

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique Université Abderrahmane

Mira - Béjaia -
Faculté des Sciences Exactes
Département d'Informatique



MÉMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du diplôme de
Master Professionnel en Informatique
Option : Génie Logiciel

Thème

**Conception et réalisation d'une plateforme SaaS
web et mobile pour la gestion d'élevages ovins**

Réalisé par :

M^{elle} Yafa Sabrina & M^{elle} Meziane Yasmine

Évalué le 30/06/2025 devant le jury composé de :

Président	M. OUZEGGANE Redouane	U. A. Mira Béjaïa
Examinatrice	M ^{me} TAHAKOURT Zineb	U. A. Mira Béjaïa
Examineur	M. BENNAI Yani	U. A. Mira Béjaïa
Examinatrice	M ^{me} KHALEB Hayette	U. A. Mira Béjaïa
Encadrant	M. BEDJOU Khaled	U. A. Mira Béjaïa

Promotion 2024/2025.

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions Dieu, le Tout-Puissant, pour nous avoir donné la force et la patience nécessaires à l'accomplissement de ce travail.

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à M. BEDJOU, pour son encadrement attentif, ses conseils éclairés et sa disponibilité constante tout au long de ce projet.

Nos remerciements s'adressent également à l'entreprise Tech Instinct, et en particulier à M. BELAT-TAF, pour l'environnement de travail motivant, les échanges constructifs, et l'opportunité de contribuer à un projet concret et porteur de sens.

Nous tenons à remercier Dr Lekhel Touazi, pour sa précieuse collaboration, ses retours terrain détaillés et son implication dans la compréhension des besoins réels des élèves.

Nous exprimons aussi notre reconnaissance à l'ensemble des enseignants et personnels pédagogiques qui nous ont accompagnés durant notre formation, et qui ont su nous transmettre des connaissances essentielles pour mener à bien ce mémoire.

À nos familles, qui nous ont soutenus dans les moments de doute comme dans les réussites : merci pour votre confiance, votre patience, et votre présence inconditionnelle.

Enfin, un grand merci aux membres du jury pour l'attention portée à notre travail, et le temps consacré à son évaluation.

Dédicaces

C'est avec une immense joie et beaucoup d'émotion que nous dédions ce travail :

À nos chers parents, pour votre amour inépuisable, votre patience, vos sacrifices et votre confiance constante. Que ce travail soit l'un des fruits de vos prières, de votre soutien silencieux et de votre bienveillance quotidienne. Qu'Allah vous accorde santé, sérénité et longue vie.

À nos frères et sœurs, merci pour votre présence réconfortante, vos encouragements, votre énergie et votre humour, qui nous ont souvent redonné courage.

À nos familles, sources de force, de stabilité et de motivation dans les moments les plus exigeants.

À nos amis et collègues, pour leur soutien, leurs conseils, leurs blagues salvatrices et leur amitié précieuse tout au long de ce parcours.

À nos enseignants, pour leur dévouement, leur rigueur, et pour nous avoir transmis bien plus que des connaissances : une méthode, une curiosité, une exigence.

Et enfin, à nous-mêmes, pour avoir persévéré ensemble, surmonté les doutes, appris de chaque difficulté, et terminé ce projet avec fierté.

Table des matières

Liste des figures	6
Liste des tableaux	8
Liste des Abréviations	9
Introduction générale	10
1 Études préalables	11
1.1 Introduction	11
1.2 Présentation de l'organisme d'accueil	11
1.2.1 Présentation de l'entreprise Tech Instinct	11
1.2.2 Activités et missions	12
1.2.3 Objectifs de Tech Instinct	12
1.3 Contexte et Présentation Générale	12
1.3.1 Contexte du secteur agricole	12
1.3.2 Introduction des plateformes SaaS	14
1.4 Problématique et Motivation	15
1.4.1 Problématique	15
1.4.2 Motivation du projet	16
1.5 Collecte des besoins réels du Client	17
1.5.1 Contexte général et objectifs	17
1.5.2 Attentes pour la plateforme SaaS	19
1.6 Objectifs du Projet	19
1.6.1 Objectifs principaux	19
1.6.2 Objectifs spécifiques	20
1.7 État de l'art des plateformes SaaS pour l'agriculture	20
1.7.1 Présentation des solutions existantes	21
1.7.2 Analyse des fonctionnalités	21
1.7.3 Limites des solutions actuelles	22
1.7.4 Tableau comparatif	22

1.7.5	Manque de solutions adaptées en Algérie	23
1.8	Conclusion	24
2	Analyse et Conception	25
2.1	Introduction	25
2.2	Présentation de la méthode SCRUM	25
2.2.1	Origine et principes de Scrum	26
2.2.2	Rôles dans Scrum	27
2.2.3	Artefacts Scrum	27
2.2.4	Événements Scrum	28
2.3	Langage de modélisation	29
2.3.1	Formalisme UML (Unified Modeling Language)	29
2.3.2	Différents types de diagrammes UML	29
2.4	Analyse des besoins	31
2.4.1	Identification des acteurs	31
2.4.2	Besoins fonctionnels	32
2.4.3	Besoins non fonctionnels	33
2.4.4	Maquettes de l'interface utilisateur	34
2.5	Pilotage du projet avec SCRUM	35
2.5.1	Rôles et user stories	35
2.5.2	Product Backlog (Carnet de produit)	36
2.5.3	Planification des releases	37
2.5.4	Étude du premier release	38
2.6	Modélisation UML	56
2.6.1	Diagramme de classes global	57
2.7	Conclusion	59
3	Réalisation et Implémentation	60
3.1	Introduction	60
3.2	Environnement et outils de développement	60
3.2.1	Outil de productivité et de communication	60
3.2.2	Outil de conception et de prototypage	60
3.2.3	Environnement de codage	60
3.2.4	Outils de versionnage	61
3.2.5	Langages et frameworks	61
3.2.6	Justification des choix	61

3.3	Présentation des principales interfaces	62
3.3.1	Interface «Gestionnaire dashboard»	63
3.3.2	Interface «Statistiques de reproduction»	64
3.3.3	Interface «Ajouter un suivi médical»	66
3.3.4	Interface «Statistiques de croissance»	66
3.3.5	Interface «Détails d'une naissance»	67
3.3.6	Interface «Scanner HID»	68
3.4	Code source : exemples significatifs	69
3.5	Conclusion	72
	Conclusion générale	73
	Bibliographie	73
A	Annexe A : Conception fonctionnelle et technique	76
B	Annexe B : Gestion manuelle de l'élevage ovin et cycle de production	91

Liste des figures

1.1	Logo TechInstinct	11
1.2	Activités clés de TechInstinct	12
1.3	Apports et enjeux du secteur de l'élevage	14
1.4	Architecture d'une plateforme SaaS	15
1.5	Processus de gestion d'élevage	16
1.6	À gauche : Boucle auriculaire classique — À droite : Boucle électronique RFID avec lecteur Bluetooth	18
2.1	Processus « SCRUM »	26
2.2	Liens entre les Rôles et les Artefacts dans SCRUM	28
2.3	Différents types de diagrammes UML	30
2.4	Schéma illustrant les différents rôles des utilisateurs	32
2.5	Interface d'ajout de suivi médical	34
2.6	Extrait des maquettes Figma illustrant les principales interfaces restantes	35
2.7	Diagramme de cas d'utilisation « Authentification et gestion des utilisateurs »	40
2.8	Diagramme de séquence du cas « S'authentifier »	42
2.9	Diagramme de séquence du cas « Ajouter un utilisateur »	43
2.10	Diagramme de classes du premier sprint	44
2.11	Diagramme de cas d'utilisation « Gestion des organisations, des fermes et des effectifs »	46
2.12	Diagramme de séquence du cas « Ajouter une bête »	48
2.13	Diagramme de classes du deuxième sprint	49
2.14	Diagramme de cas d'utilisation « Suivi sanitaire et médical »	51
2.15	Diagramme de séquence du cas « Ajouter un suivi médical »	53
2.16	Diagramme de séquence du cas « Changement de statut d'un animal »	55
2.17	Diagramme de classes du troisième sprint	56
2.18	Diagramme de classes global du système FarmConnect	58
3.1	Logo officiel de la plateforme FarmConnect	63

3.2	Interface «Gestionnaire dashboard»	63
3.3	Interface «Statistiques de reproduction»	65
3.4	Interface «Ajouter un suivi médical»	66
3.5	Interface «Statistiques de croissance»	67
3.6	Interface «Détails d'une naissance»	68
3.7	Écrans de l'interface mobile de scan des puces RFID.	69

Liste des tableaux

1.1	Matrice comparative des solutions logicielles pour la gestion d'élevage ovin	23
2.1	Présentation de l'équipe Scrum	36
2.2	Product Backlog	36
2.3	Planification des releases	38
2.4	Fonctionnalités du premier release	38
2.5	Description textuelle du cas d'utilisation « Se connecter à la plateforme »	41
2.6	Description textuelle du cas d'utilisation « Ajouter une bête dans une ferme »	47
2.7	Description textuelle du cas d'utilisation « Ajouter un traitement à un animal »	52
3.1	Comparaison des technologies utilisées avec d'autres solutions courantes	62
A.1	Avantages, limites et perspectives de la RFID dans l'élevage	79

Liste des Abréviations

4G	Quatrième génération de réseau mobile.
API	Application Programming Interface (Interface de programmation d'applications).
EMID	EM Microelectronic Identification (EM Identification microélectronique).
FDX-B	Full Duplex - type B(Duplex intégral - type B).
HDX	Half Duplex (Demi Duplex).
HID	Human Interface Devices (Dispositifs d'interface humaine).
IT	Information Technology (Technologies de l'Information).
MVP	Minimum Viable Product (Produit Minimum Viable).
OWASP	Open Worldwide Application Security Project (Projet mondial de sécurité des applications web).
PME	Petite et Moyenne Entreprise.
PO	Product Owner (Responsable produit).
RFID	Radio Frequency Identification (Identification par radiofréquence).
SAAS	Software as a Service (Logiciel en tant que Service).
SCRUM	Méthodologie agile fondée sur des cycles de développement itératifs.
TPE	Très Petite Entreprise.
UML	Unified Modeling Language (Langage de modélisation unifié).

Introduction générale

L'agriculture moderne connaît une transformation digitale majeure, particulièrement dans le secteur de l'élevage, où la gestion devient de plus en plus complexe. Les éleveurs ovins, en particulier, font face à des défis croissants : traçabilité rigoureuse, optimisation des ressources, suivi sanitaire strict et gestion efficace des cycles de reproduction.

Actuellement, la majorité des exploitations algériennes s'appuient encore sur des méthodes traditionnelles : registres papier, fichiers Excel épars, ou systèmes non intégrés. Cette approche fragmentée limite la vision globale de l'activité, expose aux erreurs humaines et complique la prise de décision stratégique. Face à ces contraintes, l'adoption d'outils numériques centralisés devient indispensable pour moderniser la gestion des troupeaux.

Les plateformes SaaS (*Software as a Service*) représentent une solution particulièrement adaptée au secteur agricole. Elles offrent une accessibilité permanente et en temps réel aux données, une centralisation sécurisée des informations et une évolutivité technique sans investissement matériel lourd. Cependant, malgré l'existence de solutions internationales performantes comme Shearwell Data ou bien FlockFiler Pro, le marché algérien manque cruellement d'outils adaptés aux spécificités locales, aux réglementations nationales et aux contraintes économiques des éleveurs.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet de développement d'une plateforme SaaS accessible via le Web et le mobile, dédiée à la gestion des élevages ovins. Réalisé dans le cadre d'un stage pratique de 6 mois au sein de l'entreprise TechInstinct, ce projet vise à offrir une solution intuitive et complète, intégrant des fonctionnalités clés : suivi des animaux, gestion de la reproduction, santé, stocks et alertes automatisées.

Le présent mémoire s'articule autour de trois chapitres : le premier expose le contexte agricole, les enjeux liés à la gestion ovine ainsi que la pertinence d'une plateforme numérique, en s'appuyant sur une analyse des besoins du client et des solutions existantes. Le deuxième chapitre présente la méthodologie adoptée pour l'analyse et la conception, en mettant en avant l'approche SCRUM, les modèles UML développés et les choix techniques adaptés au contexte local. Enfin, le troisième chapitre retrace les principales étapes de la réalisation technique, du choix des outils à l'implémentation des interfaces, tout en préparant le terrain pour les évolutions futures.

CHAPITRE 1

Études préalables

1.1 Introduction

Ce chapitre pose les bases théoriques et contextuelles de notre projet, en abordant les spécificités du secteur agricole, et plus particulièrement de la production animale, et en mettant en lumière les défis de gestion actuels auxquels sont confrontés les éleveurs. Dans un monde où la gestion des données devient de plus en plus importante, l'utilisation des technologies numériques, telles que les plateformes SaaS, offre des perspectives intéressantes pour l'optimisation des pratiques. Nous commençons par présenter les défis de l'agriculture moderne et les besoins spécifiques du secteur de l'élevage, avant d'introduire le concept de SaaS et ses avantages dans ce contexte.

