufs selon leur état sanitaire et leur qualité etc...

•5 Emballage et transport :

Les poussins sont soigneusement placés dans des conteneurs ou des caisses appropriés conçus spécifiquement pour le transport des volailles vivantes. Ces conteneurs assurent la ventilation et la protection pendant le transport. Ensuite, les poussins emballés sont chargés sur des véhicules appropriés, tels que des camions ou des fourgonnettes, pour être transportés vers leurs fermes de destination. Les véhicules sont équipés de systèmes de ventilation appropriés et de mécanismes de contrôle de la température pour assurer le bien-être des poussins pendant le voyage.

II .2.1.3 Élevages de poulets de chair et de poulettes.

Si l'objectif est la production de viande, les poussins nouvellement éclos sont transférés dans des poulaillers. Ces maisons sont conçues pour fournir des températures, une ventilation, un éclairage et un espace appropriés pour que les poussins puissent grandir. Ils sont généralement élevés en grand nombre et reçoivent des aliments spécialisés pour favoriser une croissance rapide.

Lorsque les poulets de chair atteignent le poids de transformation souhaité, ils seront transmis à l'abattoir [21].

En revanche, pour la production d'œufs, les poussins éclos sont transférés vers les élevages de poulettes (Figure II.8).

Une poulette fait référence à une jeune poule femelle qui n'a pas encore commencé à pondre. Dans les élevages de poulettes, les nouveaux poussins sont élevés spécialement pour devenir des poules pondeuses matures prêtes à produire des œufs.



Figure II.8: Élevages de poulettes

II .2.1.4 Abattage et transformation

Les poulets de chair sont abattus et transformés en produits à base de poulet achetés par le consommateur au supermarché [22].

Après la transformation, il est temps d'emballer et de distribuer les produits de poulet aux détaillants, aux grossistes ou directement aux consommateurs. Cela peut impliquer le transport et le stockage dans des conditions de réfrigération appropriées pour maintenir la fraîcheur et la qualité.

II .2.2 Étude de cas : Éclosion des poussins.

Comme nous l'avons vu dans les sections précédentes, l'élevage de poulets ou le processus de production de poulets est très compliqué et comporte plusieurs étapes et tâches. Ils sont tous liés les uns aux autres et travaillent en collaboration pour atteindre l'objectif principal de l'entreprise : la production commerciale de poulet ; y compris la production de poussins, la production de viande de poulet et la production d'œufs.

Dans ce rapport l'étude de cas choisie est l'étape d'éclosion, Le processus d'éclosion est l'une des étapes essentielles et critiques du processus d'élevage de poulets, dont l'importance réside dans son rôle principal dans la production de la matière première pour l'ensemble de l'entreprise : **les poussins.**

II .2.2.1 Les participants et acteurs

Dans un couvoir, de nombreuses personnes participent au processus éclosion de poussins. Les principaux acteurs de ce processus sont les suivants :

- ✓ **Responsable de couvoir** : Il supervise l'ensemble des opérations du couvoir, notamment la coordination de la collecte des œufs, la gestion des paramètres d'incubation, la supervision du personnel et le respect des protocoles de biosécurité.
- ✓ **Personnel du couvoir** : ce sont les personnes responsables de l'exploitation et de la gestion du couvoir. Ils supervisent le processus d'incubation, surveillent les niveaux de température et d'humidité, retournent les œufs, effectuent le mirage et garantissent des conditions optimales pour l'éclosion.
- ✓ **Vétérinaires** : Les vétérinaires jouent un rôle crucial dans la surveillance de la santé du troupeau reproducteur, en effectuant des contrôles sanitaires sur les œufs à couver et les poussins et en administrant des vaccins pour se protéger contre les maladies.
- ✓ **Sexeurs** : Dans les cas où l'identification du sexe est nécessaire, des sexeurs spécialisés sont employés pour déterminer le sexe des poussins. Ils possèdent l'expertise nécessaire pour distinguer les mâles et les femelles en fonction de caractéristiques physiques spécifiques.

- ✓ **Services de transport de volailles** : Il s'agit d'entreprises spécialisées dans le transport de volailles vivantes, y compris les poussins, du couvoir vers d'autres fermes. Ils assurent des conditions d'emballage, de ventilation et de transport appropriées pour assurer le bien-être des poussins pendant le transport.

Ces acteurs travaillent à l'intérieur du couvoir, mais la production des poussins est en réalité un travail collaboratif. Pour cela, il y a d'autres participants à l'entreprise (en dehors du couvoir), c'est-à-dire qui produisent des œufs fertiles pour le couvoir et d'autres qui complètent le processus de production jusqu'à l'étape de transformation et de distribution du produit commercial, nous parlerons ensuite de ces participants dans la section collaboration.

II .2.2.2 Définir les processus du processus d'éclosion des poussins :

Pour produire des poussins hautement qualifiés et de bonne qualité, les œufs fécondés passeront par plusieurs étapes dans le processus d'éclosion :

- **Stockage des œufs** : les œufs à couvrir seront collectés avec soin et fréquemment à différents moments de la journée, car le personnel du couvoir stockera les œufs fertiles avant de les incuber. Les conditions de stockage sont :
 - Maintenir une température variant de 12.7 C° à 18.30 C° et une humidité relative de 75%.
 - La position des œufs lors du stockage doit être avec la plus petite extrémité tournée vers le bas.
 - La position des œufs (angle) doit être modifiée s'ils ne sont pas incubés dans les 4 à 6 jours
 - La conservation des œufs ne doit pas dépasser 7 jours avant l'incubation.
- **Incubation** : L'incubation est le processus par lequel l'embryon dans l'œuf se développera. Les œufs à couvrir resteront dans l'incubateur pendant 18 jours (ou 18,5 jours) en respectant les conditions suivantes :
 - La plage de température recommandée se situe généralement entre 37,2°C - 37,8°C.
 - L'humidité doit être maintenue autour de 60 %.
 - Placer les œufs avec l'extrémité étroite vers le haut.
 - Faire pivoter les plateaux à œufs à un angle de 90° (ou 45°) toutes les heures.
- **Mirage** : Après 18 jours, certains œufs peuvent toujours s'abîmer. Pour retirer les œufs endommagés, le personnel appliquera le processus de mirage sur les œufs incubés en faisant briller une lumière à travers l'œuf pour évaluer le développement de l'embryon. ils peuvent utiliser un scanner infrarouge pour cela.

- **Vaccination** : Les deux vaccins de base pour les poussins nouveau-nés sont le vaccin de Marek et le vaccin contre la bronchite infectieuse. Après 18 jours d'incubation, les vétérinaires peuvent appliquer le vaccin Mareks sur les œufs incubés avec succès. Pour le vaccin contre la bronchite infectieuse, ils l'appliquent sur des poussins d'un jour par pulvérisation.
- **Éclosion** : La tâche d'incubation prendra 21 jours ; Au cours des 18 premiers jours, les œufs seront placés dans l'incubateur et pendant les 3 jours restants, les éclosoirs amèneront les œufs dans la salle d'éclosion avec une température et une humidité plus basse (comparé à la phase d'incubation). La salle d'éclosion est préparée avec de l'eau et de la nourriture pour les poussins nouveau-nés qui vont bientôt éclore.
- **Sexage** : dans certains cas, les poussins peuvent être sexés pour identifier leur sexe. Cela est généralement effectué par des professionnels expérimentés qui peuvent différencier entre les mâles et les femelles en fonction de caractéristiques spécifiques.
- **Tri et conditionnement** : Les poussins seront triés selon leur type, leur qualité et leur état de santé puis seront conditionnés et envoyés aux élevages pour la production de viande ou d'œufs.
- **8 Expédition aux fermes et aux clients** : Une fois que les poussins sont suffisamment sains et forts, ils peuvent être expédiés vers d'autres fermes. Cela se fait généralement par l'intermédiaire de services spécialisés de transport de volailles. Les poussins sont soigneusement emballés dans des conteneurs bien ventilés avec une litière, de la nourriture et de l'eau adéquates pour garantir leur sécurité et leur bien-être pendant le transport.

II .2.2.3 Collaboration du processus Éclosion des poussins avec d'autres participants

Le processus d'éclosion des poussins se déroule dans le couvoir. Ce processus ne peut pas être individuel mais doit collaborer avec d'autres organisations de production commerciale de poulets pour atteindre l'objectif commercial. Ce travail d'équipe s'appelle : le processus commercial collaboratif de production de poulet. Dans notre cas, le couvoir travaille en collaboration directe avec deux acteurs internes du système : les organisations d'éleveurs et les élevages de poulets de chair/poulettes, et avec un participant externe : un client.

➤ Avec les organisations d'éleveurs :

Dans le cadre de la collaboration entre le couvoir et l'organisation de la race, les éleveurs développeront le type de poulet souhaité et l'élèveront pour obtenir les œufs fécondés. Après cela, le personnel de la Maison de race (Organisation de la race) collectera les œufs et les transportera au couvoir pour récupérer les nouveaux poussins et poursuivre le processus de production.

D'autre part, au cours du processus d'éclosion, le personnel et les vétérinaires du couvoir collecteront des informations sur la qualité, la quantité et la santé des poussins nouveau-nés.

Les informations collectées seront rassemblées dans un rapport et le responsable du couvoir enverra le rapport à la Maison de race.

➤ **Avec les élevages de poulets de chair/poulettes :**

Après avoir éclos, vacciné et élevé les nouveaux poussins jusqu'à un âge spécifique dans le couvoir, le personnel du couvoir triera les poussins et le service de transport des volailles prendra la responsabilité de l'emballage et du transport des poussins selon leur espèce et leur tri vers les élevages de poulets de chair ou les élevages de poulettes pour produire des œufs de poule et de la viande.

➤ **Avec les clients :**

Chaque couvoir est associé à des fermes, mais il est toujours possible de vendre des poussins à des fermes externes pour maximiser les bénéfices, les fermes externes sont clientes du couvoir.

Le responsable du couvoir gère et traite les commandes de poussins des clients, et cette connexion entre le client et le responsable est la collaboration.

II .3 Phase de conception

Pour modéliser la structure et le comportement du processus d'éclosion des poussins, y compris la modélisation de sa collaboration avec d'autres participants à la production de poulet et des interactions avec le client, nous allons utiliser les modèles UML et BPMN.

II .3.1 Modélisation UML

Dans la modélisation UML du processus d'éclosion des poussins, le diagramme de cas d'utilisation a été choisi pour décrire le comportement du système.

II .3.1.1 Diagramme de Cas d'utilisation

Un diagramme de cas d'utilisation sert de représentation principale des exigences système/logicielles pour un nouveau logiciel encore en développement, Les cas d'utilisation décrivent le comportement ou la fonctionnalité attendu (quoi), plutôt que les détails spécifiques de la manière dont ils sont mis en œuvre (comment).

Généralement, un diagramme de cas d'utilisation est simple, fournissant un résumé des relations entre les cas d'utilisation, les acteurs et les systèmes, mais il n'illustre pas l'ordre séquentiel des étapes impliquées dans la réalisation des objectifs de chaque cas d'utilisation.

Un concept essentiel de la modélisation de cas d'utilisation est sa capacité à faciliter la conception du système du point de vue de l'utilisateur final [37].