1.2 Présentation de l'organisme d'accueil

1.2.1 Présentation de l'entreprise Tech Instinct

Tech Instinct est une société algérienne spécialisée dans le conseil informatique et le développement de solutions logicielles sur mesure. Fondée en juillet 2018 par Youcef BELATTAF, elle est basée à Béjaïa et accompagne les Très Petite Entreprise (TPE), Petite et Moyenne Entreprise (PME) et startups dans la création, la transformation et l'optimisation de leurs outils en matière de numérique.

Dans le cadre de notre mémoire, nous effectuons un stage pratique de huit mois au sein de cette entreprise. Ce stage est une occasion concrète d'appliquer nos compétences à un projet réel, et d'expérimenter les différentes phases de développement d'une solution SAAS, en lien direct avec les problématiques que rencontre le secteur agricole.

L'entreprise met un accent particulier sur les technologies Web, Mobile et Cloud, en proposant des services adaptés aux besoins des entreprises souhaitant moderniser leur infrastructure informatique. Grâce à l'expertise de ses consultants, ayant évolué dans de grandes entreprises européennes, Tech Instinct offre des prestations de qualité aux standards internationaux, tout en proposant des tarifs compétitifs.

Le siège de l'entreprise est situé à Béjaïa, une ville universitaire dynamique offrant un accès privilégié aux jeunes talents et un environnement propice à l'innovation technologique [1].



FIGURE 1.1 – Logo TechInstinct

1.2.2 Activités et missions

L'activité principale de *Tech Instinct* repose sur le développement et l'intégration de solutions informatiques innovantes. Son expertise s'articule autour des domaines suivants :

- Conseil en architecture des systèmes d'information.
- Développement de plateformes *SaaS* et applications cloud.
- Création et intégration d'API.
- Développement d'applications web et mobiles.
- Optimisation et sécurisation des infrastructures IT.
- Intégration d'outils et de solutions *Data / IA*.



FIGURE 1.2 – Activités clés de *TechInstinct*

1.2.3 Objectifs de Tech Instinct

L'entreprise vise plusieurs objectifs stratégiques pour asseoir son développement et renforcer son positionnement sur le marché :

- Développer des solutions *SaaS* adaptées aux besoins des entreprises algériennes et internationales.
- Accompagner la transformation digitale des entreprises en leur fournissant des outils technologiques innovants.
- Former et intégrer de jeunes talents dans le secteur IT, en collaborant avec les universités locales.
- Élargir son réseau de partenaires en Algérie et à l'étranger, notamment en France et en Europe.
- Favoriser l'adoption du cloud et des nouvelles technologies auprès des PME et startups locales.

1.3 Contexte et Présentation Générale

1.3.1 Contexte du secteur agricole

L'agriculture constitue un pilier fondamental de l'économie algérienne, représentant environ 12 % du PIB national et employant près de 25 % de la population active, principalement dans les zones rurales [2]. Parmi les différentes branches agricoles, l'élevage ovin occupe une place prépondérante,

avec un cheptel estimé à 28 millions de têtes, majoritairement composé de races locales telles que *Ouled Djellal*, *Rembi* et *Barbarine*.

Ce secteur fournit des ressources essentielles, notamment :

- la viande ovine, prisée sur les marchés locaux et représentant une source majeure de protéines animales ;
- la laine, utilisée dans l'industrie textile traditionnelle ;
- le lait et ses dérivés, bien que moins développés dans le contexte algérien ;
- les sous-produits, tels que le cuir, destinés à divers usages industriels.

Cependant, l'élevage ovin algérien fait face à des défis structurels significatifs :

- **Productivité et impact environnemental** : la nécessité d'augmenter les rendements tout en réduisant l'empreinte écologique, notamment dans un contexte de sécheresse récurrente et de raréfaction des ressources en eau ;
- **Traçabilité et conformité réglementaire** : les normes nationales imposent une identification rigoureuse des animaux (via des bandes d'oreilles) et un suivi sanitaire strict, mais la majorité des exploitations s'appuie encore sur des méthodes manuelles, entraînant des erreurs et des retards dans les déclarations ;
- **Optimisation des ressources** : la gestion des aliments, des soins vétérinaires et des cycles de reproduction reste complexe en raison de la dispersion géographique des parcelles et de la saisonnalité marquée du climat méditerranéen ;
- **Spécificités locales** : les pratiques d'élevage varient selon les régions (steppes, hauts plateaux, zones côtières), et les éleveurs, souvent de petite taille (20 à 50 têtes en moyenne), manquent d'accès à des outils numériques adaptés à leurs contraintes économiques et techniques.

La gestion de la reproduction représente un enjeu économique crucial pour les éleveurs ovins algériens. Une amélioration de 1 % du taux de mortalité des agneaux peut générer jusqu'à 2 350 \$ de marge brute annuelle pour un troupeau de 500 brebis [3]. L'utilisation de reproducteurs de haute qualité augmente la productivité numérique de 92 % à 142 % et la marge par brebis de 110 € à 172 €, soit un gain de 62 € par animal et par an [4]. Ces chiffres soulignent l'importance d'un suivi précis des cycles reproductifs, objectif clé de la transformation numérique.

Ces défis soulignent l'urgence d'adopter des solutions technologiques adaptées, capables de répondre aux besoins spécifiques des éleveurs algériens tout en s'alignant sur les réglementations locales. La figure 1.3 illustre les principales branches de l'élevage ovin et les enjeux associés, mettant en évidence la nécessité d'une gestion intégrée pour optimiser la productivité et la traçabilité.

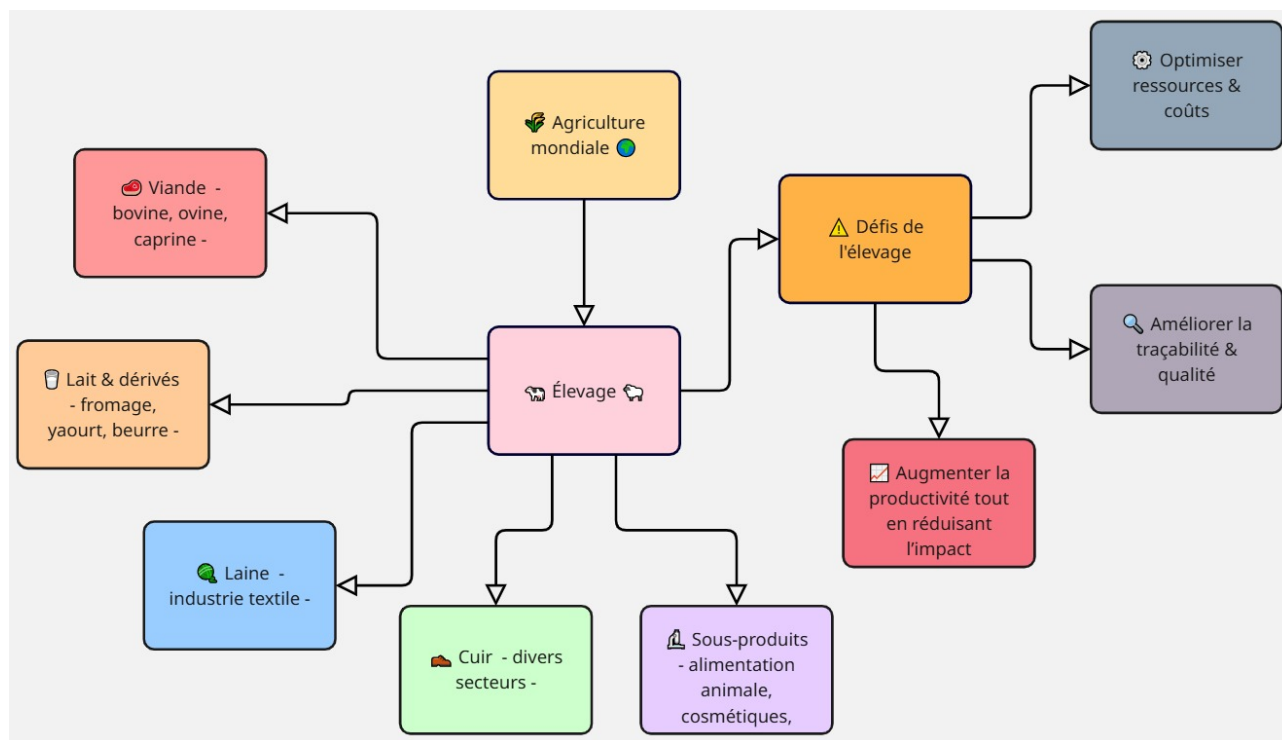


FIGURE 1.3 – Apports et enjeux du secteur de l'élevage

1.3.2 Introduction des plateformes SaaS

Le modèle *SaaS* (Software as a Service) consiste à proposer des logiciels accessibles via Internet, hébergés sur des serveurs externes et fournis sur la base d'un abonnement. Les plateformes SaaS offrent une gestion centralisée des données et une accessibilité accrue, permettant aux utilisateurs de consulter et de mettre à jour leurs informations à partir de n'importe quel appareil connecté [5].

Ce modèle a été largement adopté dans divers secteurs, avec des exemples bien connus comme Google Workspace (Gmail, Google Docs), Microsoft 365, Salesforce (gestion de la relation client) et Dropbox (stockage cloud). Ces plateformes illustrent la flexibilité et la puissance du modèle SaaS dans la transformation numérique des entreprises.

Dans le cadre de la gestion du bétail, une plateforme SaaS est un atout majeur car elle permet de collecter et de gérer les données en temps réel, facilitant ainsi la prise de décision et le suivi des opérations. Les solutions SaaS offrent de nombreux avantages, en particulier pour des secteurs comme l'élevage où l'accès aux données en temps réel et la collaboration sont essentiels. Parmi ces avantages, on retrouve :

- **Réduction des coûts** : Pas besoin d'investir dans une infrastructure informatique coûteuse (serveurs, maintenance).
- **Mises à jour continues** : Les nouvelles fonctionnalités et correctifs de sécurité sont intégrés automatiquement sans intervention de l'utilisateur.
- **Accessibilité** : Possibilité d'accéder aux données à tout moment et depuis n'importe quel appareil connecté.
- **Sécurité des données** : Les informations sont stockées et protégées par des infrastructures gérées par des experts.
- **Facilité de collaboration** : Plusieurs utilisateurs peuvent interagir simultanément sur la

plateforme, facilitant le suivi et la gestion collective des élevages.

La figure 1.4 illustre l'architecture d'une solution SaaS, où le code, les bases de données et les serveurs sont hébergés dans le cloud et accessibles via une interface applicative.

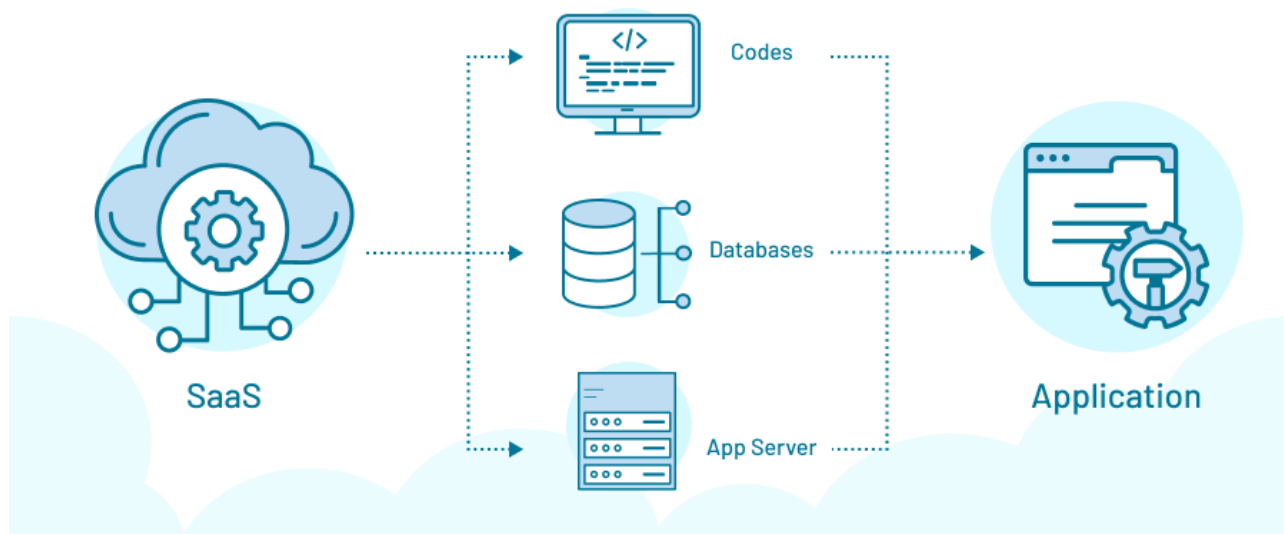


FIGURE 1.4 – Architecture d'une plateforme SaaS

1.4 Problématique et Motivation

Cette section définit le problème central qui motive le développement de la plateforme SaaS pour l'élevage, et justifie la nécessité de ce projet en réponse aux besoins du secteur.