Le diagramme de cas d'utilisation suivant (Figure II.9) décrit le comportement du système associé au processus d'éclosion des poussins :

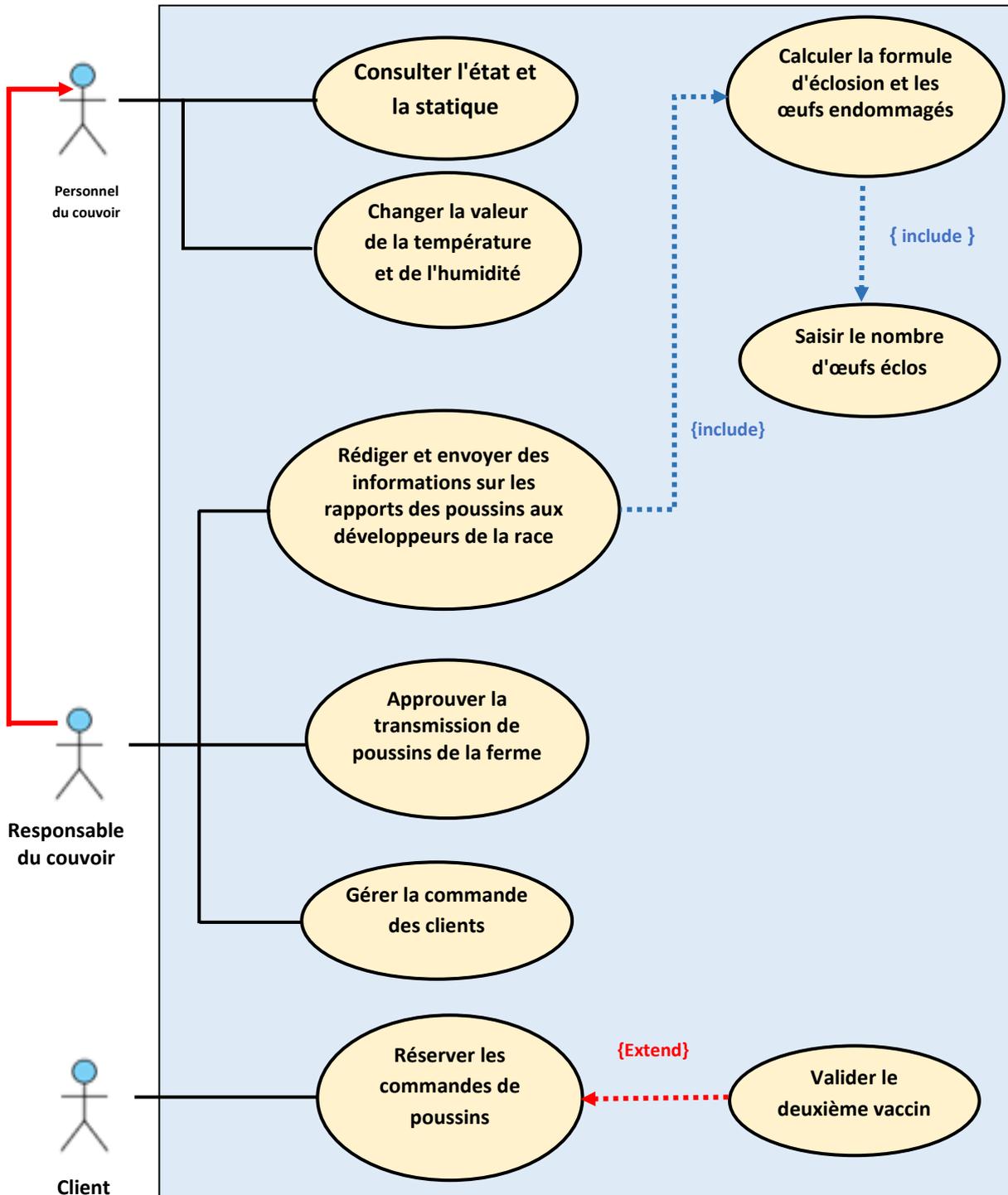


Figure II.9 : Diagramme de cas d'utilisation d'éclosion des poussins

Et voici l'explication des rôles des principaux acteurs et les cas d'usage associés pour chaque acteur :

Acteurs	Cas d'utilisation	Description
Responsable couvoir	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consulter la Phase d'éclosion. ➤ Modifiez la valeur de la température et de l'humidité. ➤ Rédiger et envoyer le rapport de qualité des poussins aux développeurs de races. ➤ Approuver la transmission des poussins à la ferme. ➤ Gérer la commande du client. 	Le responsable de couvoir se voit présenter un acteur principal. Il peut superviser les étapes d'éclosion et modifier les valeurs de température et d'humidité d'incubation, il peut également rédiger le rapport de qualité des poussins et l'envoyer aux développeurs de la race. Le directeur du couvoir est responsable de l'approbation de la transmission des poussins à la ferme et il peut gérer les commandes des clients.
Personnel de couvoir	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consulter la Phase d'éclosion. ➤ Modifiez la valeur de la température et de l'humidité. 	Le personnel de l'éclosoir ou de l'écloserie peut consulter l'étape d'éclosion en cours et modifier les valeurs de température et d'humidité au stade de l'incubation.
Client	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Réservez les commandes de poussins. 	L'acteur principal Le client peut faire commander des poussins.

Tableau II.1 : Description du cas d'utilisation de d'éclosion des poussins

II .3.1.2 Diagramme de classe de d'éclosion des poussins

Nous avons élaboré le diagramme de classe qui est le diagramme le plus important dans une modélisation objet, pour décrit la structure des objets de notre système

La figure II.10 représente les classes participez dans un système de l'éclosion des poussins, ce diagramme est composé de sept classes.

Diagramme de classe éclosion des poussins

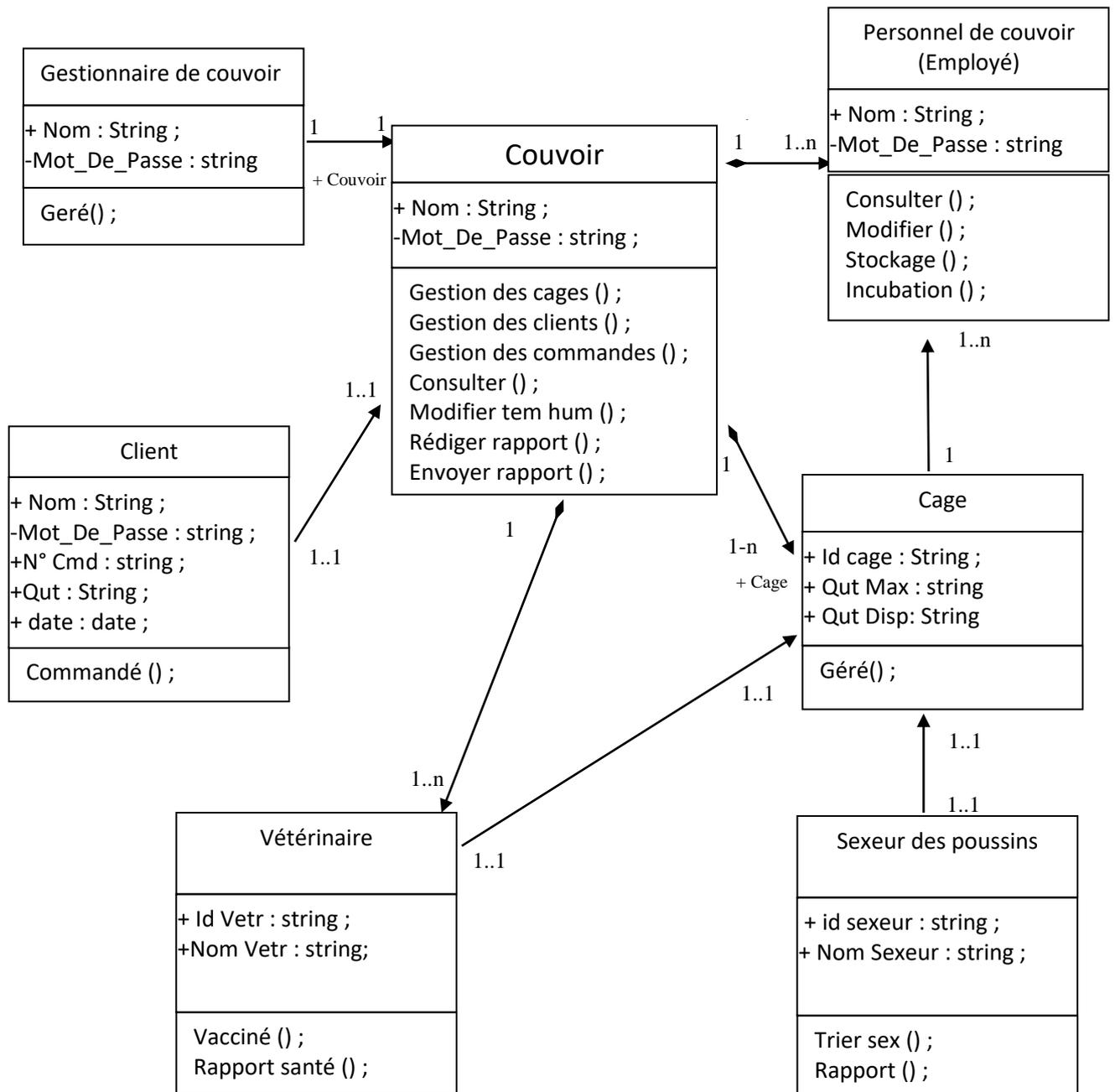


Figure II.10 : Diagramme de classe d'éclosion des poussins

classe	Classe	Description
Responsable de couvoir	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consulter la Phase d'éclosion. ➤ Modifiez la valeur de la température et de l'humidité. ➤ Rédiger et envoyer le rapport de qualité des poussins aux développeurs de races. ➤ Approuver la transmission des poussins à la ferme. ➤ Gérer la commande du client. 	Le responsable de couvoir se voit présenter un acteur principal. Il peut superviser les étapes d'éclosion et modifier les valeurs de température et d'humidité d'incubation, il peut également rédiger le rapport de qualité des poussins et l'envoyer aux développeurs de la race. Le directeur du couvoir est responsable de l'approbation de la transmission des poussins à la ferme et il peut gérer les commandes des clients.
Personnel de couvoir	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consulter la Phase d'éclosion. ➤ Modifiez la valeur de la température et de l'humidité. 	Le personnel de l'éclosoir ou de l'écloserie peut consulter l'étape d'éclosion en cours et modifier les valeurs de température et d'humidité au stade de l'incubation.
Client	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Réservez les commandes de poussins. 	Le client peut faire commander des poussins.
Vétérinaire	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vaccination consulter l'état de santé 	Le vétérinaire vacciné les poussin rédigé un rapport sanitaire des poussins et envoyer le rapport.
Sexeur des poussins	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Triage suivant leur sexe mal et femelle 	Trier les poussins suivant leur sexe mal ou femelle et envoyer un rapport de statistique à reposable de couvoir

Tableau II.2 : Description du diagramme de classe de d'éclosion des poussins

II .3.2 Modélisation BPMN

BPMN est le meilleur modèle représentatif des processus métier. Pour cela, nous l'avons utilisé pour modéliser le processus complet d'éclosion des poussins (C-Hatch Business Process) et pour modéliser la collaboration entre le système et les autres étapes de la production de poulets. Et ensuite, nous avons modélisé la collaboration entre un Client et l'un des acteurs du processus d'éclosion des poussins

Le d'éclosion des poussins étant assez complexe, nous commencerons par un modèle global qui définit toutes les phases du système dans l'ordre connu. Ensuite, nous affinerons le modèle et examinerons toutes les tâches et sous-processus possibles.

II .3.2.1 Modèle de collaboration générale

Pour cette section, nous représentons le modèle BPMN collaboratif global du processus d'éclosion des poussins. Ce modèle (Figure : II.11) montre la collaboration entre le participant au couvoir (qui contient le processus d'éclosion des poussins) et d'autres participants possibles : Organisation d'éleveurs, élevages de poulets de chair/poulettes et client.

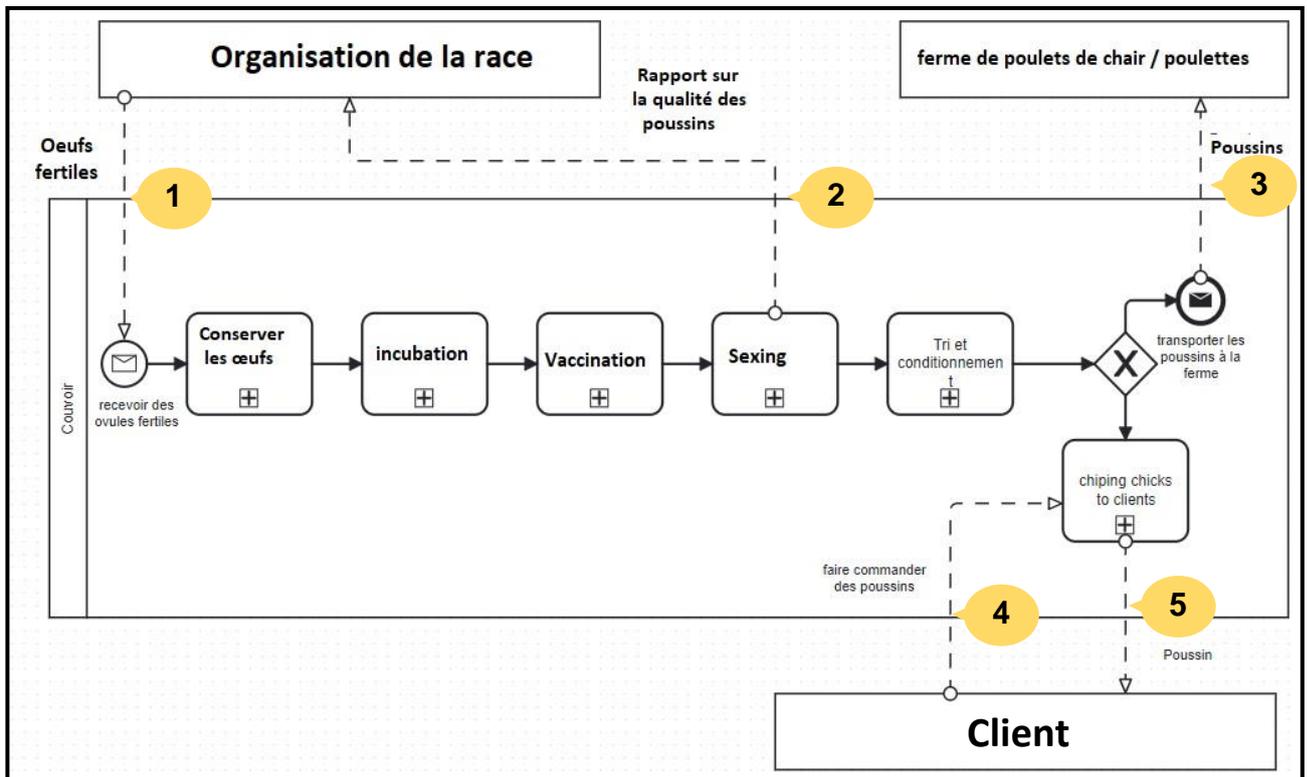


Figure II.11 : Modèle BPMN collaboratif général de l'éclosion des poussins.