1.4.1 Problématique

Malgré son importance dans l'économie agricole algérienne, le secteur de l'élevage ovin reste confronté à des défis majeurs en matière de gestion et de traçabilité. La multiplicité des tâches — gestion des stocks, suivi de la reproduction, surveillance sanitaire et conformité réglementaire — rend les processus complexes, particulièrement en l'absence de systèmes centralisés et automatisés. Cette complexité est renforcée par une attention insuffisante portée à la gestion rigoureuse de la reproduction, un facteur clé qui freine le développement de reproducteurs robustes et compétitifs.

Les éleveurs s'appuient souvent sur des registres papier ou des outils numériques non intégrés, ce qui limite la vision globale de leur exploitation, augmente les risques d'erreurs humaines et complique la prise de décisions stratégiques. Par ailleurs, le suivi manuel ou approximatif des cycles de chaleurs ainsi que la difficulté à identifier les meilleurs reproducteurs limitent l'amélioration génétique des troupeaux, impactant directement la qualité et la rentabilité des élevages ovins.

Ce manque d'outils adaptés pour optimiser la reproduction constitue un frein majeur à la modernisation du secteur ovins en Algérie, empêchant la constitution de races fortes et compétitives, et réduisant la valeur marchande des animaux.

Dans ce contexte, l'adoption d'une solution numérique unifiée devient essentielle pour optimiser la gestion des troupeaux, améliorer la productivité et garantir une traçabilité conforme aux normes nationales.

La problématique centrale peut être formulée ainsi :

Comment concevoir et développer une plateforme SaaS intuitive, complète et évolutive, capable de centraliser efficacement la gestion des élevages ovins, de répondre aux spécificités du marché algérien, et de s'adapter à des besoins futurs ou à d'autres types d'élevages, tout en garantissant une amélioration mesurable de la productivité et de la traçabilité ?

Cette question met en évidence la nécessité d'une solution technologique adaptée aux particularités locales, capable de gérer les données en temps réel, de simplifier les processus pour les utilisateurs, et d'offrir une architecture évolutive permettant l'intégration de nouvelles fonctionnalités, comme l'analyse prédictive ou la compatibilité avec d'autres secteurs agricoles.

La figure 1.5 illustre la place centrale de la gestion des animaux dans la plateforme, englobant trois domaines clés : la gestion des stocks, le suivi de la reproduction et la santé animale, interconnectés pour optimiser le processus décisionnel.

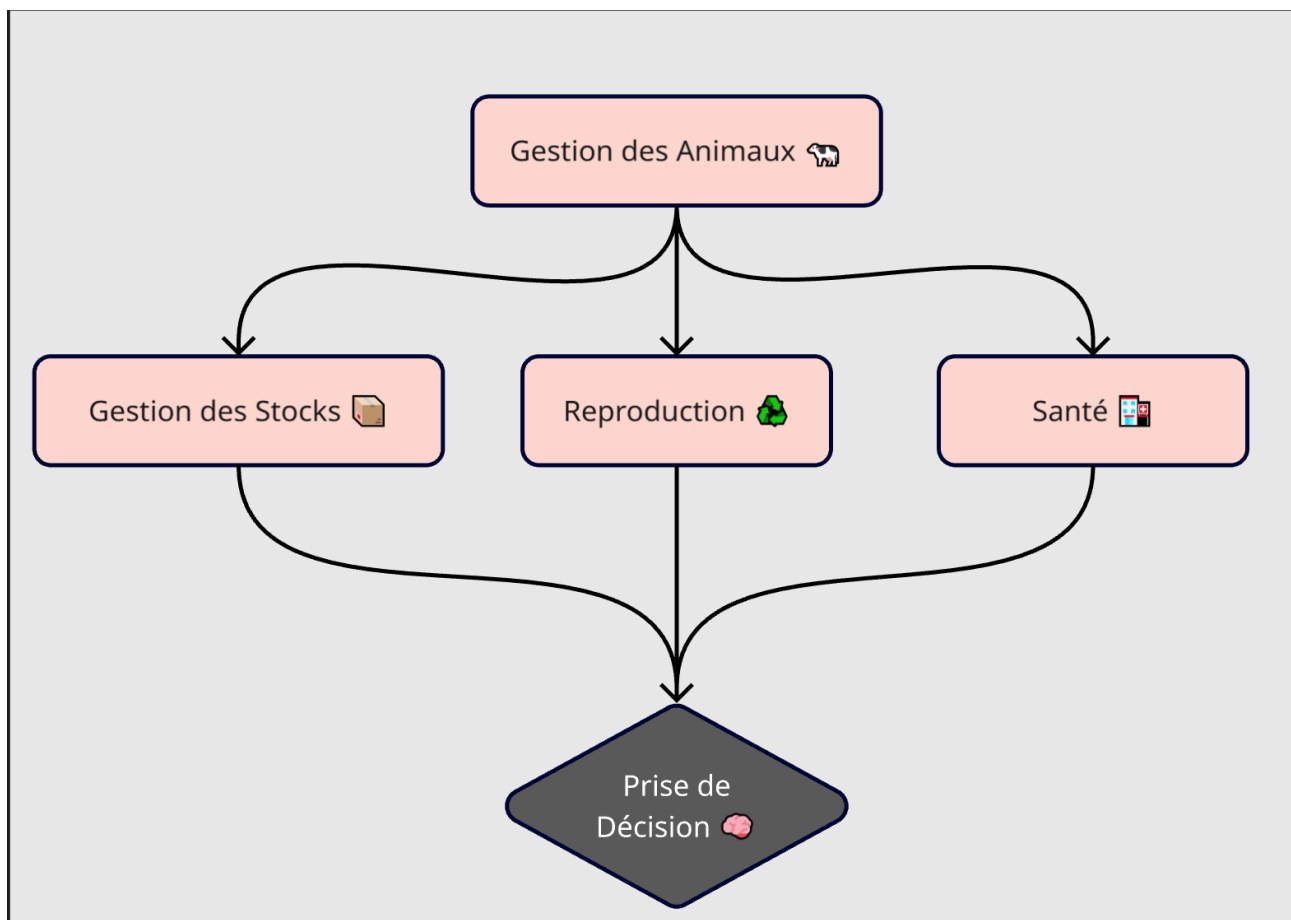


FIGURE 1.5 – Processus de gestion d'élevage

1.4.2 Motivation du projet

La mise en œuvre d'une solution SaaS (Software as a Service) représente une réponse optimale aux besoins et aux défis actuels du secteur de l'élevage. La section suivante présente les principales raisons de l'utilisation de ce modèle :

- **Accessibilité et mobilité** : L'utilisation d'une plateforme SaaS permet d'accéder aux données de l'exploitation à tout moment et depuis n'importe quel appareil connecté. Cette flexibilité est essentielle pour les agriculteurs, qui peuvent se trouver dans différentes parcelles de leur

exploitation et consulter en temps réel les informations nécessaires grâce à une connexion 4G. Cela leur permet de superviser la gestion de leur troupeau à distance et de réagir rapidement aux événements imprévus, ce qui est crucial dans un secteur où la réactivité est primordiale.

- **Centralisation des données** : Le SaaS fournit une plateforme unifiée pour l'administration de toutes les données, qu'il s'agisse du suivi des animaux, de la gestion des stocks alimentaires et vétérinaires, ou encore des indicateurs financiers. Il offre une vue d'ensemble cohérente, facilitant ainsi la prise de décisions éclairées et réduisant les risques d'erreurs liés à l'utilisation d'outils non intégrés.
- **Réduction des coûts** : Contrairement aux systèmes sur site, le modèle SaaS ne nécessite pas d'investissement important dans l'infrastructure matérielle, car il repose sur des serveurs distants. Cela permet aux agriculteurs d'accéder à une technologie avancée sans supporter les coûts élevés de maintenance et d'évolution logicielle généralement associés aux solutions traditionnelles.
- **Conformité et traçabilité** : Le secteur de l'élevage est soumis à des réglementations strictes en matière de traçabilité et de documentation. Une plateforme SaaS permet de gérer efficacement ces exigences en garantissant l'enregistrement et le stockage sécurisé des données. Cela assure une transparence totale et facilite les contrôles réglementaires, réduisant ainsi les risques de non-conformité.
- **Suivi précis de la reproduction** : L'un des objectifs majeurs de la plateforme SaaS est de permettre aux éleveurs de suivre avec précision les cycles de reproduction et d'identifier les reproducteurs à haut potentiel génétique. Cette fonctionnalité est essentielle pour optimiser la qualité du troupeau, maximiser la productivité et augmenter la valeur marchande des animaux, en évitant notamment les pertes liées aux périodes de chaleurs manquées.

1.5 Collecte des besoins réels du Client

Afin de mieux comprendre les besoins et attentes des utilisateurs finaux de la plateforme SaaS pour la gestion des élevages ovins, nous avons réalisé un entretien avec le Dr Lekhel Touazi, docteur vétérinaire, enseignant-chercheur et exploitant d'une ferme d'élevage d'ovins.

Cette collecte d'informations, effectuée le 19 novembre 2024, a permis d'identifier les principaux défis rencontrés par les éleveurs ainsi que les fonctionnalités attendues d'une solution numérique adaptée à leurs besoins.

Pour un aperçu détaillé des retours client et une synthèse complète des besoins exprimés, se référer à l'**Annexe A**.

1.5.1 Contexte général et objectifs

L'objectif principal du projet est de simplifier la gestion quotidienne de l'élevage en offrant un outil accessible permettant un suivi structuré des animaux et des opérations de la ferme.

L'éleveur a mis en avant plusieurs besoins essentiels :

- **Suivi des effectifs** : identification des animaux par bandes d'oreilles, enregistrement des nouveaux animaux et gestion des pertes.
- **Suivi individuel des animaux** : collecte d'informations sur la croissance, les reproductions, la génétique et les soins vétérinaires.

- **Gestion sanitaire** : enregistrement des interventions vétérinaires, suivi des vaccinations et surveillance des maladies.
- **Optimisation des cycles de reproduction** : suivi des périodes de chaleurs, des gestations et des mises bas.
- **Automatisation des alertes et notifications** : rappels pour les événements critiques comme les soins, les vaccinations et la gestion alimentaire.

Actuellement, la gestion s'effectue à l'aide de registres papier et de fichiers Excel, ce qui complique l'analyse des données et freine la prise de décision. L'absence d'un système d'alertes automatisées, ainsi que la difficulté à suivre les cycles de reproduction, représentent également des obstacles majeurs.

Une analyse approfondie des fichiers Excel utilisés par le Dr Lekhel Touazi pour la gestion de son élevage est disponible en **Annexe B**.

Par ailleurs, le client utilisait jusqu'à présent des boucles auriculaires classiques, comportant uniquement un numéro d'identification visuel, comme c'est le cas dans la majorité des élevages ovins en Algérie. Ces identifiants étaient ensuite recopiés manuellement dans des registres papier ou Excel, une méthode sujette à erreurs et difficilement exploitable pour un suivi en temps réel.

Dans le cadre de ce projet de digitalisation, le client a pris l'initiative d'investir dans des boucles électroniques RFID, accompagnées de bâtons de lecture Bluetooth. Ces dispositifs permettront, grâce à une simple lecture sur le terrain, d'identifier automatiquement chaque animal et de synchroniser les données avec l'application mobile. Cette transition représente un changement majeur, car elle facilite la collecte d'informations en mobilité, réduit considérablement les erreurs humaines et accélère le processus de traçabilité, tout en renforçant l'exactitude des données de suivi.

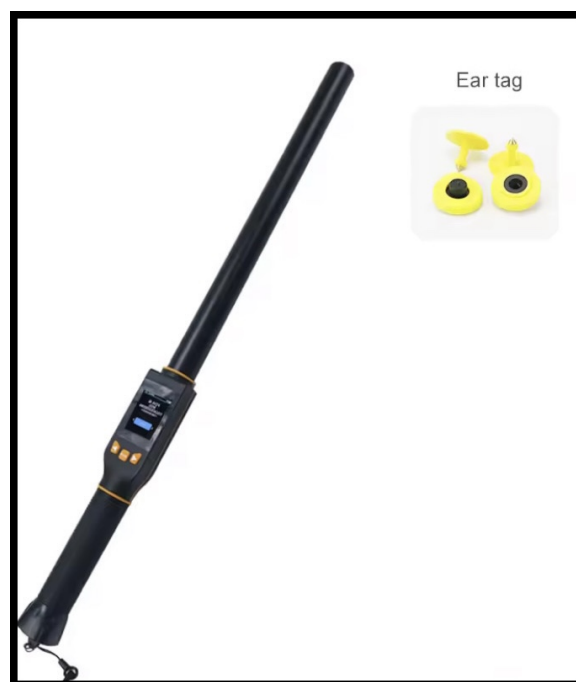


FIGURE 1.6 – À gauche : Boucle auriculaire classique — À droite : Boucle électronique RFID avec lecteur Bluetooth

Ce passage vers l'identification électronique est parfaitement aligné avec les standards internationaux

en matière de traçabilité animale, et constitue une étape clé pour une gestion moderne, fiable et automatisée du troupeau.