Dans ce modèle, le pool principal « Couvoir » collabore avec trois autres participants : le pool Organisation de race, le pool Ferme de poulets de chair/poulettes et le pool Client. Tel que conçu dans le diagramme des processus métiers collaboratifs,

Le couvoir de piscine étendu contient 6 sous-processus ordonnés qui présentent les 6 étapes principales du processus d'éclosion (l'étude de cas).

Ces sous-processus sont les suivants : le tri des œufs, l'incubation, la vaccination, le sexage, le tri et l'emballage, et enfin l'expédition des poussins aux clients.

Le tableau suivant (Tableau II.3) lister les flux de messages entre les participants dans le modèle collaboratif BPMN de Système d'éclosion des poussins :

Message N° de flux	Expéditeur	Récepteur	Description
1	Organisation de la race	Couvoir	Envoyer des oeufs fertiles
2	Couvoir	Organisation de la race	Envoyer un rapport de qualité aux poussins
3	Couvoir	Ferme de poulets de chair/poulettes	Envoyer des poussins
4	Client	Couvoir	faire commander des poussins
5	Couvoir	Client	Envoyer (sale) poussin

Tableau II.3 : Flux de messages dans le modèle BPMN collaboratif éclosion des poussins.

Le processus d'éclosion commence par un événement de démarrage de message de capture, cet événement est connecté au pool d'organisations de race par un flux de messages. Cela signifie que le processus d'éclosion (dans le couvoir) ne peut démarrer que si l'événement de démarrage du message reçoit (attrape) des œufs fertiles envoyés par l'organisation de la race.

Lorsque le processus atteint le sous-processus de sexage, cela signifie qu'il est possible de rédiger le rapport sur la qualité des poussins en fonction de la santé, de la qualité et de la quantité des nouveaux poussins. Le rapport est envoyé à l'Organisation de la Race.

Après le sous-processus « tri et emballage », le processus d'éclosion se terminera par l'envoi des poussins au pool de la ferme de poulets de chair/poulets avec l'événement de fin de message de lancement. D'autre part, un autre pool "Client" collabore avec le sous-processus "expédition des poussins", où le client passera une commande pour obtenir des poussins et la commande sera traitée et gérée dans le sous-processus d'expédition des poussins, puis le le sous-processus enverra les poussins au client.

II .3.2.2 Affinement BPMN

Le modèle BPMN précédent était une abstraction pour montrer un aperçu du processus complet et de la relation de collaboration entre les participants. Le modèle global va désormais être affiné en plusieurs autres modèles.

➤ **La piscine du couvoir :**

L'étude de cas proposée se déroule dans le bassin du couvoir. Pour cela, le modèle BPMN de la Figure II.17 montrera le raffinement du sous-processus précédent de ce pool.

Le pool du couvoir est divisé en 5 Couloirs, chaque couloir est un acteur du couvoir et capable de gérer certaines tâches.

Notez que les nombres de 1 à 17 définissent l'ordre logique du processus d'éclosion complet.

1. Couloir du personnel du couvoir :

Le couloir du personnel du couvoir comprend toutes les tâches du processus d'éclosion où les acteurs sont le personnel du couvoir. Le personnel peut gérer directement le matériel tel que les incubateurs et la machine à mirer et est responsable de la configuration de l'environnement permettant aux poussins d'éclore avec succès.

La Figure II.12 montre les éléments possibles dans le couloir du personnel du couvoir et leur ordre respectif dans le processus d'éclosion.

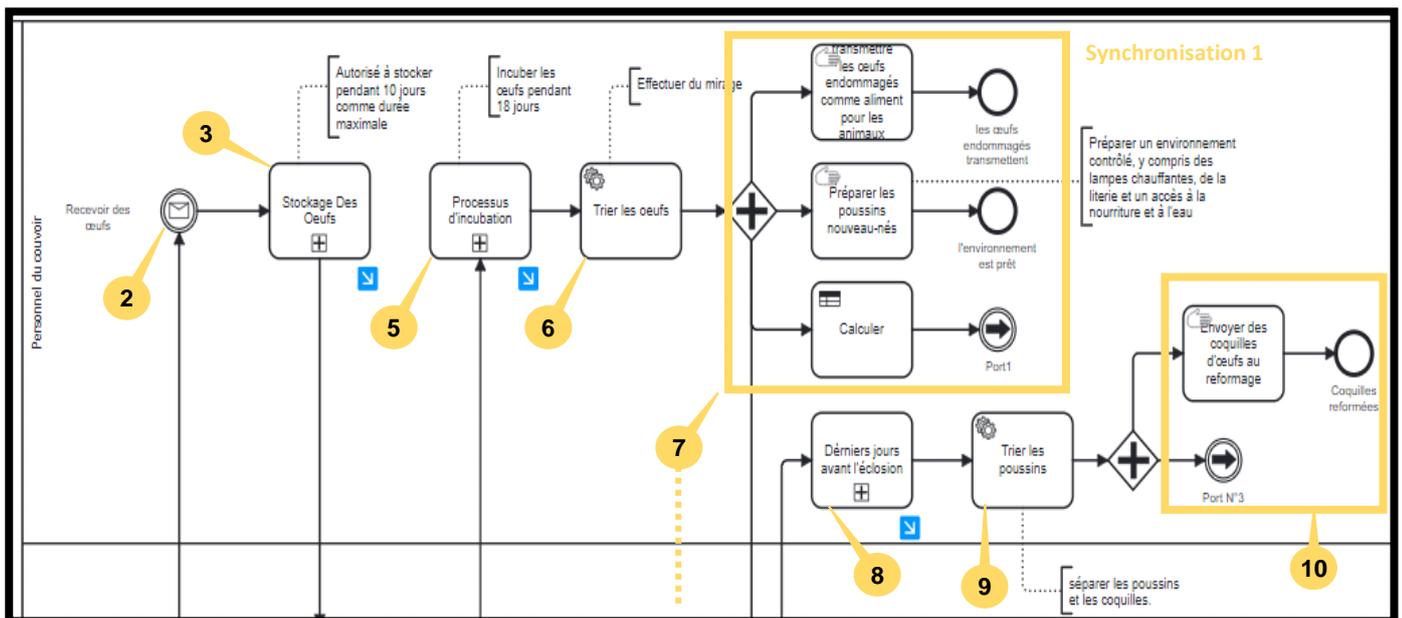


Figure II.12 : Couloir du personnel du couvoir

Le tableau suivant (Tableau II.4) lister les éléments du couloir du personnel du Couvoir, avec une description du rôle et de l'action de chacun d'eux.

Element	Description
Recevoir des œufs 2	Point de communication où l'organisation de la race en Couloir des fertiles œufs au couvoir

Stockage des œufs 3	Alimenter les œufs jusqu'à ce qu'ils soient prêts pour le processus d'incubation.
Processus d'incubation 5	Incubez les œufs pendant 18 jours dans l'incubateur.
Trier les œufs 6	Effectuer des mirages pour éliminer les œufs endommagés
Synchronisation 1 7	Après l'incubation et le mirage, le personnel peut préparer l'éclosion place pour les œufs et transmettre les œufs endommagés hors du couvoir, ils sont également capables de calculer les formules d'éclosion pour obtenir le pourcentage d'éclosion. Tout cela peut être synchronisé avec l'application de la tâche de vaccin de Mareks dans la Couloir des vétérinaires.
Derniers jours avant l'éclosion 8	Les œufs passeront 3 derniers jours dans la salle d'éclosion.
Séparer les poussins et les coquilles 9	Après l'éclosion, le personnel utilisera une machine pour séparer les poussins et coquilles d'œufs.

Tableau II.4 : Éléments du couloir du personnel du couvoir

2. Couloir du gestionnaire du couvoir :

Le gestionnaire est le chef et le superviseur du couvoir. Il contrôle le travail collaboratif à l'intérieur du couvoir et répartit les tâches entre le personnel. De plus, il gère toutes les communications directes avec le pool incluant la gestion des commandes des clients.

La Figure II.13 montre les éléments possibles dans la Couloir du gestionnaire de couvoir et leur ordre respectif dans le processus d'éclosion.

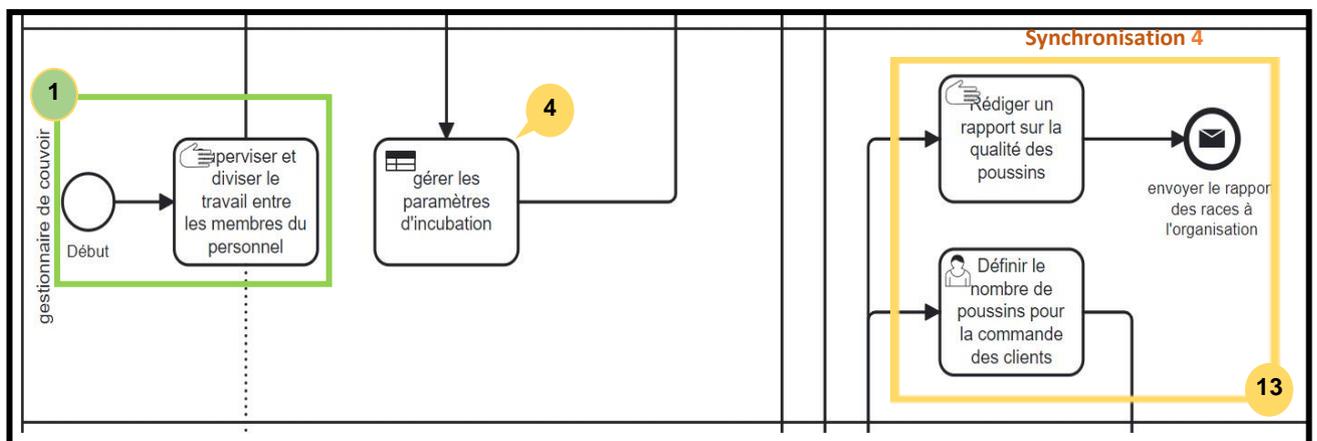


Figure II.13 : Couloir du gestionnaire du couvoir

Le tableau suivant (Tableau II.5) lister les éléments du couloir gestionnaire de couvoir, avec une description du rôle et de l'action de chacun d'eux.

Element	Description
Superviser et répartir le travail entre les membres du personnel 1	Le début du processus d'éclosion supervisé par le gestionnaire Et répartir le travail entre le personnel de l'écloserie.
Manage Incubation parameters 4	Le gestionnaire gère les paramètres d'incubation avant Buter les œufs dans l'incubateur.
Synchronisation 4 13	Le responsable rédigera le rapport de qualité des poussins et l'enverra à l'organisation de la race, il définira également le nombre de poussins pouvant être utilisés pour satisfaire les commandes des clients.

Tableau II.5 : Éléments du Couloir du gestionnaire de couvoir

3. Couloir des vétérinaires :

En tant qu'acteurs du processus d'éclosion, les vétérinaires sont les personnes qui s'occupent de tout ce qui a trait à la santé et à la qualité des poussins ; comme la vaccination et les protocoles de santé. La Figure II.14 montre les éléments possibles dans le couloir des vétérinaires et leur ordre respectif dans le processus d'éclosion.

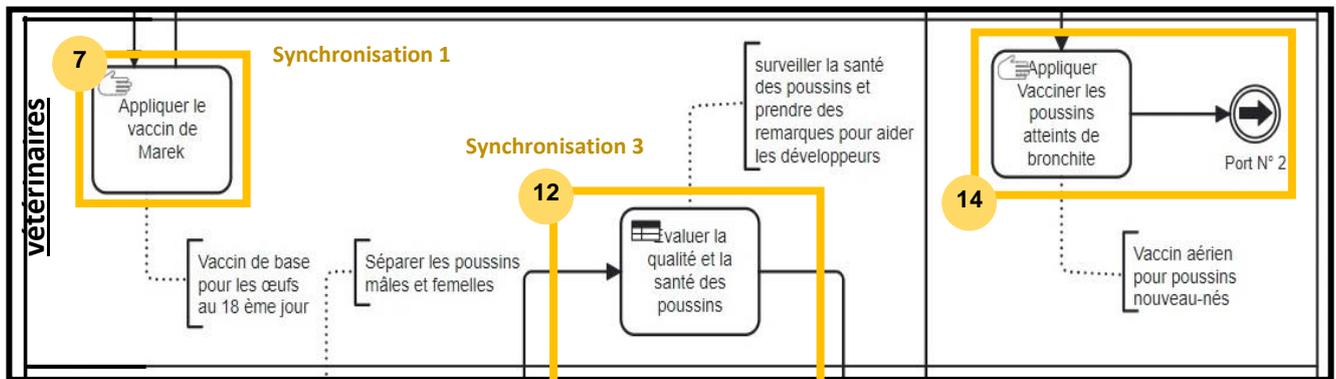


Figure II.14 : Couloir des vétérinaires

Le tableau suivant (Tableau II.6) lister les éléments de la Couloir des Vétérinaires, avec une description du rôle et de l'action de chacun d'eux.