Une fiche technique détaillée sur la technologie RFID, ainsi qu'un tableau synthétique de ses apports dans le domaine de l'élevage, sont disponibles en **Annexe A**, illustrant clairement les bénéfices de cette transition vers l'identification électronique.

1.5.2 Attentes pour la plateforme SaaS

L'éleveur souhaite une solution accessible qui permet :

- Une interface simple et intuitive pour faciliter la saisie et la consultation des données, y compris par les ouvriers agricoles.
- Un suivi individuel et global du troupeau, avec des rapports analytiques exploitables par les techniciens et les vétérinaires.
- Une application mobile permettant l'enregistrement rapide des informations sur le terrain.
- Une gestion multi-utilisateurs afin que chaque intervenant (ouvrier, gestionnaire, vétérinaire) puisse accéder à des fonctions dédiées selon son rôle.

1.6 Objectifs du Projet

Cette section décrit les objectifs que notre plateforme SaaS s'efforce d'atteindre dans le contexte de la gestion du bétail. Ces objectifs sont conçus pour répondre aux besoins de traçabilité, de centralisation et d'optimisation de la gestion des ressources et des opérations qui sont propres au secteur de l'élevage.

1.6.1 Objectifs principaux

Notre plateforme SaaS vise à transformer la gestion des élevages ovins en Algérie à travers trois objectifs stratégiques fondamentaux :

1. Digitaliser et centraliser la gestion d'élevage

Remplacer les méthodes traditionnelles fragmentées (carnets papier, fichiers Excel dispersés) par une plateforme unifiée accessible en temps réel. Cette centralisation permettra aux éleveurs d'avoir une vision globale et actualisée de leur exploitation, facilitant ainsi la prise de décisions stratégiques basées sur des données fiables.

2. Optimiser les performances zootechniques

Fournir des outils d'analyse et de suivi permettant d'améliorer concrètement les indicateurs clés : taux de reproduction, croissance des animaux, efficacité alimentaire, et réduction de la mortalité. L'objectif est d'augmenter la productivité tout en préservant le bien-être animal.

3. Assurer la conformité et la traçabilité

Garantir le respect des exigences réglementaires algériennes en matière de suivi sanitaire et d'identification du bétail, tout en facilitant les contrôles et audits. Cette traçabilité rigoureuse constituera également un avantage concurrentiel pour l'accès aux marchés exigeants.

Ces objectifs s'articulent autour d'une vision commune : faire de la technologie un levier d'amélioration accessible et mesurable pour tous les éleveurs, indépendamment de leur niveau technique initial.

1.6.2 Objectifs spécifiques

Afin d'atteindre les objectifs principaux, nous avons défini un certain nombre d'objectifs spécifiques qui doivent être intégrés dans la plateforme SaaS, à savoir :

- **Gestion des organisations et des fermes** : Permettre aux utilisateurs de créer et gérer une ou plusieurs organisations. Chaque organisation peut regrouper une ou plusieurs fermes, facilitant ainsi une gestion hiérarchique et centralisée. Les gestionnaires peuvent y assigner ou désassigner du personnel, suivre les troupeaux et gérer les stocks de manière indépendante pour chaque entité.
- **Gestion des animaux** : Assurer le suivi des informations spécifiques aux animaux, notamment l'identification, l'état de santé et les dates de vaccination, afin de garantir un contrôle précis et automatisé de chaque individu du troupeau.
- **Gestion de la reproduction** : Mettre en place un système de suivi des cycles de reproduction, incluant l'enregistrement des chaleurs, des inséminations, des gestations et des mises bas. Ce suivi permettra aux éleveurs d'optimiser les performances reproductives et de sélectionner les meilleurs reproducteurs.
- **Gestion des stocks** : Contrôler les stocks de nourriture, de médicaments et d'autres ressources dans le but d'optimiser les approvisionnements, de réduire les pertes et de garantir la disponibilité de ces ressources en temps voulu.
- **Suivi sanitaire** : Faciliter la gestion des soins vétérinaires, des vaccinations et des contrôles sanitaires grâce à la mise en place d'alertes automatiques pour les actions à venir, garantissant ainsi le maintien d'une santé animale optimale.
- **Tableau de bord et analyses** : Offrir un tableau de bord centralisé avec des indicateurs de performance clés permettant aux éleveurs d'analyser les données de leur exploitation et d'optimiser leurs décisions stratégiques.
- **Notifications et alertes automatiques** : Déployer un système d'alertes et de notifications pour informer les agriculteurs des événements critiques (ex. : baisse des niveaux de stocks, vaccination imminente, problème de reproduction), leur permettant ainsi une gestion proactive et réactive.
- **Protection des données et sécurité** : Assurer la sécurité des informations sensibles en intégrant des systèmes de chiffrement, de sauvegarde automatique et de gestion des accès. La plateforme respectera les standards internationaux de sécurité (tel que OWASP) et prendra en compte également les futures normes algériennes sur la protection des données personnelles.
- **Gestion par compte client** : Offrir aux utilisateurs la possibilité de gérer leurs exploitations de manière personnalisée grâce à un système de comptes clients. Chaque client peut créer son propre espace organisationnel, gérer ses propres fermes, animaux et données, de manière totalement autonome.

1.7 État de l'art des plateformes SaaS pour l'agriculture

Cette section présente un aperçu des solutions SaaS existantes dans le secteur agricole, avec un accent particulier sur celles dédiées à la gestion du bétail. L'objectif est d'analyser les principales fonctions offertes par ces plateformes, puis de déterminer leurs limites actuelles afin de situer notre

projet dans un contexte de complémentarité et d'amélioration.

1.7.1 Présentation des solutions existantes

Nous avons trouvé beaucoup de plateformes de logiciels en tant que service (SaaS) disponibles pour aider les agriculteurs dans la gestion de leurs exploitations. Après avoir analysé et testé ces solutions, nous avons identifié trois solutions particulièrement remarquables pour leurs capacités fonctionnelles et leur approche de la gestion du bétail.

- **Shearwell Data** : Spécialisée dans la gestion des élevages ovins, cette plateforme SaaS permet un suivi précis des troupeaux grâce à une synchronisation entre appareils et un stockage cloud sécurisé. Elle intègre des fonctionnalités de gestion des animaux, de traçabilité conforme aux normes européennes et de suivi des performances. Un atout majeur est son intégration avec des lecteurs RFID¹ pour automatiser l'identification des animaux. Cependant, son interface peut être complexe pour les éleveurs non techniciens et son coût est variable selon les fonctionnalités choisies [6].
- **FlockFiler Pro** : Conçue pour les éleveurs ovins aux États-Unis, cette solution se distingue par sa gestion généalogique avancée, permettant d'optimiser les croisements pour l'amélioration des races. Elle offre des outils de suivi des troupeaux, de reproduction et de santé, avec des alertes pour les événements critiques. Toutefois, contrairement aux autres solutions SaaS, elle nécessite une installation locale, bien qu'une synchronisation cloud soit proposée en option [7].
- **FarmIQ** : Originaire de Nouvelle-Zélande, cette plateforme SaaS met l'accent sur l'analyse des performances des élevages, avec des outils avancés pour le suivi de la croissance des agneaux et la gestion des pâturages. Son interface est intuitive et adaptée aux éleveurs multi-espèces. Néanmoins, son coût relativement élevé et sa complexité initiale peuvent constituer des freins à son adoption [8].

1.7.2 Analyse des fonctionnalités

Les solutions étudiées partagent un certain nombre de fonctionnalités essentielles pour la gestion d'élevage. Voici les fonctionnalités clés trouvées dans ces plateformes SaaS :

- **Suivi des animaux et gestion des traitements** : Shearwell Data, FlockFiler Pro et FarmIQ permettent aux éleveurs de suivre les informations sur chaque animal, y compris l'identification, la reproduction, les soins médicaux et l'historique de santé. Shearwell Data intègre également des lecteurs RFID pour automatiser l'identification et la traçabilité des animaux.
- **Gestion de la productivité et des cycles de reproduction** : FlockFiler Pro offre des fonctionnalités avancées de gestion généalogique et de planification des croisements, ce qui est particulièrement utile pour les élevages cherchant à améliorer leurs races. FarmIQ, quant à lui, permet d'analyser la productivité des brebis et la croissance des agneaux, offrant ainsi des outils précis pour maximiser les rendements.
- **Cartographie des parcelles et gestion des pâturages** : FarmIQ et Shearwell Data intègrent des fonctionnalités de gestion des pâturages, permettant aux éleveurs de planifier la rotation

1. RFID (Radio Frequency Identification) : Technologie permettant l'identification automatique d'objets ou d'animaux à l'aide de puces électroniques lisibles à distance via des ondes radio. Pour une présentation plus détaillée de cette technologie et de son intégration dans le projet, se référer à l'Annexe A.

des parcelles et d'optimiser l'utilisation des ressources fourragères.

- **Mode hors-ligne** : Shearwell Data propose une synchronisation différée des données, ce qui permet aux éleveurs de continuer à enregistrer des informations même en l'absence de connexion, avec une mise à jour automatique une fois en ligne.
- **Rapports et analyses** : FarmIQ et FlockFiler Pro fournissent des outils analytiques avancés permettant aux éleveurs de suivre la performance de leurs troupeaux. Ces plateformes offrent des indicateurs clés sur la productivité, la reproduction et la santé des animaux, facilitant ainsi la prise de décision basée sur les données.

1.7.3 Limites des solutions actuelles

Si les solutions existantes présentent de nombreux avantages, elles ne sont pas exemptes de limites. Ces lacunes justifient le développement d'une plateforme SaaS mieux adaptée aux besoins spécifiques des éleveurs ovins. Toutefois, notre solution ne pourra pas nécessairement répondre à toutes ces limitations dès sa première version, mais elle posera les bases d'une approche plus complète et évolutive. Voici les principales limites des solutions existantes que nous avons constatées :

- **Adaptabilité limitée aux différents types d'élevages** : Shearwell Data et FarmIQ sont principalement conçus pour la gestion des ovins et ne s'adaptent pas toujours aux autres types d'élevages (bovins, caprins, porcins).
- **Complexité d'utilisation** : Certaines plateformes comme Shearwell Data offrent des fonctionnalités avancées, mais leur interface peut être difficile à prendre en main pour les éleveurs ayant peu de familiarité avec les outils numériques. Cette complexité peut freiner leur adoption et nécessiter une formation supplémentaire.
- **Coût élevé pour certaines exploitations** : FarmIQ et Shearwell Data proposent des fonctionnalités complètes, mais leurs abonnements mensuels peuvent être un frein pour les petites exploitations. FlockFiler Pro, bien que proposant un achat unique ou un abonnement annuel, reste plus accessible mais nécessite une installation locale, ce qui limite sa flexibilité.
- **Mode hors-ligne limité ou inexistant** : Seules certaines plateformes comme Shearwell Data proposent une synchronisation différée pour le mode hors-ligne, mais cette fonctionnalité est souvent absente ou partielle dans d'autres solutions comme FarmIQ, ce qui complique leur utilisation en zones rurales avec une connectivité limitée.
- **Intégration et interopérabilité limitées** : La plupart des solutions ne s'intègrent pas facilement avec d'autres outils de gestion agricole (gestion financière, comptabilité, ou suivi des stocks avancés). Par exemple, FarmIQ excelle dans l'analyse des performances du troupeau, mais son intégration avec d'autres logiciels reste restreinte.

1.7.4 Tableau comparatif

Pour bien voir la différence en termes de fonctionnalités offertes entre les trois solutions étudiées, nous avons synthétisé cette comparaison dans le tableau 1.1 suivant :

Comme l'indique le tableau 1.1, les trois solutions étudiées répondent aux besoins de base, mais présentent des limites sur certains aspects clés comme le mode hors-ligne, l'intégration avec d'autres outils ou encore la simplicité d'utilisation.

TABLE 1.1 – Matrice comparative des solutions logicielles pour la gestion d'élevage ovin

Fonctionnalités	Shearwell Data	FlockFiler Pro	FarmIQ
Gestion des ovins	•	•	•
Reproduction avancée	○	•	•
Suivi sanitaire	•	•	•
Gestion pâturages	•	—	•
Mode hors-ligne	•	—	—
Analyses avancées	○	•	•
Multiplateforme	•	—	•
Intégrations	○	—	○
Score global	6/8	4/8	6/8

Légende : • Fonctionnalité complète
○ Fonctionnalité partielle
— Fonctionnalité absente

Source : Analyse comparative réalisée en février 2025 basée sur la documentation officielle et les versions d'essai des logiciels.

1.7.5 Manque de solutions adaptées en Algérie

L'analyse du marché algérien révèle un vide technologique significatif dans le domaine de la gestion numérique des élevages ovins. Cette lacune s'explique par plusieurs facteurs structurels et économiques qui créent des barrières à l'adoption des solutions internationales existantes.

Inadéquation des solutions internationales

Les plateformes comme *Shearwell Data*, *FarmIQ* et *FlockFiler Pro*, bien que performantes dans leurs marchés d'origine, présentent des limitations majeures pour le contexte algérien :

- **Barrière réglementaire** : Ces solutions intègrent les normes européennes (traçabilité UE) ou anglo-saxonnes qui ne correspondent pas aux exigences algériennes en matière d'identification du bétail, de suivi sanitaire et de déclarations obligatoires.
- **Barrière linguistique** : L'absence de support en arabe et français limite considérablement leur accessibilité pour les éleveurs algériens, dont beaucoup ne maîtrisent pas suffisamment l'anglais.
- **Barrière économique** : Les tarifs pratiqués (100–300€/mois) représentent un investissement prohibitif pour la majorité des exploitations algériennes, dont la taille moyenne est de 20 à 50 têtes.
- **Inadéquation technique** : Ces solutions ne prennent pas en compte les spécificités des races locales (*Ouled Djellal*, *Rembi*, *Barbarine*) ni les pratiques d'élevage traditionnelles algériennes.

Réalité du terrain algérien

Les éleveurs algériens font face à des défis spécifiques que les solutions internationales n'adressent pas :

- **Gestion multi-sites** : Beaucoup d'éleveurs possèdent des parcelles dispersées géographiquement.

ment.

- **Saisonnalité marquée** : Les cycles de reproduction et d'alimentation suivent des patterns spécifiques au climat méditerranéen.
- **Intégration avec les circuits locaux** : Nécessité de s'adapter aux marchés locaux et aux intermédiaires traditionnels.

Opportunité de marché

Cette situation crée une opportunité unique pour développer une solution “**made in Algeria**” qui pourrait :

- Répondre aux spécificités réglementaires nationales.
- Proposer une interface multilingue (arabe, français).
- Offrir un modèle économique adapté au pouvoir d'achat local.
- Intégrer les pratiques et races locales.
- Assurer un support technique de proximité.

Le développement d'une plateforme SaaS locale représente donc non seulement une nécessité technique, mais aussi une opportunité économique et sociétale. Une telle solution pourrait :

- Contribuer à la modernisation du secteur agricole en favorisant l'émergence d'une nouvelle génération d'éleveurs numérisés.
- Améliorer la traçabilité alimentaire et la qualité des produits destinés au marché local.
- Réduire l'empreinte environnementale des exploitations en optimisant les cycles de reproduction et les ressources.
- Renforcer l'insertion professionnelle des jeunes dans les métiers agricoles et numériques grâce à une solution locale, intuitive et accessible.

1.8 Conclusion

Ce premier chapitre a permis de dresser un panorama des enjeux et du contexte de la gestion des ovins dans le secteur agricole, ainsi que d'examiner la pertinence d'une plateforme SaaS pour répondre aux besoins spécifiques des éleveurs. Après avoir collecté les besoins réels de notre client, et après analysé quelques solutions existantes sur le marché en mettant en avant leurs atouts et leurs limitations, nous avons constaté la nécessité de lancer un nouveau projet, en définissant notamment : les grandes fonctionnalités attendues, les acteurs impliqués, les principes de structuration de la plateforme (SaaS, accessibilité Web et Mobile, centralisation des données). Le chapitre 2 qui suit, se focalise sur la méthodologie suivie pour l'analyse et la conception de notre solution.

CHAPITRE 2

Analyse et Conception

2.1 Introduction

Ce chapitre détaille l'analyse et la conception de la plateforme SaaS, en mettant l'accent sur l'adaptation aux besoins des éleveurs ovins en Algérie. Grâce à la méthode agile SCRUM, le projet est structuré de manière itérative pour répondre aux contraintes locales (traçabilité, contexte économique, etc.). L'identification des besoins, appuyée par un expert du domaine, guide le développement de fonctionnalités adaptées. La modélisation UML permet de représenter clairement les interactions, les données et les processus métiers. Enfin, la planification des sprints garantit une mise en œuvre progressive et évolutive du produit.

2.2 Présentation de la méthode SCRUM

Une approche méthodologique flexible et adaptable est nécessaire lors du développement d'une plateforme SaaS. Pour améliorer l'organisation du travail et gérer efficacement les modifications apportées au projet, nous avons choisi d'adopter le cadre agile SCRUM.

Cette méthode engage activement les différentes parties prenantes afin de favoriser un développement progressif. Structurée autour de cycles de travail courts appelés *sprints*, elle permet d'intégrer le retour d'expérience (*feedback*) des utilisateurs tout au long du processus, assurant ainsi une livraison incrémentale du produit.

Ce cadre sera appliqué dans notre projet pour maximiser l'implication des acteurs concernés, structurer le déroulement des tâches et garantir une réactivité optimale face aux exigences évolutives du terrain. L'historique et les fondements de cette approche seront explorés dans la section suivante [9].

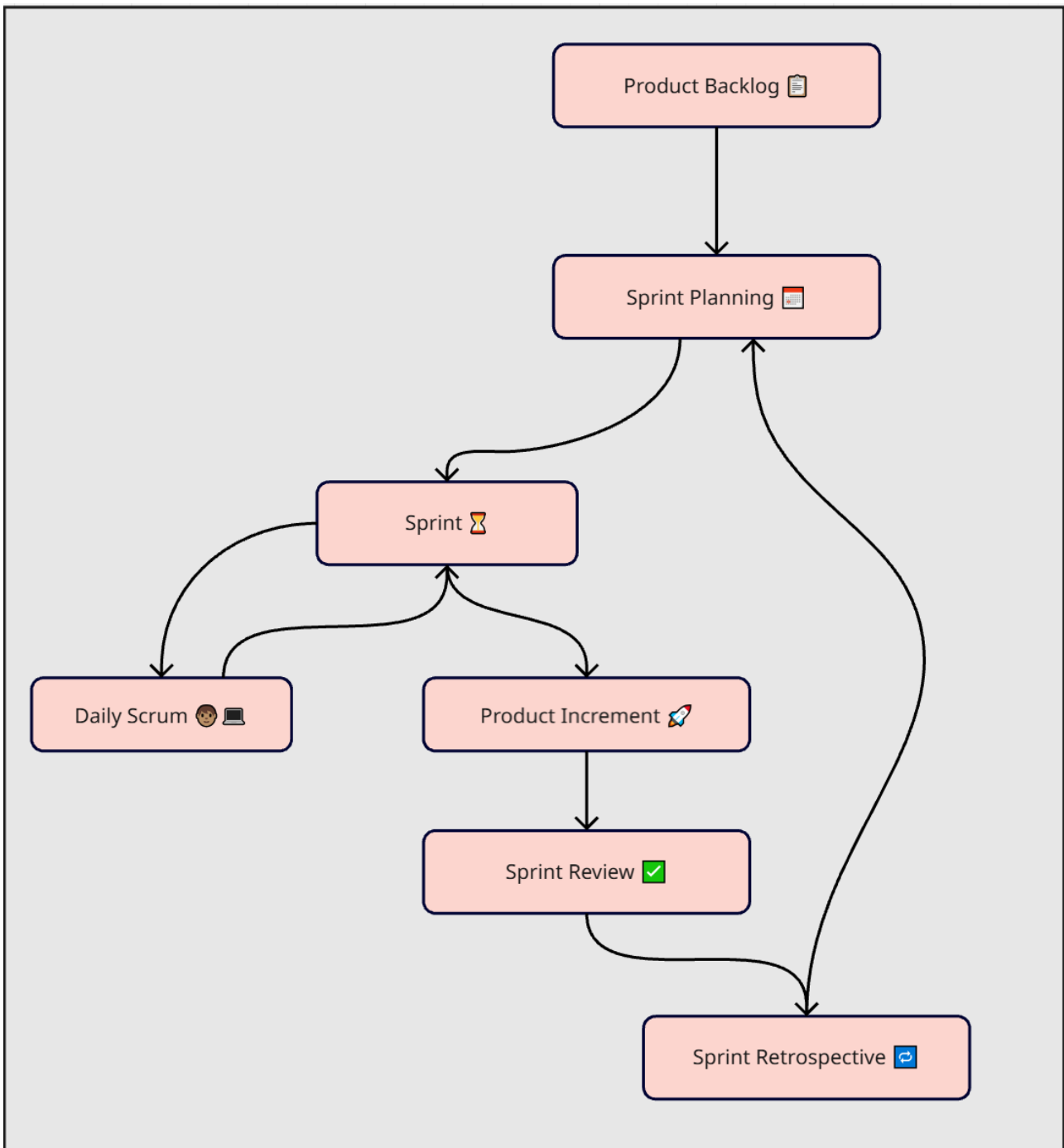


FIGURE 2.1 – Processus « SCRUM »

Comme on peut le voir sur la figure 2.1, SCRUM démarre avec un *Product Backlog* qui alimente la *Sprint Planning* pour définir le sprint en cours. Celui-ci est rythmé par le *Daily Scrum* et aboutit à un *Product Increment*, qui est ensuite évalué lors de la *Sprint Review*, avant de tirer les leçons pour l'amélioration continue lors de la *Sprint Retrospective*, influençant ainsi les planifications futures.

2.2.1 Origine et principes de Scrum

SCRUM repose sur une approche itérative et incrémentale, divisant le développement en sprints courts où chaque itération produit un incrément fonctionnel du produit. Il favorise la collaboration et la transparence grâce à des interactions régulières entre les membres de l'équipe et les parties prenantes, via des événements comme le *Daily Scrum* et la *Sprint Review*. L'équipe est auto-organisée,

prenant ses propres décisions pour atteindre les objectifs fixés, tandis qu'une inspection continue permet d'identifier et d'intégrer des améliorations à chaque cycle. Ces principes garantissent une meilleure adaptabilité aux évolutions du projet tout en assurant une livraison continue de valeur aux utilisateurs [10].

2.2.2 Rôles dans Scrum

SCRUM repose sur trois rôles essentiels qui garantissent une gestion efficace du projet et une livraison continue de valeur :

- **Product Owner (PO)** : Il est responsable de l'établissement de la vision du produit et veille à ce que l'équipe se concentre sur les fonctionnalités prioritaires. Il est chargé de gérer le *Product Backlog*, d'établir la priorité des tâches selon les exigences métier et de collaborer avec les parties concernées afin d'ajuster le produit en fonction des retours des utilisateurs.
- **Scrum Master** : Il joue le rôle de facilitateur, garantissant l'application des principes SCRUM et soutenant l'équipe pour surmonter les difficultés susceptibles d'entraver le développement. Il encourage la coopération entre le Product Owner et l'équipe, tout en veillant à ce que les événements SCRUM, tels que les *Daily Scrums* et les *Sprint Reviews*, se déroulent correctement.
- **Équipe de développement** : La conception, le développement et les tests du produit relèvent de la responsabilité de l'équipe de développement. Elle s'organise de façon autonome pour exécuter les missions spécifiées dans le *Sprint Backlog*, fournissant à chaque sprint un ajout fonctionnel. Elle participe également aux réunions SCRUM afin d'affiner les priorités et d'améliorer constamment le processus de développement [11].

2.2.3 Artefacts Scrum

SCRUM repose sur trois artefacts fondamentaux qui permettent de structurer et de suivre l'avancement du projet :

- **Product Backlog** : une liste en constante évolution de toutes les fonctionnalités, améliorations et rectifications à intégrer au produit. Sous la supervision du *Responsable Produit*, il est régulièrement actualisé selon les priorités et les commentaires des utilisateurs. Chaque composant du backlog est détaillé en *User Stories*, ce qui permet à l'équipe de saisir les attentes et d'y répondre de manière efficace.
- **Sprint Backlog** : une partie du Product Backlog choisie pour être développée pendant un sprint. Il intègre les missions précises que l'équipe de développement promet d'accomplir dans une période déterminée. À l'inverse du Product Backlog qui est en constante évolution tout au long du projet, le Sprint Backlog reste invariable pendant toute la durée du sprint, assurant ainsi une cible précise et réalisable.
- **Incrément** : symbolise le produit du sprint, une version révisée et potentiellement distribuable du produit. Chaque itération doit être opérationnelle, vérifiée et en accord avec les spécifications établies, garantissant un avancement constant du projet et une disponibilité régulière de nouvelles fonctionnalités pour les utilisateurs [12].