Element	Description
7 Appliquer le vaccin Mareks	Après 18 jours d'incubation des œufs, les vétérinaires peuvent appliquer Le vaccin de Marek pour tous les poussins dans leurs œufs, cela peut être synchronisé avec les éléments de Synchronisation 1.
12 Synchronisation 3	Évaluer la santé, la qualité et la quantité des poussins, peut être synchronisé avec calculer le nombre de poussins mâles et femelles dans la Couloir sexeurs de poussins.
14 Apply Infectious Bronchitis vaccine	Les vétérinaires appliquent le vaccin contre la bronchite infectieuse uniquement aux poussins appartenant aux fermes associées au couvoir.

Tableau II.6 : Éléments dans la Couloir des vétérinaires

4. Couloir sexeurs de poussins :

Couloir sexeurs de poussins consiste à trier les nouveaux poussins par sexe (mâle ou femelle), cette étape est nécessaire pour décider vers quelle ferme les poussins seront dirigés.

La figure 2.14 montre les éléments possibles dans le Couloir sexeurs de poussins et leur ordre respectif dans le processus d'éclosion.

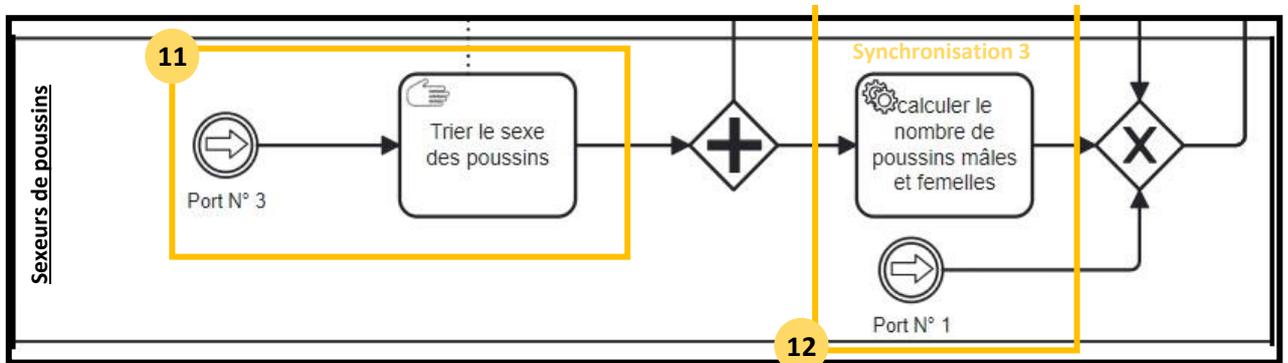


Figure II.15 : Couloir sexeurs de poussins

Le tableau suivant (Tableau II.7) lister les éléments du couloir des sexeurs de poussins, avec une description du rôle et de l'action de chacun d'eux.

Element	Description
11 Trier les poussins par sexe	Le tri des poussins par sexe (mâle et femelle) peut être synchronisé avec des éléments en synchronisation 2.
12 Synchronisation 3	Calculer Nombre de poussins mâles et de poussins femelles peut être synchronisé avec des éléments de synchronisation 3.

Tableau II.7 : Éléments dans la Couloir des Poussins Sexeur.

5. Couloir de service de transport de volailles :

Le service de transport des volailles s'occupe du conditionnement des poussins en toute sécurité et de leur transport vers les fermes ou les clients.

La Figure II.16 montre les éléments possibles dans la Couloir de service de transport de volailles et leur ordre respectif dans le processus d'éclosion.

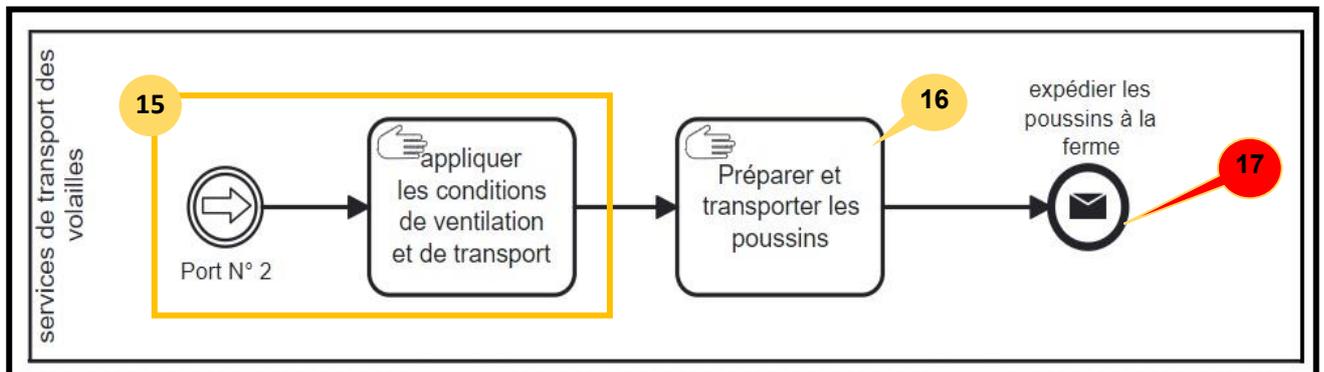


Figure II.16 : Couloir de service pour le transport des volailles

Le tableau suivant (Tableau II.8) liste les éléments de la Couloir du Service de transport de volailles, avec une description du rôle et de l'action de chacun d'entre eux.

Element	Description
Appliquer les conditions de ventilation et de transport 15	Le Service de transport applique les protocoles de ventilation et de transport pour transmettre les poussins en toute sécurité aux fermes.
Préparer et transporter les poussins 16	Trier les poussins par qualité, sexe, espèce et quantité, puis les emballer et transportez-les jusqu'à la Ferme.
Envoyer les poussins à la ferme 17	Le processus d'éclosion se termine par un point de communication avec le chemin de la ferme des chaudières / poulettes pour envoyer les poussins à la ferme.

Tableau II.8 : Éléments dans la Couloir de service de transport de volailles

Comme on peut le constater, il s'agissait de l'explication de chaque couloir correspondant aux principaux acteurs du couvoir, définissant les événements et les activités de chaque acteur.

La Figure II.17 représente la structure du couvoir avec tous les couloirs des acteurs et les flux de séquences ordonnés.

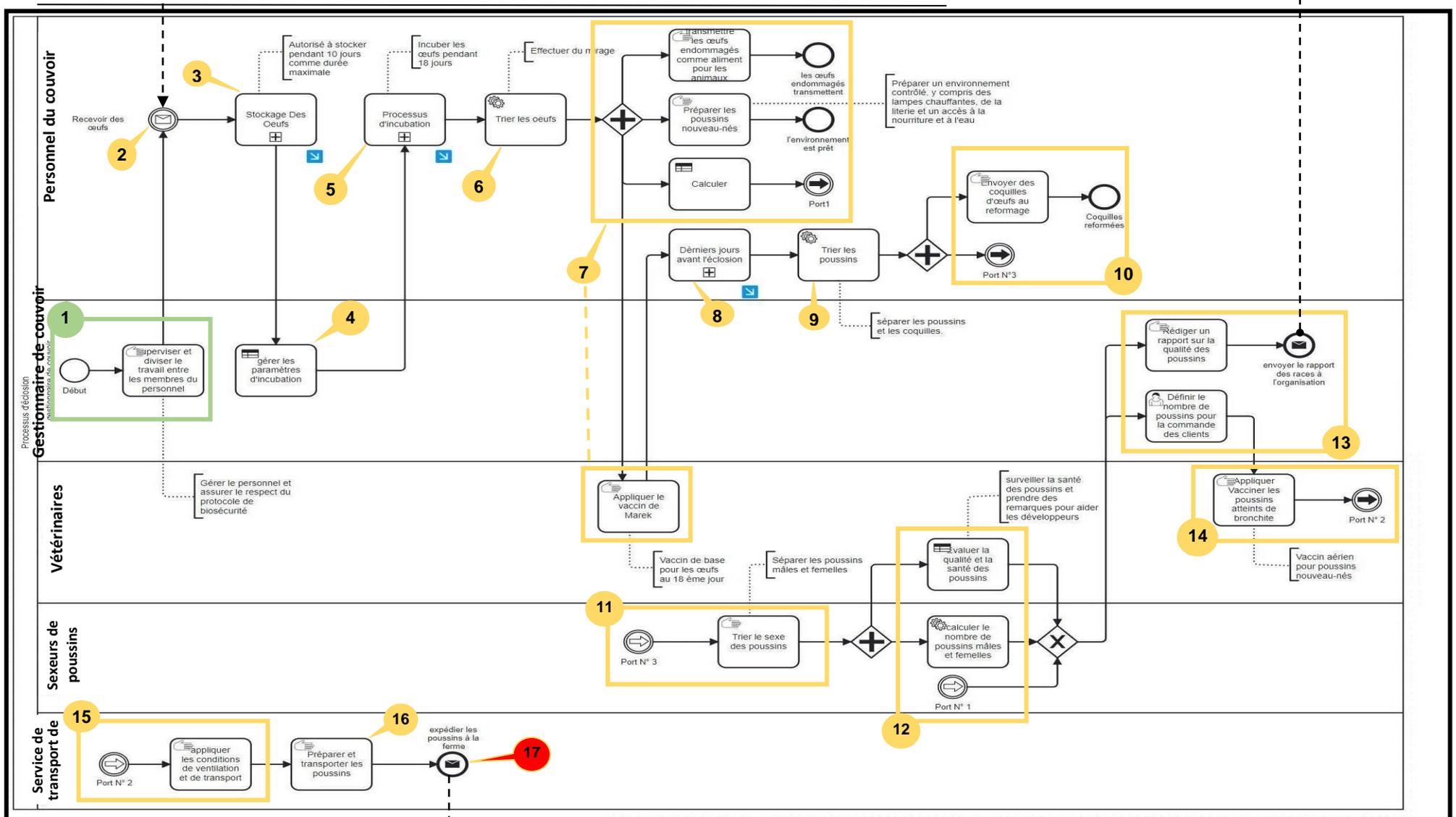


Figure II.17: Le diagramme de collaboration de PM couvoir

➤ **Sous-processus dans le pool de couvoir :**

Dans le processus l'éclosion des poussins, nous pouvons avoir 3 sous-processus principaux qui contiennent les modifications, dans les conditions de température, d'humidité et de position des œufs pendant l'éclosion dès les œufs fertiles. Ces sous-processus sont : « Tri des œufs », « Incubation » et « Dernier jours avant l'éclosion ».

1. Stockage des œufs :

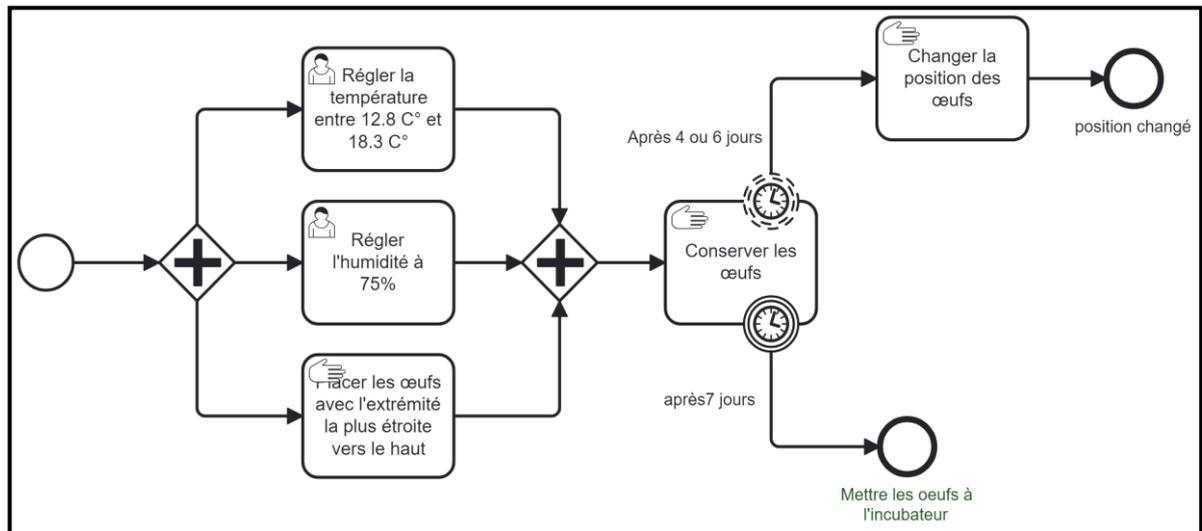


Figure II.18 : Sous-processus de stockage des œufs

Le sous-processus de « stockage des œufs » commence après la réception des œufs à couver du Maison d'élevage. Le personnel du couvoir effectuera de 3 tâches : régler la température entre 12.7 C° et 18.3C °, réglez l'humidité à 75 % et placez manuellement les œufs avec des extrémités étroites vers le haut.