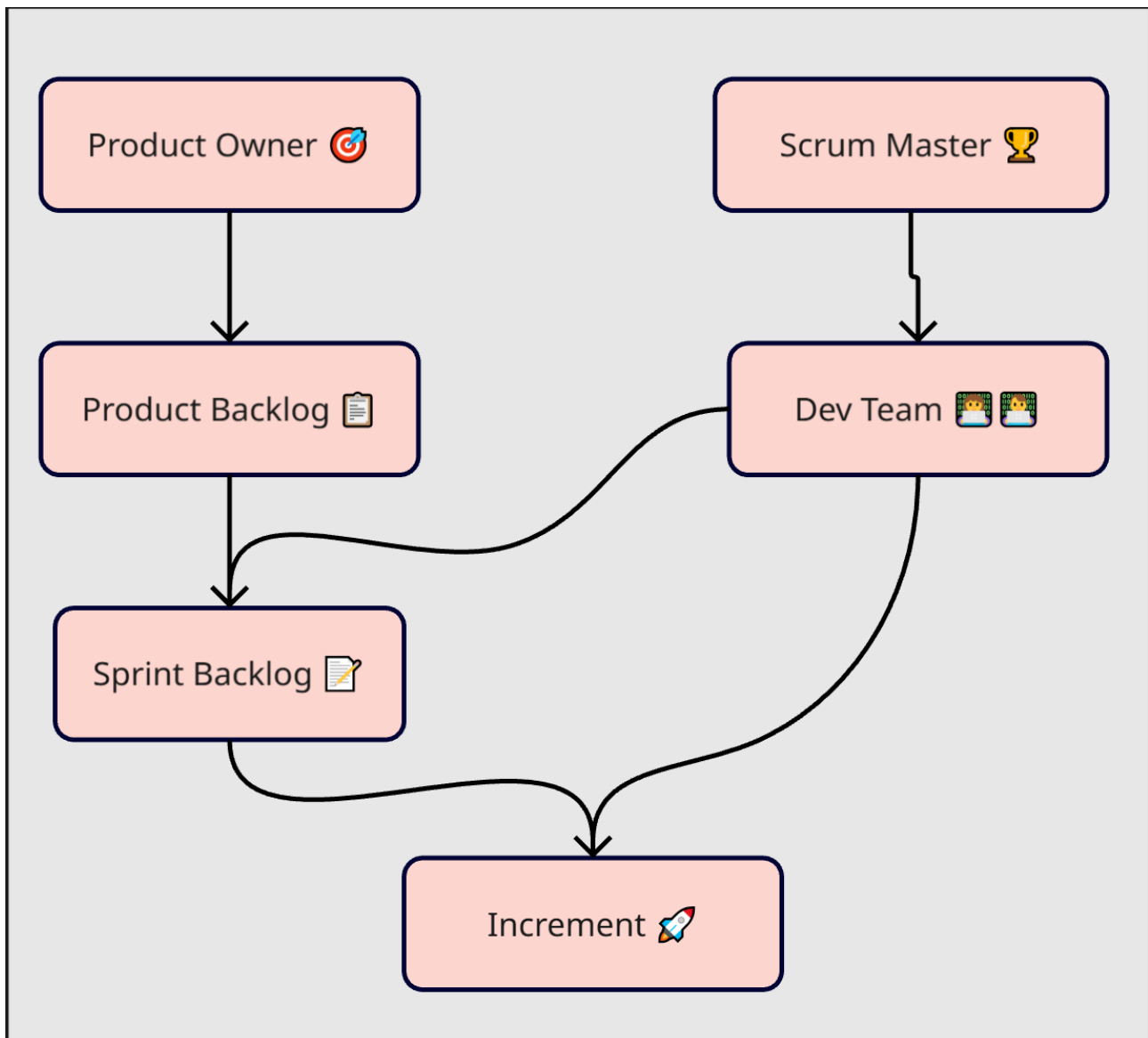


FIGURE 2.2 – Liens entre les Rôles et les Artefacts dans SCRUM

La figure 2.2 illustre le cycle de vie Scrum : le *Product Backlog* est planifié pour un sprint, générant un *Product Increment* revu et rétrospecté, ce qui alimente les planifications futures. Ce processus itératif et incrémental assure une livraison continue et une adaptation agile du produit.

2.2.4 Événements Scrum

SCRUM repose sur quatre événements clés qui rythment le cycle de développement et garantissent une collaboration efficace entre les membres de l'équipe :

Sprint Planning : Chaque sprint commence par une planification. Dans cette étape, l'équipe détermine les buts du sprint en choisissant les items du *Product Backlog* qui seront élaborés. Le *Product Owner* définit les priorités commerciales, alors que l'équipe de développement détermine la réalisabilité des missions et organise leur mise en œuvre.

Daily Scrum : Aussi appelée mêlée quotidienne, c'est une séance brève (environ 15 minutes) organisée quotidiennement par l'équipe de développement. Elle offre à tous les membres la possibilité de faire le point sur l'avancement de leurs tâches, de repérer d'éventuels freins et de coordonner les

efforts pour parvenir à l'objectif du sprint. Cette réunion facilite la communication et l'agilité au sein de l'équipe.

Sprint Review : Elle se déroule à la conclusion du sprint et offre l'opportunité de montrer l'incrément créé aux intervenants. L'équipe de développement présente les nouvelles fonctionnalités qu'elle a mises en place, tandis que le *Product Owner* récolte les avis des utilisateurs. Ces discussions facilitent la révision des priorités et l'enrichissement du *Product Backlog* selon les progrès du projet.

Sprint Retrospective : Cet événement clôture le sprint en analysant le déroulement du travail. L'équipe détermine les éléments positifs et les zones d'amélioration en vue d'optimiser les futurs sprints. Cet événement encourage une amélioration constante du processus et une plus grande efficacité en équipe[13].

2.3 Langage de modélisation

Pour garantir une conception harmonieuse et améliorer la communication entre les membres de l'équipe, il est indispensable d'effectuer une modélisation minutieuse lors du développement d'une plateforme logicielle. Pour ce projet, nous avons opté pour l'utilisation du langage UML (Unified Modeling Language) afin de décrire les divers éléments du système, allant des interactions avec l'utilisateur aux structures de données.

2.3.1 Formalisme UML (Unified Modeling Language)

UML est un langage standard employé dans l'ingénierie des logiciels pour la conception, la visualisation et la documentation des systèmes logiciels. Cela offre la possibilité de représenter visuellement : La structure du système, le comportement du système et les interactions entre les éléments du système. UML est neutre par rapport aux langages de programmation, ce qui lui permet d'être utilisé de manière universelle dans différents projets de développement logiciel. Il est surtout employé dans les structures basées sur l'objet, à l'instar de notre plateforme SaaS pour la gestion des élevages[14].

2.3.2 Différents types de diagrammes UML

UML propose une variété de diagrammes, regroupés en deux grandes catégories :

1. **Diagrammes structurels** : Ces diagrammes représentent la structure statique du système.
 - **Diagramme de classes** : Décrit les entités du système, leurs attributs, méthodes et relations.
 - **Diagramme d'objets** : Représente des instances concrètes des classes.
 - **Diagramme de composants** : Modélise l'architecture logicielle et les dépendances entre les modules.
 - **Diagramme de déploiement** : Montre la répartition des composants logiciels sur les infrastructures matérielles.
2. **Diagrammes comportementaux** : Ces diagrammes illustrent le comportement du système et les interactions entre ses éléments.
 - **Diagramme de cas d'utilisation** : Décrit les interactions entre les utilisateurs et le

système.

- **Diagramme de séquence** : Représente les échanges entre les objets du système dans une séquence temporelle.
- **Diagramme d'activités** : Montre le déroulement des processus métiers ou algorithmiques.
- **Diagramme d'états-transitions** : Décrit les différents états d'un objet et les transitions possibles [15].

La figure 2.3 ci-dessous illustre les différents types de diagrammes UML 2.0.

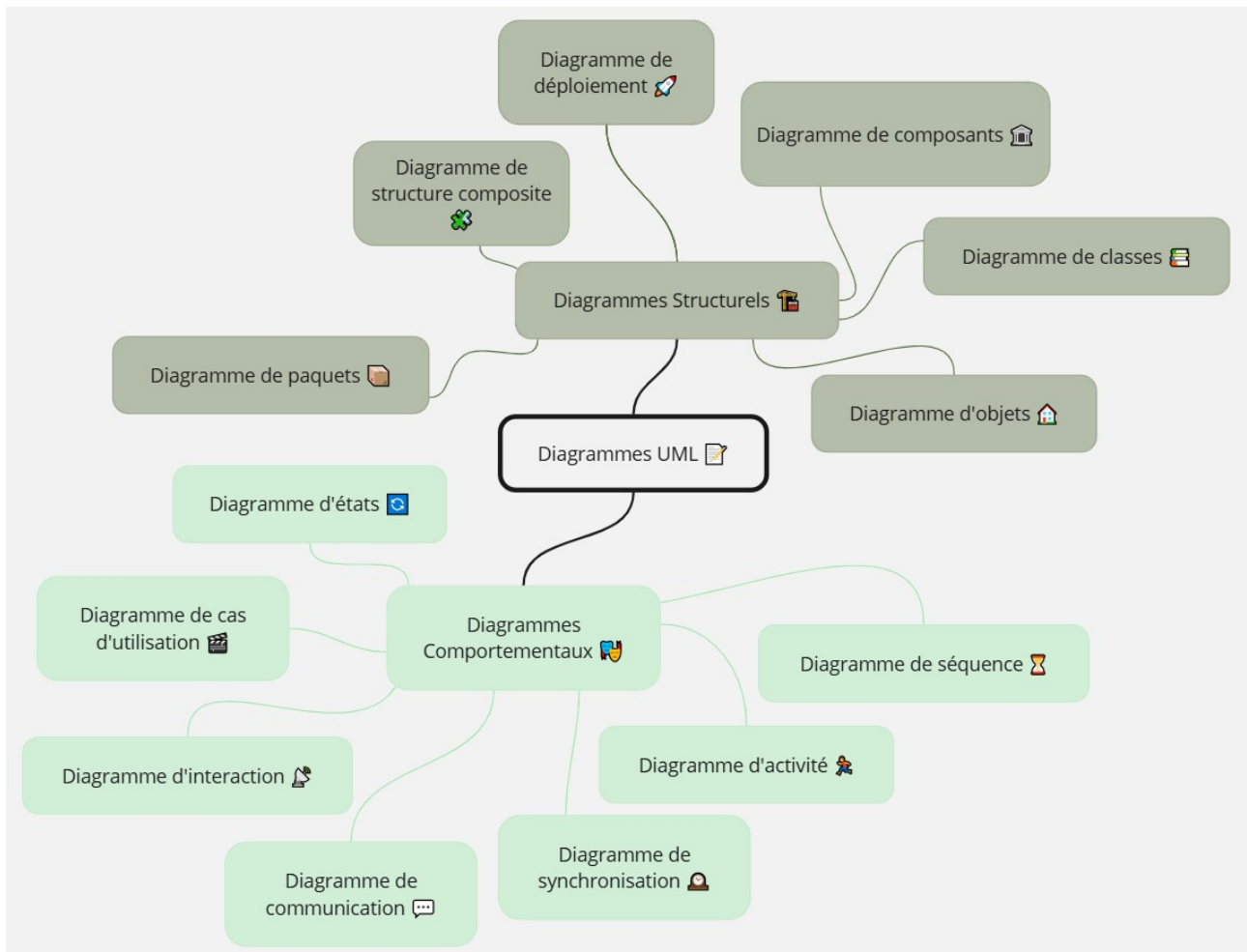


FIGURE 2.3 – Différents types de diagrammes UML

Dans notre projet, nous avons choisi d'utiliser trois diagrammes UML principaux :

- Le **diagramme de classes**, pour représenter la structure du système et les relations entre les entités.
- Le **diagramme de cas d'utilisation**, pour identifier les interactions entre les utilisateurs et la plateforme.
- Le **diagramme de séquence**, pour illustrer le déroulement des interactions entre les composants du système.

Bien que d'autres types de diagrammes UML existent, nous avons décidé de ne pas les inclure dans cette étude, car ils ne sont pas essentiels pour notre modélisation actuelle.

2.4 Analyse des besoins

L'analyse des besoins est une étape clé pour concevoir une plateforme SaaS adaptée à la gestion des élevages ovins. Dans notre cas, nous avons nommé notre solution FarmConnect, qui représente la plateforme SaaS dédiée à cette gestion. Cette étape permet d'identifier les attentes des utilisateurs et de définir les fonctionnalités essentielles du système.

Cette analyse englobe une collecte d'informations que nous avons faite en organisant des entretiens et réunions avec notre client, spécialiste dans le secteur de l'élevage et de la médecine vétérinaire. Sa rétroaction a aidé à mieux cerner les défis auxquels sont confrontés les éleveurs et à définir avec précision les fonctionnalités requises.

Dans les parties qui suivent, nous détaillons les intervenants du système, les exigences fonctionnelles et non fonctionnelles, ainsi que les normes techniques à observer pour assurer une plateforme performante et conviviale.

2.4.1 Identification des acteurs

La plateforme SaaS pour la gestion des élevages ovins est conçue pour répondre aux besoins de différents utilisateurs impliqués dans l'exploitation. Chaque acteur joue un rôle spécifique et dispose d'un accès adapté à ses responsabilités :

- **Gestionnaires / Propriétaires** : Responsables de l'exploitation, ils supervisent l'ensemble des activités, prennent des décisions stratégiques et consultent les données analytiques sur la reproduction, la santé et la rentabilité du troupeau. Ils ont accès à toutes les fonctionnalités de la plateforme.
- **Ouvriers** : Présents sur le terrain, ils s'occupent des soins quotidiens des animaux, de l'alimentation et du suivi des événements (naissances, maladies, traitements). L'application mobile leur permet de saisir rapidement les données et d'accéder aux tâches qui leur sont assignées.
- **Vétérinaires** : Chargés du suivi sanitaire, ils interviennent pour les soins médicaux, les vaccinations et les diagnostics. Ils doivent pouvoir consulter l'historique de santé des animaux, enregistrer les interventions et planifier les traitements à venir.
- **Administrateurs** : Ils assurent la gestion technique de la plateforme, notamment la gestion des utilisateurs, des accès et des paramètres généraux du système. Ils veillent au bon fonctionnement et à la sécurité des données.

Le schéma de la figure 2.4 suivant montre les différents rôles des utilisateurs :

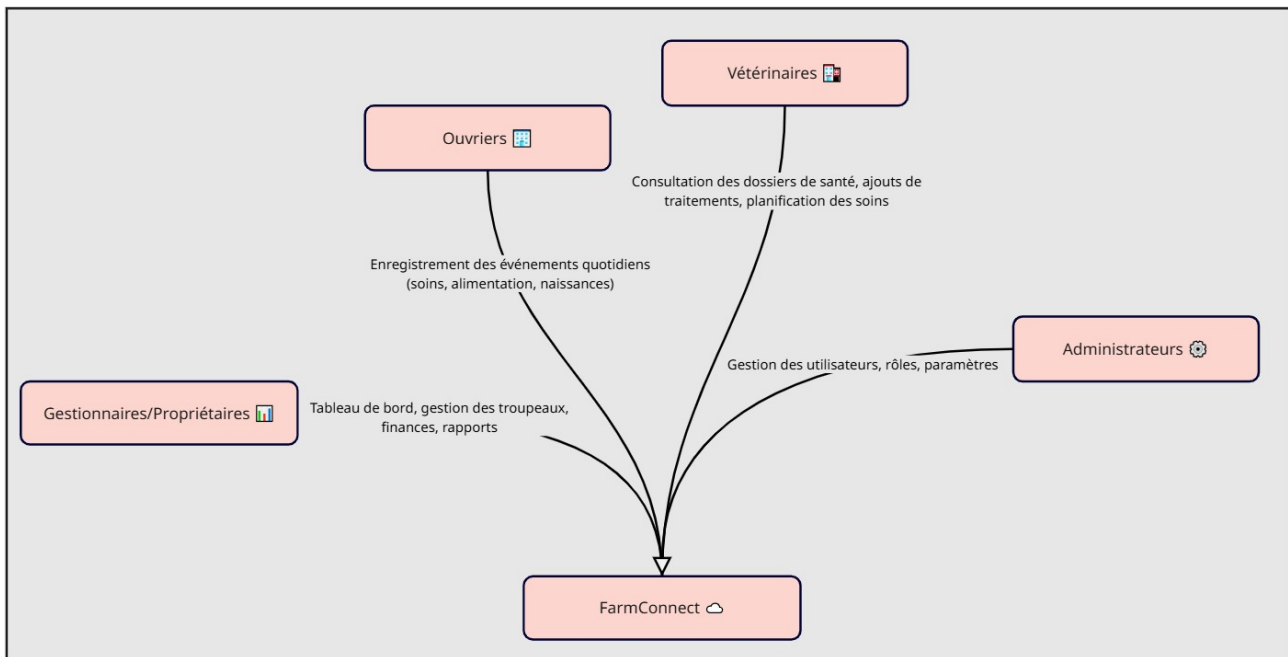


FIGURE 2.4 – Schéma illustrant les différents rôles des utilisateurs

2.4.2 Besoins fonctionnels

La plateforme SaaS pour la gestion des élevages ovins doit répondre aux besoins spécifiques des éleveurs en proposant des fonctionnalités adaptées à leurs activités quotidiennes. Ces besoins ont été définis en prenant en compte les retours d'experts du domaine ainsi que l'analyse des solutions existantes.

Une liste détaillée des fonctionnalités a été établie à partir de cette analyse. Pour la consulter, veuillez vous référer à l'**Annexe A**.

— Gestion des organisations et des fermes :

La plateforme doit permettre à chaque utilisateur de créer et gérer sa propre organisation. Une organisation peut regrouper une ou plusieurs fermes, chacune avec ses propres troupeaux, stocks et employés. Les gestionnaires doivent pouvoir :

- Ajouter, modifier ou supprimer une ferme liée à leur organisation.
- Assigner ou désassigner du personnel à une ferme ou à l'organisation elle-même.
- Gérer séparément les troupeaux et les ressources (stocks, équipements) pour chaque ferme.

— Gestion des effectifs :

La plateforme doit permettre l'ajout, la modification et le suivi des animaux au sein de chaque ferme. Chaque bête est enregistrée avec des informations détaillées (sexe, race, poids, performances génétiques, etc.). Le système doit également gérer les naissances, décès, ventes et réformes, avec une classification par groupes (race, âge, localisation) pour faciliter le suivi.

— Suivi sanitaire et médical :

Un module dédié au suivi médical doit permettre l'enregistrement des traitements vétérinaires, vaccinations, diagnostics et interventions sanitaires. Chaque animal possède un carnet de santé numérique, répertoriant l'historique des soins. Le système doit aussi permettre la planification des campagnes de vaccination et la gestion des visites vétérinaires.

— **Gestion des stocks :**

La gestion des stocks (aliments, médicaments, matériels) doit être liée à chaque ferme. Le système doit permettre :

- Le suivi des niveaux de stocks en temps réel.
- L'ajout d'entrées et de sorties de stock par type et localisation.
- La génération d'alertes automatiques lorsque les seuils critiques sont atteints.
- La consultation de rapports financiers pour le suivi des dépenses par ferme ou organisation.

— **Tableau de bord et rapports :**

Un tableau de bord interactif doit afficher en temps réel les statistiques globales et par ferme : nombre total de bêtes, taux de reproduction, mortalité, état des stocks, et indicateurs financiers (coûts d'alimentation, soins vétérinaires, revenus liés aux ventes). Des rapports analytiques doivent pouvoir être générés selon l'organisation, la ferme ou même un groupe d'animaux.

— **Fonctionnalités mobiles spécifiques pour les ouvriers :**

L'application mobile, destinée aux ouvriers, doit offrir une interface simplifiée et intuitive, permettant une saisie rapide sur le terrain. Elle doit inclure :

- L'enregistrement des événements quotidiens (naissances, décès, soins médicaux, alimentation).
- Une liste de tâches à effectuer avec possibilité de marquer celles accomplies.
- Un système de notifications et rappels (vaccins, gestations, seuils de stock atteints).
- La consultation rapide des fiches d'animaux, par groupe ou par ferme.

2.4.3 Besoins non fonctionnels

En plus des besoins fonctionnels, la plateforme SaaS doit répondre à plusieurs exigences non fonctionnelles garantissant sa fiabilité, sa sécurité et sa performance. Ces aspects sont essentiels pour assurer une utilisation fluide et sécurisée par les éleveurs, ouvriers et vétérinaires.

- **Sécurité (authentification et gestion des accès) :** La plateforme doit garantir la sécurité des données sensibles en mettant en place un système d'authentification robuste (email/mot de passe, authentification à deux facteurs si nécessaire). Un système de gestion des rôles et des permissions doit être intégré pour restreindre l'accès aux fonctionnalités selon le profil de l'utilisateur (gestionnaire, ouvrier, vétérinaire, administrateur).
- **Performance et scalabilité :** L'application doit être capable de gérer un grand nombre d'utilisateurs et de données sans ralentissement. Une architecture scalable doit être mise en place pour s'adapter à une augmentation du volume d'animaux enregistrés, d'événements saisis et d'utilisateurs actifs. L'optimisation des requêtes à la base de données et la mise en cache des informations fréquemment utilisées permettront d'améliorer la réactivité du système.
- **Accessibilité multiplateforme (web et mobile) :** La solution doit être accessible à la fois via une interface web pour les gestionnaires et une application mobile pour les ouvriers. L'application mobile doit être optimisée pour les environnements de terrain, avec une interface intuitive et adaptée aux écrans de petite taille.

- **Sauvegarde et restauration des données** : Un système de sauvegarde automatique doit être mis en place pour éviter toute perte d'informations en cas de panne. La plateforme doit permettre la restauration des données en cas de suppression accidentelle ou de problème technique, garantissant ainsi la continuité des activités des éleveurs.

2.4.4 Maquettes de l'interface utilisateur

Dans le cadre de la phase de conception, des maquettes représentatives ont été réalisées à l'aide de l'outil Figma afin d'illustrer les principales interfaces de la plateforme. Elles ont permis de structurer visuellement les parcours utilisateurs et de guider le développement des interfaces web et mobiles.

Ces maquettes ont été validées par l'entreprise de stage, l'équipe de développement frontend ainsi que le client, garantissant ainsi la cohérence entre les besoins fonctionnels exprimés et les choix techniques adoptés.

Accueil A propos Contact Deconnexion

A propos Santé Reproduction Croissance Naissances

Suivi Médical - #254

Enregistrer du soin Historique médical

Type de soin * Date du soin *

Vaccination 08/17/2025

Traitement

Vaccination

Visite veterinaire

Autre

Type de vaccin *

Date de rappel

08/17/2025

Annuler Enregistrer

FIGURE 2.5 – Interface d'ajout de suivi médical

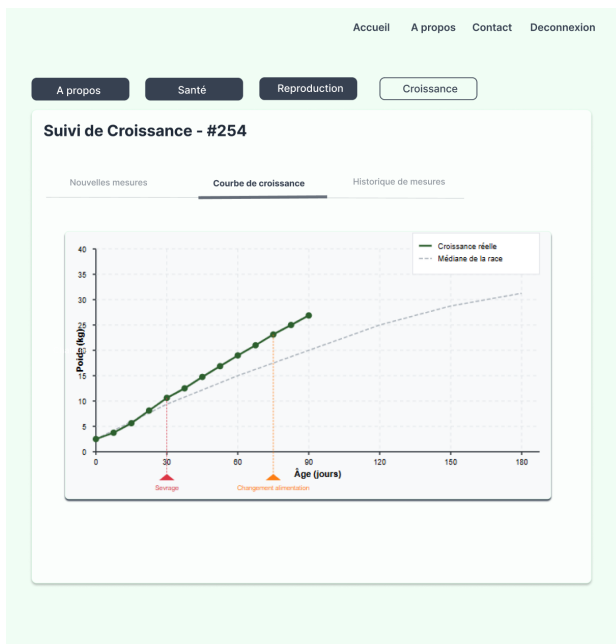


Figure 2. Interface de courbe de croissance

Figure 3 illustre l'interface de la table des effectifs. Le tableau présente les données suivantes :

ID	Sexe	Race	Poids (kg)	Date de naissance	Statut	Groupe	Details
#200	Male	Mérinos	78	14/05/2024	Vivant	B	(i)
#134	Femelle	Suffolk	66	11/10/2022	Vivant	Agnelles	(i)
#100	Femelle	Chellala	70	22/09/2020	Vivant	B	(i)
#233	Male	Ouled Djellal	70	30/10/2024	Vivant	Reproducteurs	(i)

L'interface inclut également une barre de recherche 'Rechercher un animal...', un bouton 'Filtrer', un bouton '+ Ajouter une bete', et des boutons de navigation 'Précédent' et 'Suivant'.

Figure 3. Interface de table des effectifs

FIGURE 2.6 – Extrait des maquettes Figma illustrant les principales interfaces restantes

2.5 Pilotage du projet avec SCRUM

Le développement de la plateforme SaaS pour la gestion des élevages ovins est piloté selon la méthodologie SCRUM, qui permet une approche itérative et flexible du projet. L'objectif est d'assurer une gestion efficace des tâches, une meilleure collaboration entre les membres de l'équipe et une adaptation continue aux besoins des utilisateurs. SCRUM repose sur une organisation en sprints, où chaque cycle de développement aboutit à un incrément fonctionnel du produit. Chaque sprint suit un processus structuré, incluant une planification des tâches (Sprint Planning), des réunions de suivi quotidien (Daily Scrum), une revue des résultats (Sprint Review) et une rétrospective pour améliorer le processus (Sprint Retrospective).

Dans les sections suivantes, nous détaillons les rôles et user stories, la structuration du Product Backlog, ainsi que la planification des releases et des sprints, afin d'assurer une gestion optimisée du projet.