Après cela, les œufs seront stockés (représentés par la tâche manuelle « stocker les œufs »). Si la durée de conservation est de 4 ou 6 jours ; un événement de limite de minuterie ininterrompu se produira et le personnel modifiera la position des œufs sans interrompre la tâche « stocker les œufs ». Lorsque le stockage la durée atteint 7 jours ; La tâche « Stocker les œufs » doit être perturbée par un l'événement de limite de minuterie interrompue et le sous-processus de « stockage des œufs » doivent prendre fin.

2. Incubation :

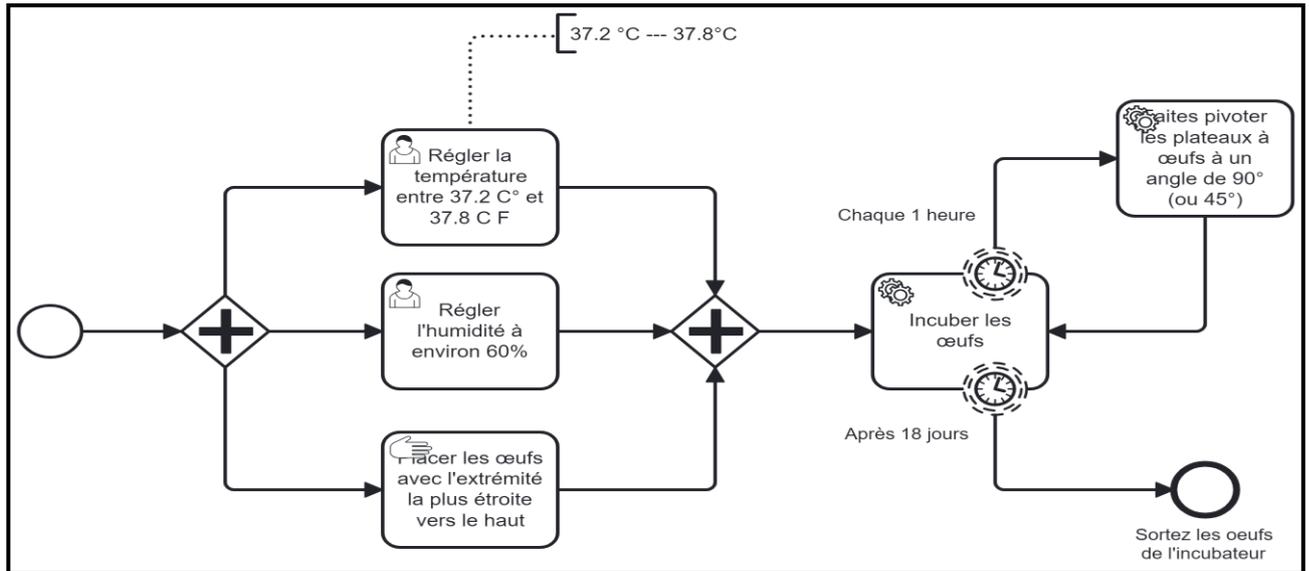


Figure II.19 : Sous-processus d'incubation

Lorsque les œufs à couvrir stockés sont placés dans l'incubateur, l'« Incubation » Le sous-processus commencera par régler la machine d'incubation selon les éléments suivants :

- Réglez la température entre (37,2°C - 37,8°C).
- Réglez l'humidité sur 60%, et placez manuellement les œufs avec les extrémités étroites vers le haut.
- Les œufs vont rester dans l'incubateur.

Ceci est représenté par la tâche de boucle « Incuber les œufs ». Cette tâche recevra un événement de limite de minuterie ininterrompu qui présente l'acte de rotation des œufs à un angle de 90° automatiquement toutes les 1 heure.

Le « incuber les œufs » doit être interrompu si la durée d'incubation est égale à 18 jours, et le sous-processus « Incubation » se terminera.

3. Derniers jours avant l'éclosion :

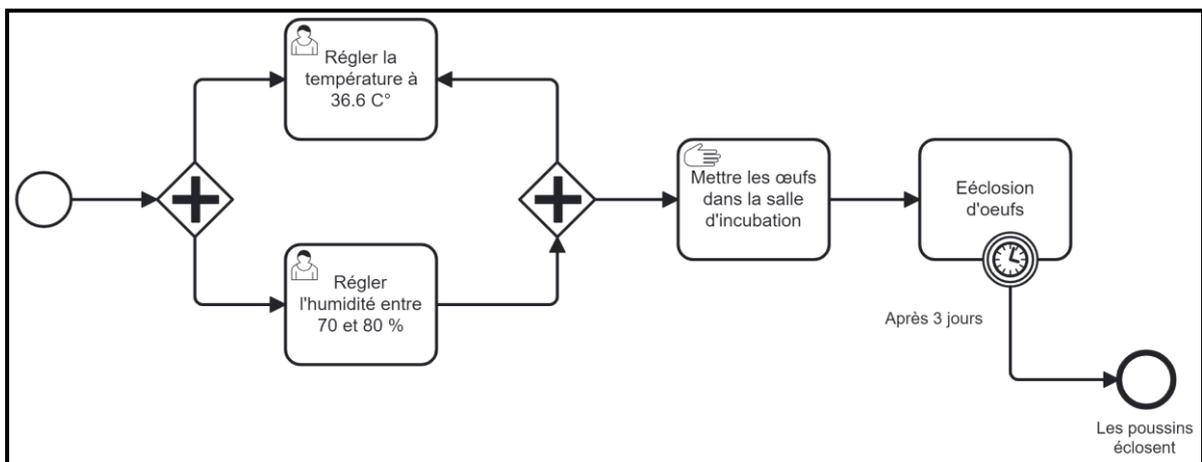


Figure II.20 : Sous-processus de derniers jours avant l'éclosion

Les « Derniers jours avant l’éclosion » commencent après l’application du vaccin Mareks. Les œufs incubés ont passé le processus de mirage et seuls les œufs s’attendaient à éclore avec succès sont laissés.

Maintenant, les éclosiers doivent augmenter la température et l’humidité pour la dernière étape de l’éclosion. La température est réglée à 36.6° et L’humidité est comprise entre 70 et 80%. Le personnel mettra les œufs à couver et attendre que les poussins sortent de leur coquille. Le sous-processus d’éclosion sera effectué après 3 jours

➤ **Collaboration de couvoir avec les clients**

Dans le cadre de la collaboration entre le couvoir et le client, toutes les commandes du client et sont gérées par le gestionnaire du couvoir (Couloir du gestionnaire du couvoir dans le modèle). Ainsi, le client de la piscine est en collaboration directe avec l’écloserie de Couloir Responsable de l’écloserie de la piscine.

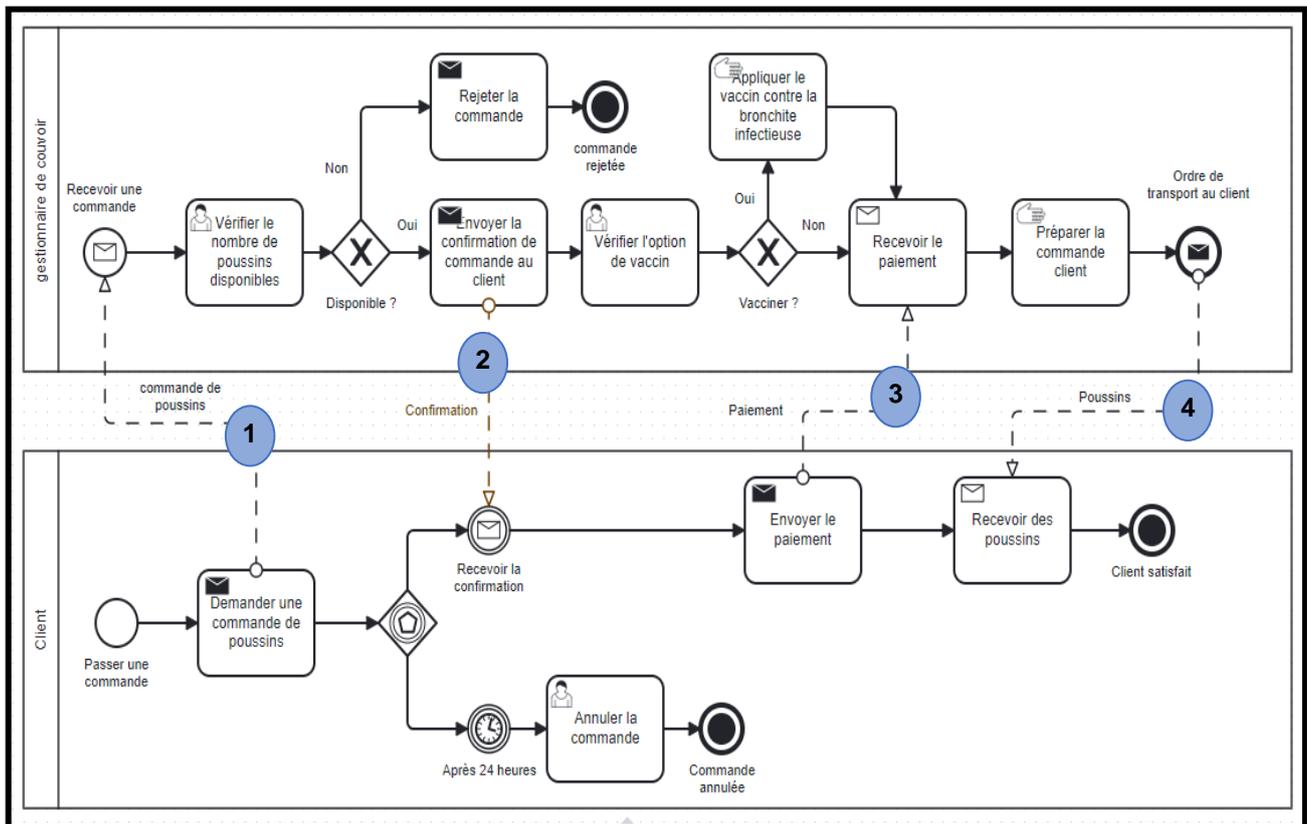


Figure II.21 : BPMN collaboratif entre le couvoir et le client

La Figure II.21 montre la collaboration entre le couvoir (le gestionnaire du couvoir en tant qu’acteur principal) et le client. Où les nombres de 1 à 4 sont les des flux de messages de collaboration, qui permettent la communication entre les participants dans le système.

La collaboration commence par un client qui passe une commande pour acheter des poussins de l’écloserie. Ceci est représenté par une tâche d’envoi de message dans le pool de clients lié par

un flux de messages avec un événement de message de réception de démarrage dans le gestionnaire de couvoirs de Couloir. Une fois la commande de poussins reçue, le responsable commencera à traiter la commande par vérification de la disponibilité des poussins (tâche utilisateur "vérifier le nb de poussins disponibles)

si poussins sont disponibles, le gestionnaire en Couloir un message de confirmation au client (envoi tâche de message). Sinon, la commande du client sera rejetée. Après confirmation de la commande, le responsable doit vérifier si le client a inclus l'application d'Infection Vaccin contre la bronchite dans l'ordre de ses poussins ou non. Si oui,

Les poussins prendront le vaccin (tâche manuelle « appliquer le vaccin contre la bronchite infectieuse ») et une fois que le gestionnaire reçoit paiement (tâche de réception du message de paiement) il prépare et emballe les poussins et les en Couloir au client (envoyer le message fin d'événement « ordre de transport vers le client »).

Si le vaccin n'est pas inclus dans la commande du client, le processus prendra le Chemin de workflow par défaut (réception du paiement, préparation de la commande du client et transport commande au client. Si le client n'a pas reçu la confirmation de commande dans les 24 heures il peut rejeter la commande.

Conclusion

Dans les sections précédentes, nous avons donné une brève analyse du fonctionnement du système de production de poulet et une présentation rapide de toutes les étapes de collaboration pour nous mener au processus d'éclosion comme notre étude de cas et analyser les activités internes et externes processus et les acteurs avec le processus de collaboration entre les participants. Ensuite, dans la section conception, nous fournissons la modélisation de l'étude de cas en utilisant UML et BPMN.

Chapitre III

IMPLEMENTATION

III.1 Introduction.

Après avoir présenter la modélisation des processus métier collaboratifs de notre système de l'éclosion des poussins dans le chapitre précédent, Nous avons également introduit des modèles semi-formels tels que UML, qui fournissent un ensemble de représentations graphiques permettant de modéliser différentes vues des processus métier. Ensuite, nous avons abordé la modélisation de la collaboration des processus métier à l'aide de BPMN.

Nous mettrons l'accent dans ce chapitre sur l'implémentation du code de programme pour l'application éclosion de poussins, qui est basée sur une base de données relationnelles des différents rôles d'utilisateurs. Nous identifierons les outils logiciels utilisés ainsi que les environnements de programmation supportés pour développer cette application.

Nous présenterons, dans la dernière partie de ce chapitre les scénarios les plus généraux de trois différents acteurs de notre application tel que ; administrateur, opérateur et client, illustrés par des captures d'écran.

III.2 Les langages et les outils de développement :

Dans cette section nous présenter l'environnement de travail, les langages de programmation et les outils logiciels utilisés dans le développement.

III.2.1 Langages de programmation utilisés

Nous utiliserons Java FX pour développer les différentes interfaces de l'application, Java FX est une bibliothèque Java permettant de créer des applications graphiques riches. Elle offre une large gamme de fonctionnalités pour concevoir des interfaces utilisateur attrayantes et réactives, incluant des composants graphiques, des effets, des animations, et la gestion d'événements.

Java FX offre ainsi une solution puissante et flexible pour le développement d'applications graphiques en Java, alliant modernité et facilité d'utilisation

Nous avons aussi utilisé feuilles de styles (Cascading Style Sheets abrégé CSS) pour appliquer des styles aux composants Java FX, ce qui facilite la personnalisation de l'apparence de l'interface.

III.2.2 Les outils exploités :

Nous avons exploité les outils suivants :

III.2.2.1 My SQL :

My SQL est un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBD). Le SQL dans MySQL signifie (Structured Query Language) : le langage standard pour les traitements de bases de données [33].

III.2.2.2 Environnement de programmation

IntelliJ IDEA est un environnement de développement intégré (IDE) pour le développement de logiciels en Java, ainsi que pour d'autres langages de programmation. Développé par JetBrains, IntelliJ IDEA est reconnu pour sa robustesse, son efficacité et ses fonctionnalités avancées, ce qui en fait l'un des IDE les plus populaires parmi les développeurs Java, et aussi c'est un outil puissant et riche en fonctionnalités, idéal pour le développement de projets Java de toutes tailles et de toutes complexités. Son intégration avec une multitude d'outils et de technologies en fait un choix privilégié pour les développeurs à la recherche d'un environnement de développement complet et efficace.

III.3 Réalisation de système collaboratif de l'éclosion de poussin

Dans notre application Nous avons commencé par la création d'une base de données pouvoir croiser les données contenues dans les tables afin d'obtenir un ensemble cohérent, par la suite présenter quelques interfaces de notre application.

III.3.1 Choix de rôle:

La première interface s'affiche est l'interface de choix de rôle de chaque utilisateur de l'application, qui contient trois utilisateur (Administrateur (Responsable de couvoir), personnel de couvoir (Employé) et le client, Comme indiqué dans la figure III.1

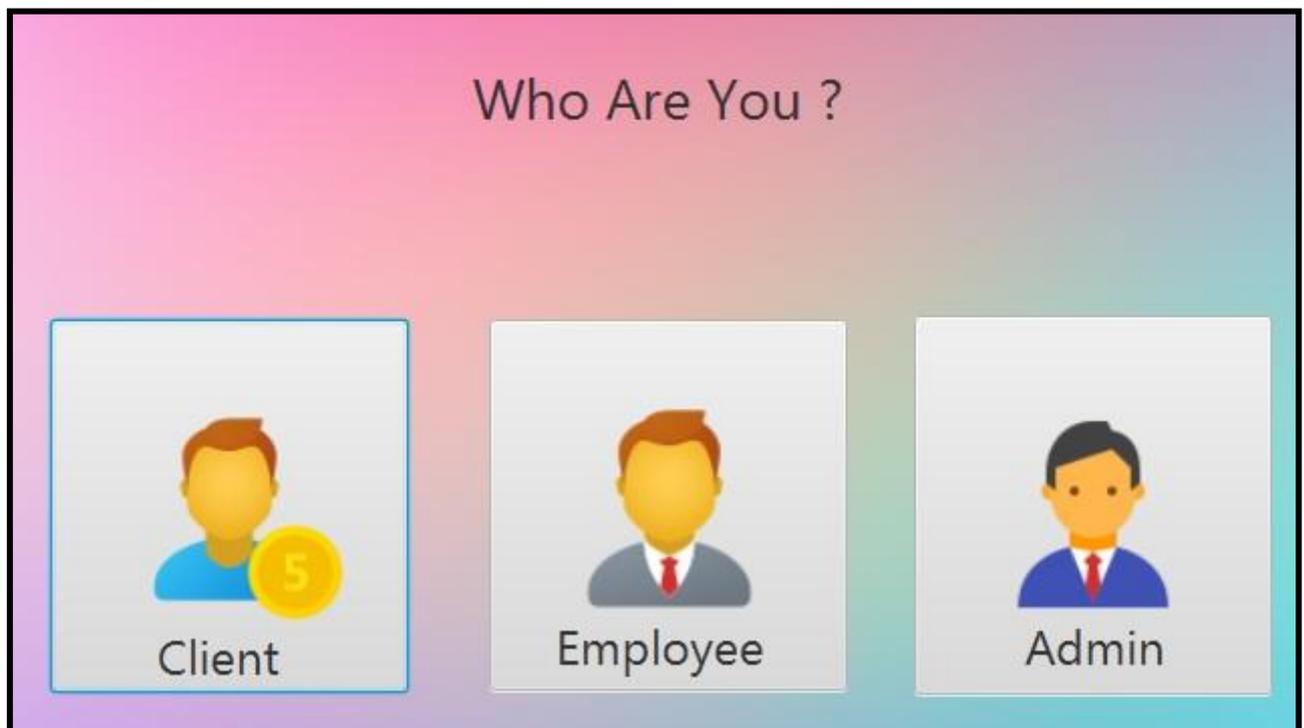


Figure III.1 : Interface pour le Choix de rôle.

III.3.2 Interface authentification.

La sécurité est nécessaire pour n'importe quel utilisateur soit administrateur, employé (personnel de couvoir) et client aux tâches, c'est pour cette raison nous créent un mécanisme d'authentification pour chaque. Donc, il y a un nom d'utilisateur et un mot de passe comme indiqué dans la figure III.2.

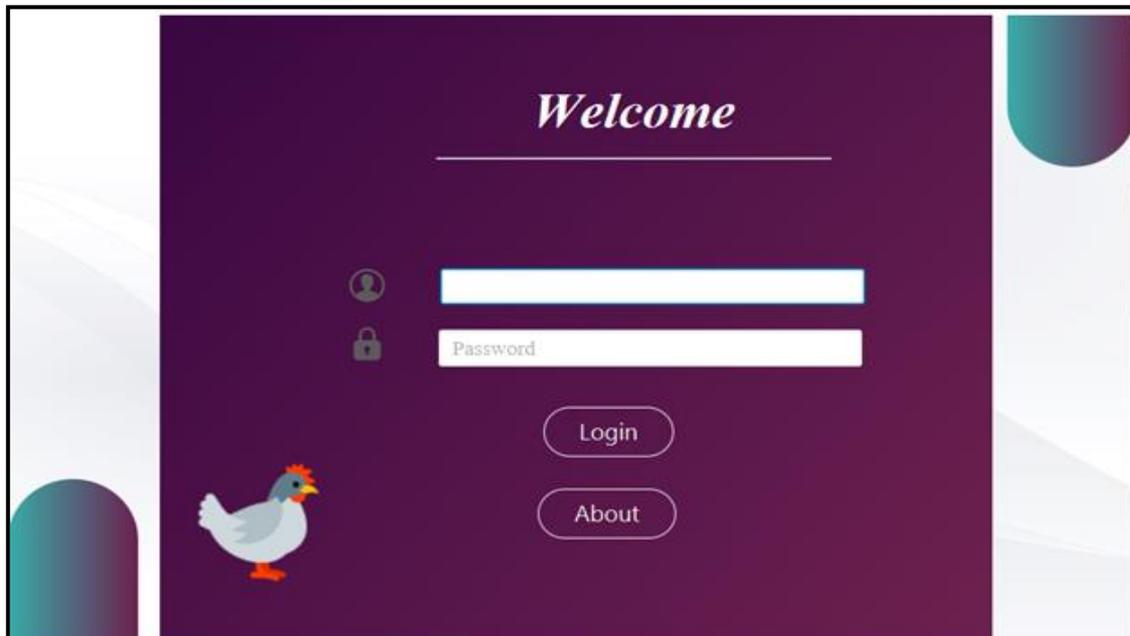


Figure III.2 : Interface Authentification.

III.3.3 Tableau de bord de l'administrateur.

Pour une bon control du gestionnaire de couvoir, il y a dans ce panneau de contrôle toutes les tâches possibles de suivi, de surveillance, de contrôle et de rapports comme indiqué sur la figure III.3.

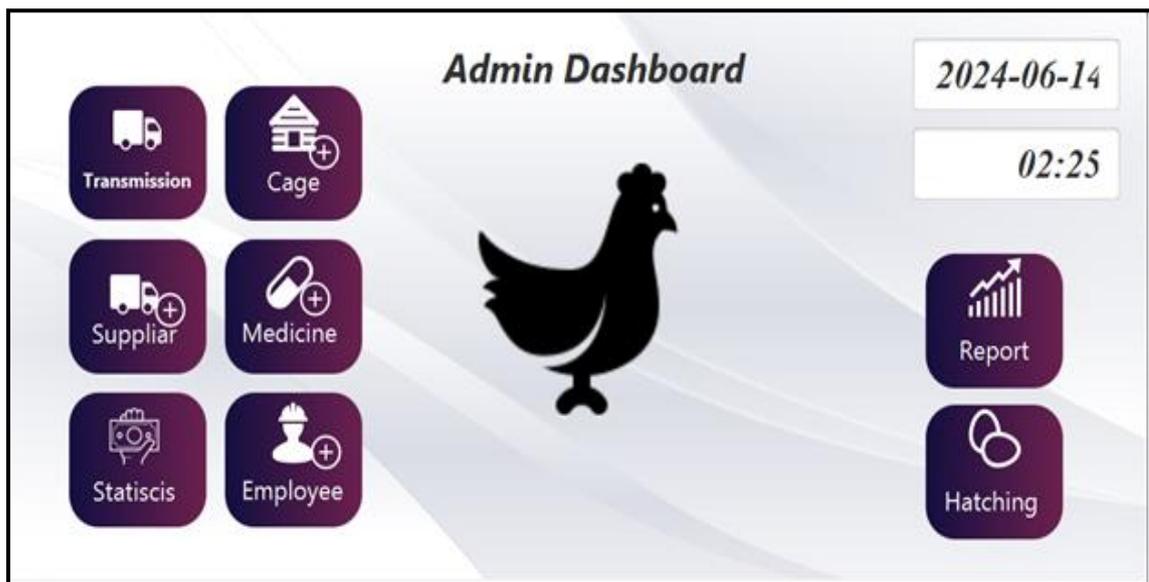


Figure III.3 : Tableau de bord de l'administrateur.

III.3.4 Interface Client.

Cette fenêtre donne aux clients la possibilité de gérer leurs comptes, de passer une commande de poussins de poulet après l'éclosion, de payer et consulter leur facture comme le montre la figure III.4.

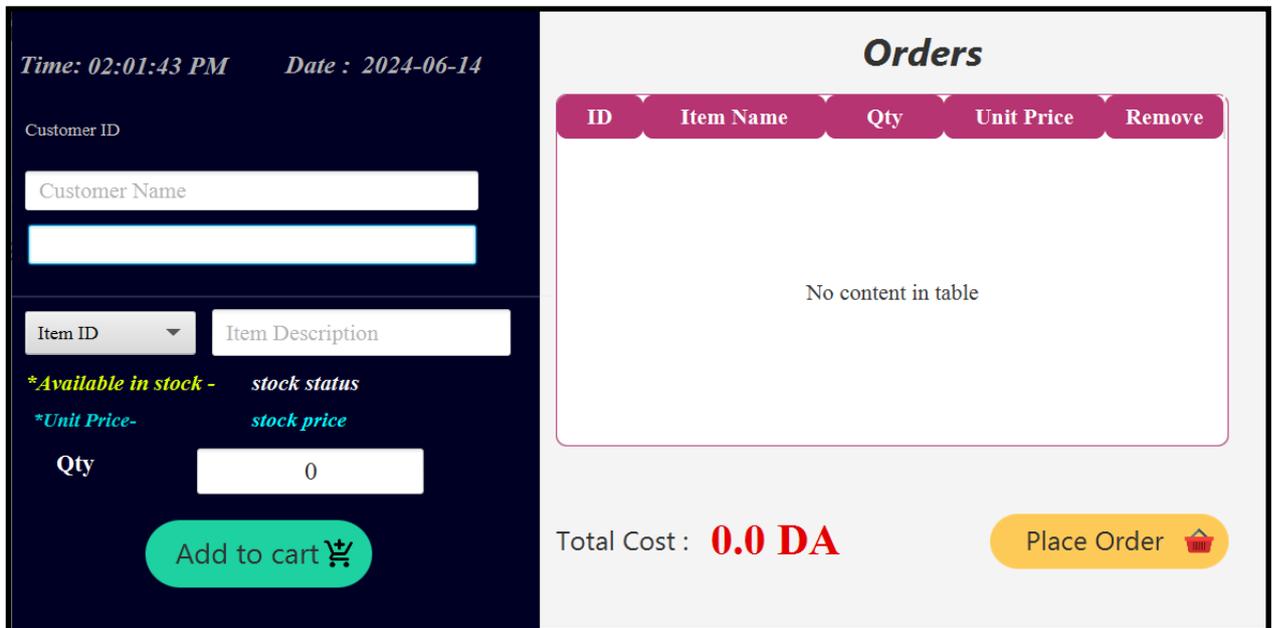


Figure III.4 : Interface Client.

III.3.5 Interface de tableau de bord des employés.

Dans cette interface un tableau de bord est des taches destinées aux employés (personnels de couvoir), comme fournir de la nourriture aux poussins après l'éclosion, donner des médicaments et vaccination selon les instructions de vétérinaires, contrôler la température et l'humidité, et choisir une cage de travail comme indiqué sur la figure III.5



Figure III.5 : Interface de Tableau de bord des employés.

III.3.6 Interface de vérification des étapes d'éclosion

Cette interface affiche les pourcentages d'avancement de chaque étape d'éclosion des poussins comme indique dans la figure III.6

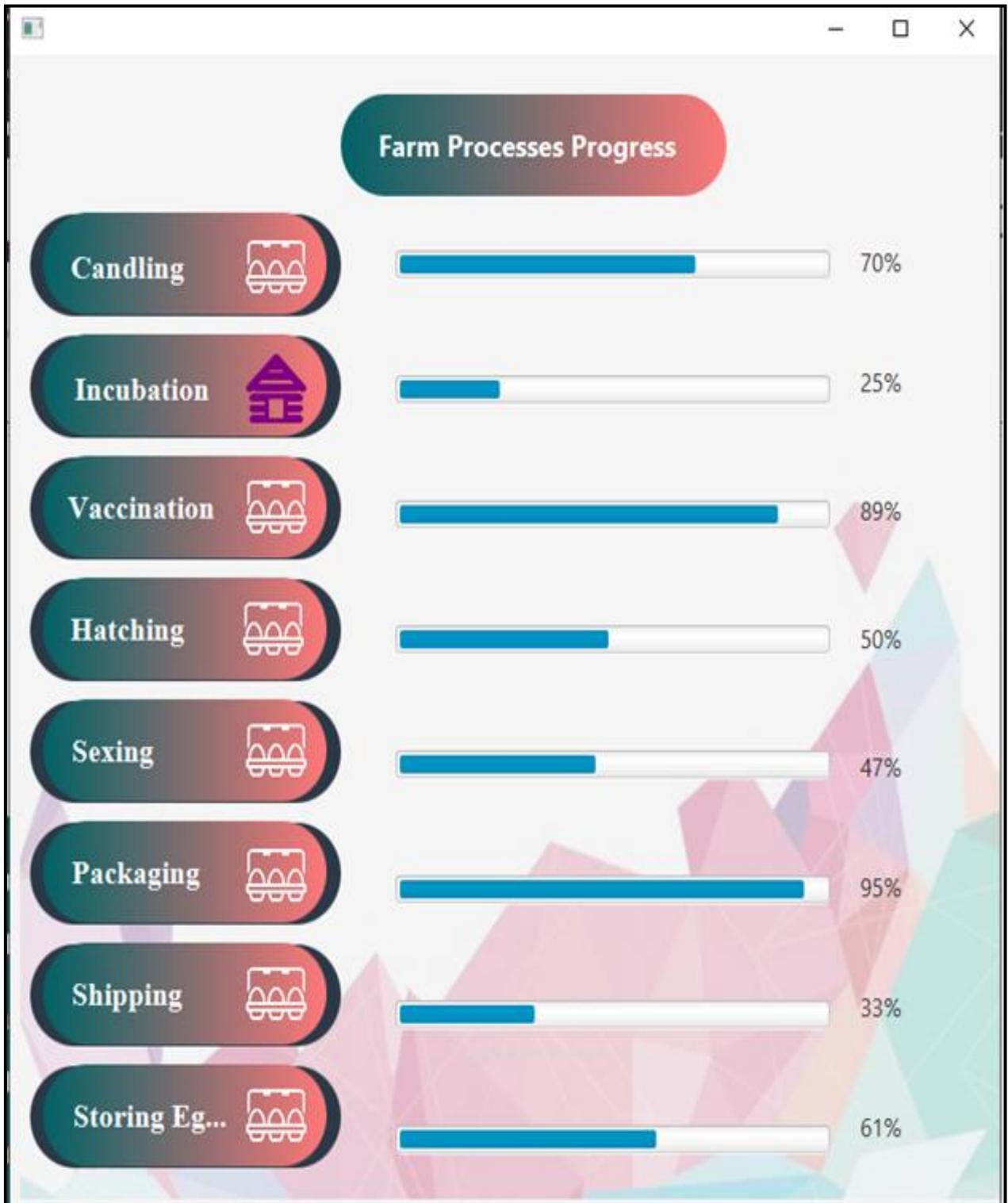


Figure III.6 : Interface de vérification les étapes d'éclosion.

III.3.7 Interface d'ajout un client.

Le client peut s'inscrire en remplissant les champs présentés comme indique dans la figure III.7.

The screenshot shows a web interface titled "Customer Management". On the left, there is a form for "Order Information" with a date field set to "6/14/2024". Below the date are four input fields: "Customer Name", "Customer Phone#", "Item Type", and "Quantity". At the bottom of the form are two buttons: "Accept" and "refuse". On the right, there is a table with the following headers: "Customer ID", "Name", "Telephone No", and "Delete". The table is currently empty, displaying the text "No content in table".

Figure III.7 : Interface d'ajout un client.

III.3.8 Interfaces de gestion des œufs

Dans cette interface le responsable de couvoir saisie les quantités des œufs acheter pour l'éclosion, suivant la taille et état et choisir la cage d'incubation comme s'affiche dans la figure III.8

The screenshot shows a web interface titled "Egg Management". At the top, there is a "Cage" dropdown menu and a "Date" field. Below this, there are three columns representing different egg sizes: "Small", "Medium", and "Large". Each column has two input fields: "Quantity" and "Damage", both currently set to "0". Below these columns is a green "Add to Store" button. On the right side, there is a "Price List" section with three rows: "Small", "Medium", and "Large", each with an input field and the unit "DZ". At the bottom of the price list is a purple "Update" button and an icon of an egg tray.

Figure III.8 : Interface de gestion des œufs.

III.3.9 Interface de gestion des nourritures des poussins

Dans cette fenêtre le personnel de couvoir les quantités nécessaires pour chaque cage et vérifier le stock de des nourritures des poussins comme Indique dans la figure III.9



Figure III.9 : Interface de gestion des nourritures des poussins

III.3.10 Interface de gestion des Médicaments des poussins.

Dans cette fenêtre le personnel de couvoir introduit les quantités nécessaires pour chaque cage et vérifier le stock de des nourritures des poussins comme Indique dans la figure III.10



Figure III.10 : Interface de gestion des Médicaments des poussins

III.3.11 Interface d'ajout un employé.

Dans cette fenêtre on peut ajouter un employé (personnel de couvoir) comme indique dans la figure III.11

The screenshot shows a web application window titled "Employee Management". The header includes a user profile icon, the title "Employee Management", a hard hat icon, and a home button. The main content area contains a form with the following fields: "Employee ID" (with a "Date" label and a calendar icon), "Employee Name", "TP", "Address", and "Salary". Below the form are two buttons: "Save" and "Update". At the bottom, there is a table with the following headers: "ID", "Name", "Telephone No", "Address", "Salary", and "Delete". The table is currently empty, displaying the message "No content in table".

Figure III.11 : Interface d'ajout un employé.

III.3.12 Interface d'ajout un médicament

Cette fenêtre est destinée pour ajouter les médicaments par le responsable de couvoir comme indique dans la figure III.12

The screenshot shows a web application window titled "Add New Medicine". The header features the title "Add New Medicine" in a stylized font. The main content area contains a form with the following fields: "Medicine Name", "Medicine ID", and "Description". Below the form is a button labeled "Add" with a plus sign icon.

Figure III.12 : Interface d'ajout un médicament.

III.3.13 Interface de gestion des cages.

Dans ce tableau de bord le responsable de couvoir saisie les paramètres de chaque cage de couvoir (la quantité maximale, la température, l'humidité, date de vaccination etc....) comme indiqué dans la figure III.13

Cage Management

Select Cage [dropdown]

Max Quantity (Birds) [input]

Set temperature: [input]

Set Humidity: [input]

Set vaccination Date: [input]

Update Cage

Selected Cage Status:

current temperature: 37.5 °C

current Humidity : 45%RH

Last vaccinaion : 02/06/2024

Next vaccination in : 15/06/2024

Left days : 13 day

Number of vaccination : 3

Figure III.13 : Interface de gestion des cages

III.3.14 Interface ajout des cages

Cette fenêtre est destinée pour ajouter un nouveau Cage dans le couvoir par le responsable de couvoir comme indique dans la figure III.14

I

Add New Cage

Cage ID [input]

Max Quantity (Birds) [input]

Add Cage

Figure III.14 : Interface ajout des cages

III.3.15 Interface d'ajout un fournisseur.

Cette fenêtre est destinée pour ajouter un nouveau fournisseur dans le couvoir par le responsable de couvoir comme indique dans la figure III.15.

Add Nwe Supplier

Date

Supplier ID Supplier Name

Supplier TP Supplier Address

Type chick feed medicine

Add **Update** **Clear**

Supplier ID	Name	TP	Address	Type
No content in table				

Figure III.15 : Interface d'ajout un fournisseur

III.3.16 Interface de validation de transporté les poussins :

Dans cette fenêtre ont validé le transport des poussins comme indiqué dans la figure III.16

Validate transmission

Cage Date 6/14/2024

ChickenType chick grower layer

Quantity

Rate Per Chicken Dz

Supplier Name

Total 00 DZ

Validate

Figure III.16 : Interface de validation le transporté des poussins

III.3.17 Interface des statistiques :

Dans cette interface le responsable de couvoir consulter les statistiques des œufs, des poussins et le stock de comme indiqué dans la figure III.17

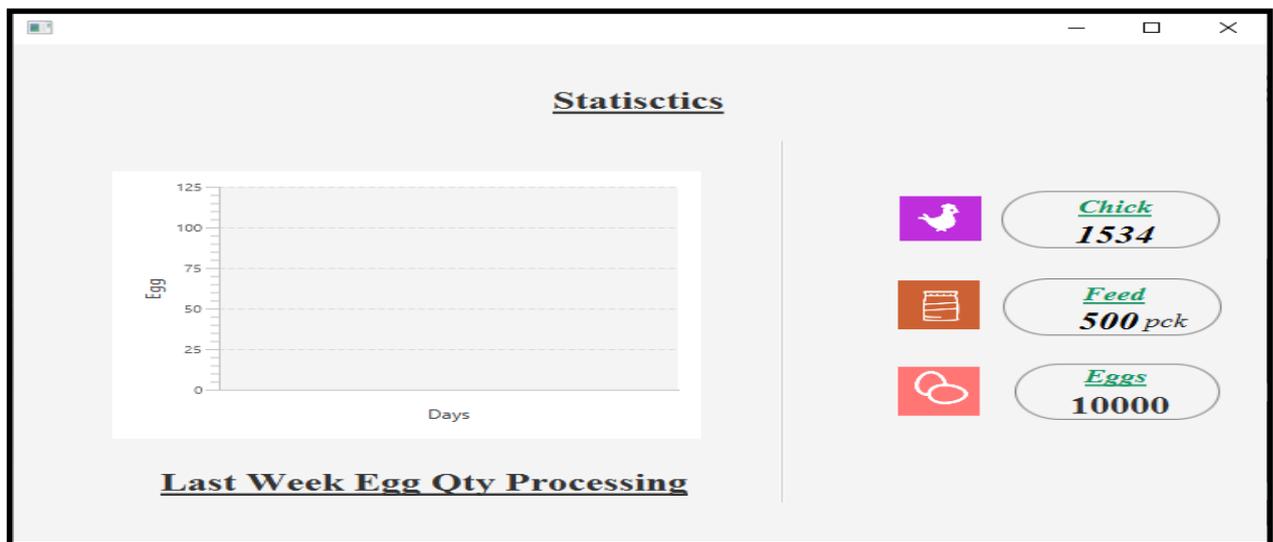


Figure III.17 Interface des statistiques.

III.3.18 Interface de rapport globale :

Dans cette interface le responsable de couvoir voire toute la statistique globale concerne le couvoir (nombre des poussins, sexe des poussins, le reste de stocks œufs médicaments etc.....) comme indiqué dans la figure III.18

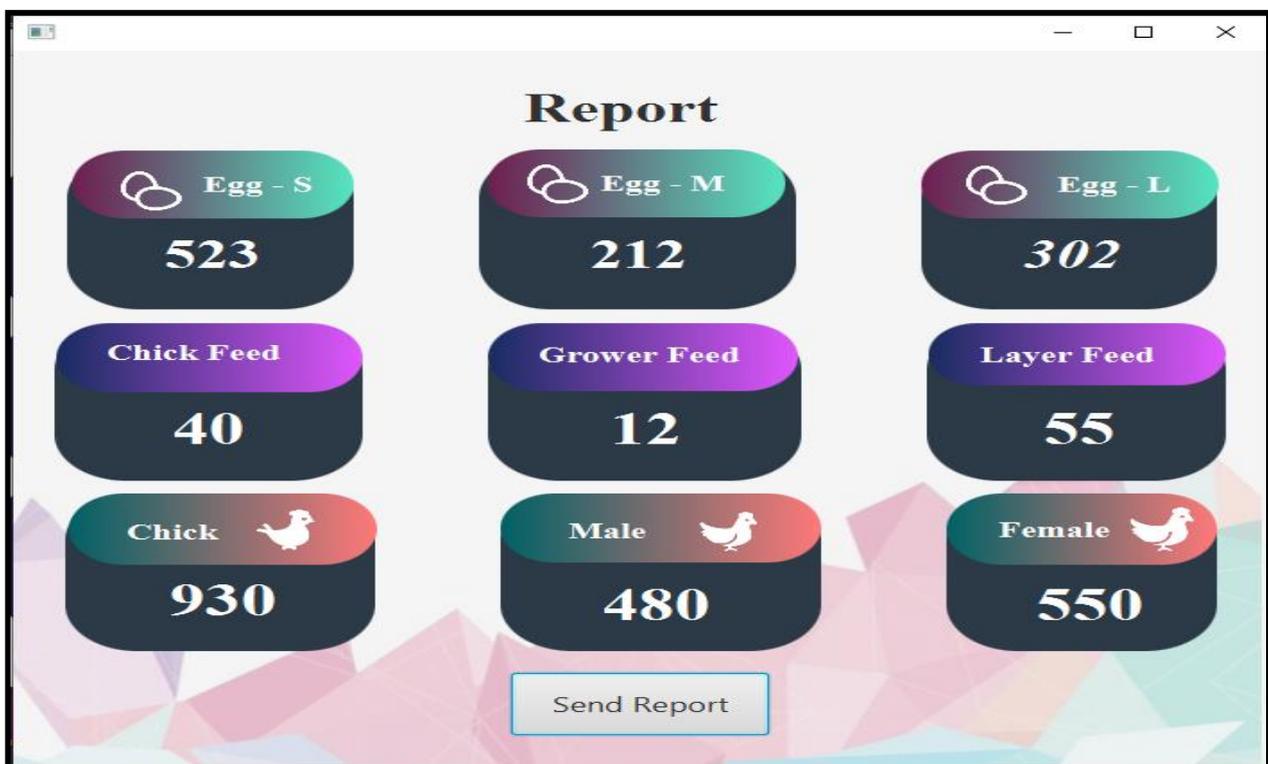


Figure III.18 : Interface de rapport globale

III.4 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté l'environnement de programmation et logiciel de notre projet comme une application a trois rôles comme : admin, employé et client. Ensuite nous avons illustré les différentes fonctionnalités de notre application pour chaque acteur à travers quelques interfaces afin de donner une meilleure idée du travail réalisé qui représentent l'ensemble de PM collaboratifs.

Conclusion Général

Dans un contexte économique concurrentiel, la collaboration Business-to-Business (B2B) domine le commerce électronique, qui représentant environ 85 % de son volume, les entreprises cherchent à améliorer leur efficacité et leur réactivité pour atteindre les objectifs et créer une valeur économique pour leur entreprise.

La modélisation et la simulation des processus métiers collaboratifs (PMC) jouent un rôle crucial dans la capacité des organisations modernes à améliorer leur efficacité opérationnelle et leur réactivité. En facilitant l'intégration des activités avec les entités partenaires, les BMC permettent de créer des chaînes de valeur optimisées et résilientes, essentielles dans un contexte économique hautement concurrentiel et numérisé. L'importance des processus métier collaboratifs ne fera que croître, soulignant la nécessité pour les organisations de tirer parti des bons concepts, outils et technologies pour améliorer leurs capacités collaboratives et favoriser leur réussite dans le monde interconnecté d'aujourd'hui.

L'objectif de notre travail était de démontrer l'efficacité de la modélisation pour les processus métiers collaboratifs. À travers l'étude de cas collaboratif de l'éclosion des poussins, nous avons pu appliquer la simulation en utilisant des outils tels qu'UML, BPMN. Ce choix s'est avéré pertinent en raison de la complexité et de la nature collaborative du processus d'éclosion, impliquant des éleveurs, des fournisseurs d'œufs, des techniciens d'incubation et des vétérinaires, l'étude de cas est bien expliquée et analysée sur le domaine de la production de poulets et en particulier sur l'étape du processus d'éclosion.

La modélisation est basée sur la collaboration des fonctionnalités et critères des différents modèles. Son objectif est de faciliter l'utilisation conjointe de différents modèles utilisés pour représenter, analyser et spécifier les différentes propriétés ou aspects du système en utilisant des outils logiciels spécifiques.

Premièrement, le contexte de notre travail permet l'utilisation de modèles semi-formels tels que UML, qui présente le comportement du système pour comprendre les problèmes et exprimer et développer des modèles objets, indépendamment de tout langage de programmation.

Deuxièmement, nous avons choisi BPMN pour fournir une notation standardisée et visuelle permettant de représenter les processus métier de manière claire et cohérente. Cela favorise une

meilleure compréhension et une meilleure communication entre les parties prenantes. En outre, BPMN facilite la collaboration en représentant les interactions, les dépendances et les flux de messages des activités entre plusieurs participants ou organisations impliquées dans des processus collaboratifs.

Dans les travaux futurs, nous prévoyons de poursuivre cette recherche en développant des règles spécifiées pour le passage des modèles BPMN de processus métier collaboratifs en un paradigme formel tel que les réseaux de Petri ou les AEF afin de vérifier et de valider formellement la collaboration.

D'autre part, nous prévoyons d'intensifier l'automatisation du processus d'éclosion et d'inclure les différentes étapes de la production de poulets pour présenter une application web complète pour la production de poulets permettant de superviser l'entreprise à distance et automatiquement.

Bibliographie

- [01] ADLA BENTELLIS, Thèse doctorat ,2010 université Constantine 2, « Une approche basée objectif pour la gestion des processus métier flexibles >>.
- [02] Le Site web : <http://fr.slideshare.net/samahdekhil/les-limitesdel-uml-> (Visité le 18 Avril 2024).
- [03] T. H. Davenport, Process innovation: reengineering work through information technology. Harvard Business Press 1993.
- [04] Ryan KL Ko,“A computer scientist’s introductory guide to business process management (bpm)”, XRDS Crossroads, The ACM Magazine for Students,vol. 15, no.4, pp. 11–18,
- [05] RENE MANDEL, The business process management, 02/01/2007, page 1-10
- [06] le site web : <https://www.kaufmanglobal.com/glossary/7-caracteristiques-business-process/> (visité le 13/05/2024).
- [07]C.K. Prahalad and G Hamel, The core competence of the corporation. Springer, 1997
- [08] JEAN-NOEL GILLOT livre « La gestion des processus métiers »,2008.
- [09] COMPARE KUGELER, 2000, page 18
- [10] Le site web :www.urbanisation-si.com/bpmn-2-les-conseptes-de-base-des-processus-metiers Visiter le 01/05/2024
- [11] MICHAEL ZUR MUEHLEN; Workflow-based Process Controlling Foundation, Design, and Application of Workflow-driven Process Information Systems, 2004
- [12] COMPARE BUSSLER, for a discussion of implementation aspects in business-to- business scenarios, 2002
- [13] M. Weske, Architectures de gestion des processus métiers. Springer, 2007.
- [14] le site web : le site web : [https://www.mega.com/blog/what-is-business-process-man agement -bpm](https://www.mega.com/blog/what-is-business-process-management) C. Amblard-Ladurantie, La gestion des processus métiers (visité le 28/04/2024
- [15] M. AMINA, “Analyse de la spécification formelle d’un processus métier”, 2020.
- [16] le site web : [https://blog.happyfox.com/steps- inbusiness-process-management-life-cycle/](https://blog.happyfox.com/steps-inbusiness-process-management-life-cycle/) 5 steps in a business process management life cycle – customer (Visité le 28/04/2024).
- [17] le site web : [http://blog.viseo -bt.com/ author/tiribarne/](http://blog.viseo-bt.com/author/tiribarne/) TARIK EL CHERIF, Article processus métier en entreprise (Visité le 25 Mars 2024)
- [18] S SELLAMI cours conception de base de données Licence informatique 15/16
- [19] Thomas Erwin Performance analysis of Business Process, In Proceedings of the Conference on Petri Nets and Business Processes le 10/07/1998

Bibliographie

- [20] Le site web : <https://www.lucidchart.com/pages/fr/quest-ce-que-la-norme-de-mod%C3%A9lisation-des-processus-m%C3%A9tier> (Visiter le 28/04/2024)
- [21] le site web : <https://www.farmwithtyson.com/chicken-production-process/> . (Visité le 18/04/2024).
- [22] le site web : <https://www.vencomaticgroup.com/blog/poultry-production-all-you-need-to-know> Groupe V., Production avicole (Visité le 18/04/2024).
- [23] le site web : <https://www.kalro.org/csapp/images> T. (KENYA), Manuel de formation sur l'élevage de poulets autochtones (visité le 26/05/2024).
- [24] le site web : <https://wikifarmer.com/how-to-select-chickens-for-eggs-or-meat/> Comment sélectionner les poulets pour les œufs ou la viande, (Visité le 26/04/2024) .
- [25] Youness Lemrabet, thèse doctorat 2012 Proposition d'une méthode de spécification d'une architecture orientée services dirigée par le métier dans le cadre d'une collaboration inter-organisationnelle
- [26] Thierry vercruysse, conservatoire national des arts et métiers Toulouse France, thèse de fin d'étude d'ingénieur cnam2015, modélisation et instanciation de processus sur des solutions techniquement hétérogènes
- [27] le site web: https://www.researchgate.net/publication/346356371_Code_compliance_checking_of_railway_designs_by_integrating_BIM_BPMN_and_DMN (visité le 26/04/2024)
- [28] BADIS Sakina, Application De BPMN Pour La Représentation des Processus Des soins Des Malades (cas autisme), Université ouergla, 2024
- [29] le Site web Disponible https://www.researchgate.net/publication/358359621_Process_modelling_for_managing_digitalised_information_exchanges_in_construction_inspections_and_quality_checks (Visité le 31 Mai 2024).
- [30] V. K. Saxena and G. Kolluri, "Selection methods in poultry breeding: From genetics to genomics", *Application of genetics and genomics in poultry science*, pp. 19–32, 2018.
- [31] G. S. Archer and A. L. Cartwright, "Incubating and hatching eggs", Texas A&M AgriLife Extension Service, pp. 1–13, 2012.
- [32] T. W. Smith, "Care and incubation of hatching eggs", *Mississippi State University*, 2000
- [33] le site web : https://agritech.tnau.ac.in/animal_husbandry/, Hatching of eggs (Visité le 26/04/2024).
- [34] le site web: <https://extension.psu.edu/programs/4-h/get-involved/teachers/embryology/teacher-resources/supporting-subject-matter/incubation/> (Visité le 13/05/2024).
- [35] A. L. Cartwright et al., "Incubating and hatching eggs", Texas FARMER Collection, 2000.
- [36] le site web : <https://www.hatchability.com/lohmann.pdf> (Visité le 28/04/2024).

Bibliographie

[37] le site web <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/whatis-use-case-diagram/> (Visité le 06/05/2024).

[38] Evaluation de qualité du langage calligramme en utilisant le modèle de représentation BWW, TAREK BEN JILLAI, Ecole de technologie supérieur université du Québec, le 20/10/2010