2.5.1 Rôles et user stories

Pour notre projet, le tableau suivant montre les rôles et leurs répartition :

Rôle	Responsabilités	Personnes affectées
Product Owner (PO)	Définit et priorise les fonctionnalités, s'assure que les besoins des utilisateurs sont bien pris en compte.	Tech-Instinct
Scrum Master	Garant de la méthodologie SCRUM, facilite la communication et le bon déroulement des sprints.	M. Youcef BELATTAF (Tech-Instinct) M. Khaled BEDJOU (Univ-Béjaia)
Développeurs	Implémentent les fonctionnalités, assurent les tests et livrent les incréments du produit.	Melles Yafa Sabrina et Meziane Yasmine

TABLE 2.1 – Présentation de l'équipe Scrum

2.5.2 Product Backlog (Carnet de produit)

Chaque User Story est caractérisée par un privilège défini par le Product Owner. Les priorités des fonctionnalités ont été fixées en fonction des échanges et réunions réalisées avec notre client, afin de répondre aux besoins les plus critiques en premier. Le tableau ci-dessous représente le Product Backlog de notre futur système. L'ensemble des User Stories détaillées est présenté en **Annexe A**.

TABLE 2.2 – Product Backlog

Sprint Items	En tant que	Je veux...	Priorité
Authentification et Gestion des utilisateurs	Utilisateur	M'authentifier pour accéder à la plateforme.	1
	Administrateur	Ajouter, modifier, archiver, bloquer, réactiver ou rechercher un utilisateur.	1
Gestion des effectifs, des organisations et des fermes	Gestionnaire	Ajouter, modifier, supprimer et consulter une bête au sein d'une ferme appartenant à son organisation.	2
	Gestionnaire	Filtrer la liste des animaux par race, âge, état de santé, et par ferme.	2
	Gestionnaire	Ajouter, modifier, supprimer et consulter une organisation.	2
	Gestionnaire	Ajouter, modifier, supprimer et consulter une ferme appartenant à une organisation.	2
	Gestionnaire	Affecter un utilisateur à une organisation et à l'une de ses fermes.	2
Suivi sanitaire et médical	Vétérinaire	Ajouter un traitement ou une vaccination.	2
	Gestionnaire	Recevoir des alertes pour les rappels de vaccination.	2
	Ouvrier	Signaler un problème de santé ou un décès sur un animal.	2

Sprint Items	En tant que	Je veux...	Priorité
Suivi des naissances et reproduction	Gestionnaire	Enregistrer une naissance avec les informations essentielles (poids, sexe, mère, état de santé).	2
	Gestionnaire	Suivre les cycles de reproduction des brebis.	2
Application mobile	Ouvrier	Ajouter une naissance depuis le terrain rapidement.	3
	Ouvrier	Scanner un QR code ou une bande d'oreille pour accéder aux informations d'un animal.	3
	Ouvrier	Recevoir des notifications pour les tâches importantes.	3
	Ouvrier	Marquer une tâche comme terminée (vaccination, pesée, alimentation).	3
Gestion des stocks	Gestionnaire	Suivre et mettre à jour les niveaux de stocks.	4
	Ouvrier	Enregistrer une utilisation de stock.	4
	Gestionnaire	Recevoir une alerte lorsque le stock atteint un seuil critique.	4
Notifications et rappels	Gestionnaire	Recevoir des alertes pour les événements critiques (vaccins, stock bas).	5
Tableau de bord et rapports	Gestionnaire	Visualiser les statistiques globales du troupeau.	5
	Gestionnaire	Générer des rapports sur les performances du troupeau.	5

2.5.3 Planification des releases

L'évolution de la plateforme SaaS suit une approche progressive, avec des mises à jour successives permettant l'incorporation graduelle des fonctionnalités. Cette planification repose sur le Product Backlog, en tenant compte des priorités des User Stories et en accord avec les besoins exprimés lors de nos échanges avec le client.

Cette partie détaille la programmation des versions, la structuration des sprints et le calendrier prévisionnel du projet.

La plateforme sera développée en plusieurs releases, chacune contenant un ensemble de fonctionnalités clés comme le montrera le tableau 2.3 suivant :

TABLE 2.3 – Planification des releases

Release	Sprints
Release 1 : MVP - Minimum Viable Product	Sprint 1 - Authentification et gestion des utilisateurs.
	Sprint 2 - Gestion des organisations, fermes et des effectifs.
	Sprint 3 - Suivi sanitaire (ajout de traitements, vaccins).
	Sprint 4 - Suivi des naissances et reproduction (cycles reproductifs, portées, performances des mères).
Release 2 : Automatisation & Analyse	Sprint 5 - Application mobile (saisie rapide des événements, ajout des naissances, accès aux tâches journalières).
	Sprint 6 - Gestion des stocks (suivi et mises à jour des aliments et médicaments).
	Sprint 7 - Notifications et rappels (vaccins, stock bas, événements critiques).
	Sprint 8 - Tableau de bord (statistiques et suivi global).
Release 3 : Optimisation & Améliorations	Sprint 9 - Rapports analytiques avancés.
	Sprint 10 - Optimisation des performances et gestion de la scalabilité.
	Sprint 11 - Ajustements et amélioration de l'interface utilisateur.

2.5.4 Étude du premier release

La première version MVP a pour but de livrer une version opérationnelle de la plateforme, intégrant les fonctionnalités clés nécessaires à la gestion des fermes ovines. Le but est de proposer un outil fonctionnel qui permet aux utilisateurs d'interagir avec les composants fondamentaux du système, tout en collectant des retours pour des améliorations ultérieures. Ce premier livrable met l'accent sur les fonctions essentielles, indispensables au bon ordre du jour de la plateforme :

TABLE 2.4 – Fonctionnalités du premier release

Sprint	Objectif
1. Authentification et gestion des utilisateurs	Permettre aux utilisateurs de se connecter de manière sécurisée et d'accéder aux fonctionnalités selon leur rôle (admin, gestionnaire, ouvrier, vétérinaire).
2. Gestion des organisations, des fermes et des effectifs	Offrir la possibilité de créer une organisation et d'y rattacher une ou plusieurs fermes. Gérer l'assignation du personnel à l'organisation ou aux fermes, et permettre l'ajout, la modification et la consultation des informations des animaux par ferme.
3. Suivi sanitaire et médical	Enregistrer les traitements et vaccinations des animaux pour un suivi efficace de leur état de santé.
4. Application mobile	Permettre aux ouvriers d'enregistrer rapidement des événements (naissances, interventions) et d'accéder aux tâches journalières.

i. Étude du premier sprint : Authentification et gestion des utilisateurs

Ce premier *release* inclut quatre sprints, chacun ayant pour objectif de construire un composant crucial du système. Le but est de fournir une version minimale viable (MVP) qui autorisera les utilisateurs à administrer leurs effectifs, la surveillance sanitaire et les inventaires de leur élevage.

1. Présentation du sprint

- **Durée** : 2 semaines
- **Description** : Implémenter le système d'authentification et la gestion des utilisateurs afin de sécuriser l'accès à la plateforme et de gérer les rôles.
- **Items du sprint** :
 - Authentification (inscription, connexion, gestion des sessions)
 - Gestion des utilisateurs (ajout, modification, suppression et attribution des rôles)
- **Objectif principal** : Assurer un accès sécurisé à la plateforme et définir les permissions des utilisateurs en fonction de leur rôle (Gestionnaire, Ouvrier, Vétérinaire, Administrateur).

2. Analyse du sprint

2.1 Diagramme de cas d'utilisation du sprint 1

La Figure 2.7 montre les interactions entre différents acteurs (Administrateur, Gestionnaire, Vétérinaire, Ouvrier) et les fonctionnalités relatives à la gestion des utilisateurs et de leurs droits d'accès.

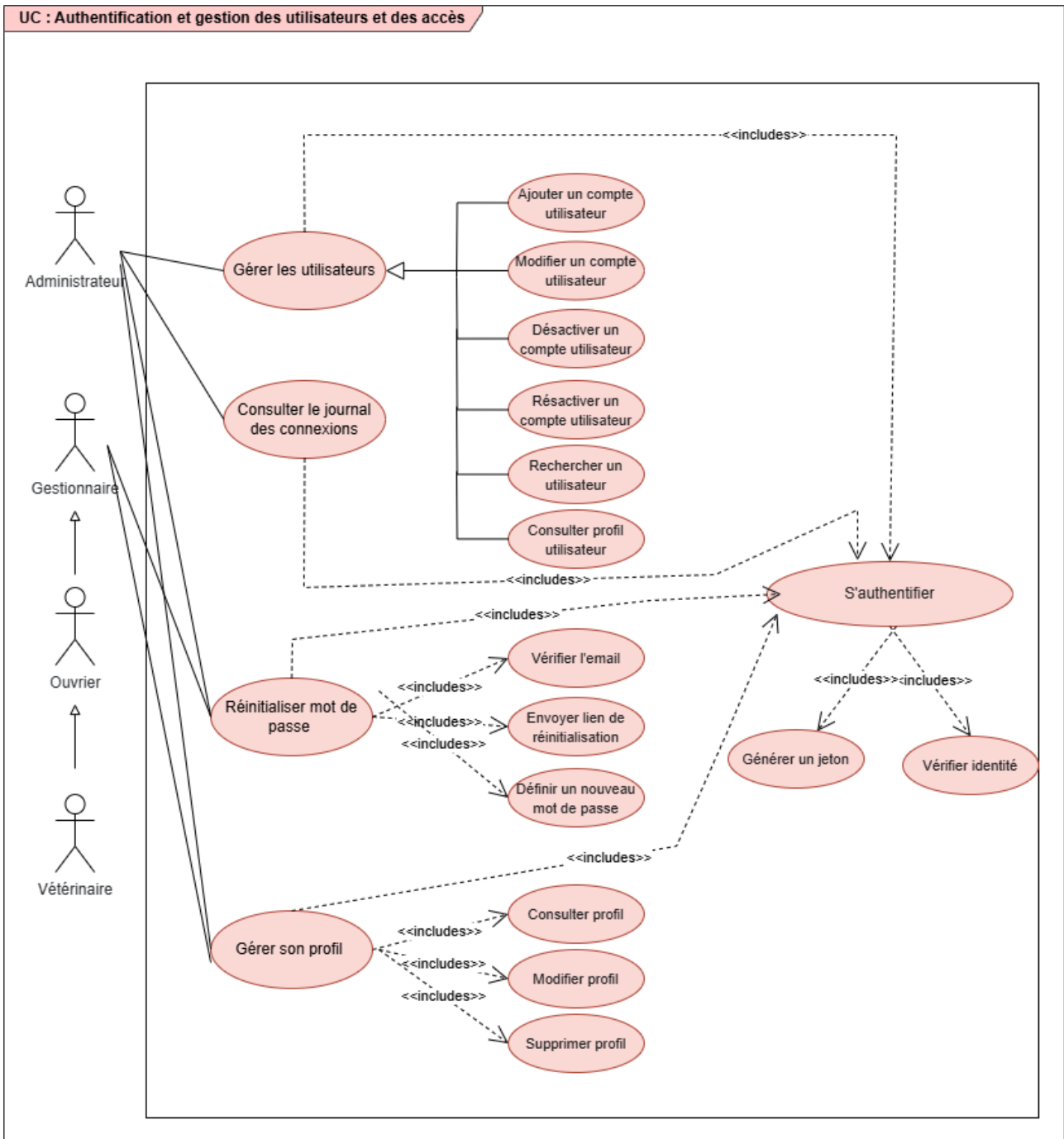


FIGURE 2.7 – Diagramme de cas d'utilisation « Authentification et gestion des utilisateurs »

Ce diagramme UML décrit la gestion des utilisateurs et des accès : différents acteurs peuvent effectuer des actions spécifiques sur les utilisateurs et leur propre profil, avec l'authentification comme point d'entrée et des fonctionnalités incluses ou étendues.

2.2 Description textuelle d'un cas d'utilisation clé : "Se connecter à la plateforme"

TABLE 2.5 – Description textuelle du cas d'utilisation « Se connecter à la plateforme »

Nom du cas d'utilisation	Se connecter à la plateforme
Acteur(s)	Utilisateur (Gestionnaire, Ouvrier, Vétérinaire, Administrateur)
Objectif	Permettre à un utilisateur de s'authentifier et d'accéder à son espace.
Préconditions	L'utilisateur doit être inscrit sur la plateforme.
Scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utilisateur accède à l'écran de connexion. 2. Il saisit son email et son mot de passe. 3. Il valide en cliquant sur « Se connecter ». 4. Le système vérifie les identifiants. 5. Si les informations sont correctes, l'utilisateur est redirigé vers son tableau de bord.
Scénarios alternatifs	<ul style="list-style-type: none"> — A2. Si l'email ou le mot de passe est incorrect, un message d'erreur s'affiche. — A3. Si l'utilisateur a oublié son mot de passe, il peut cliquer sur « Mot de passe oublié ? » pour le réinitialiser.
Postconditions	L'utilisateur est authentifié et accède à son espace personnel.

2.3 Diagramme de séquence : “S’authentifier”

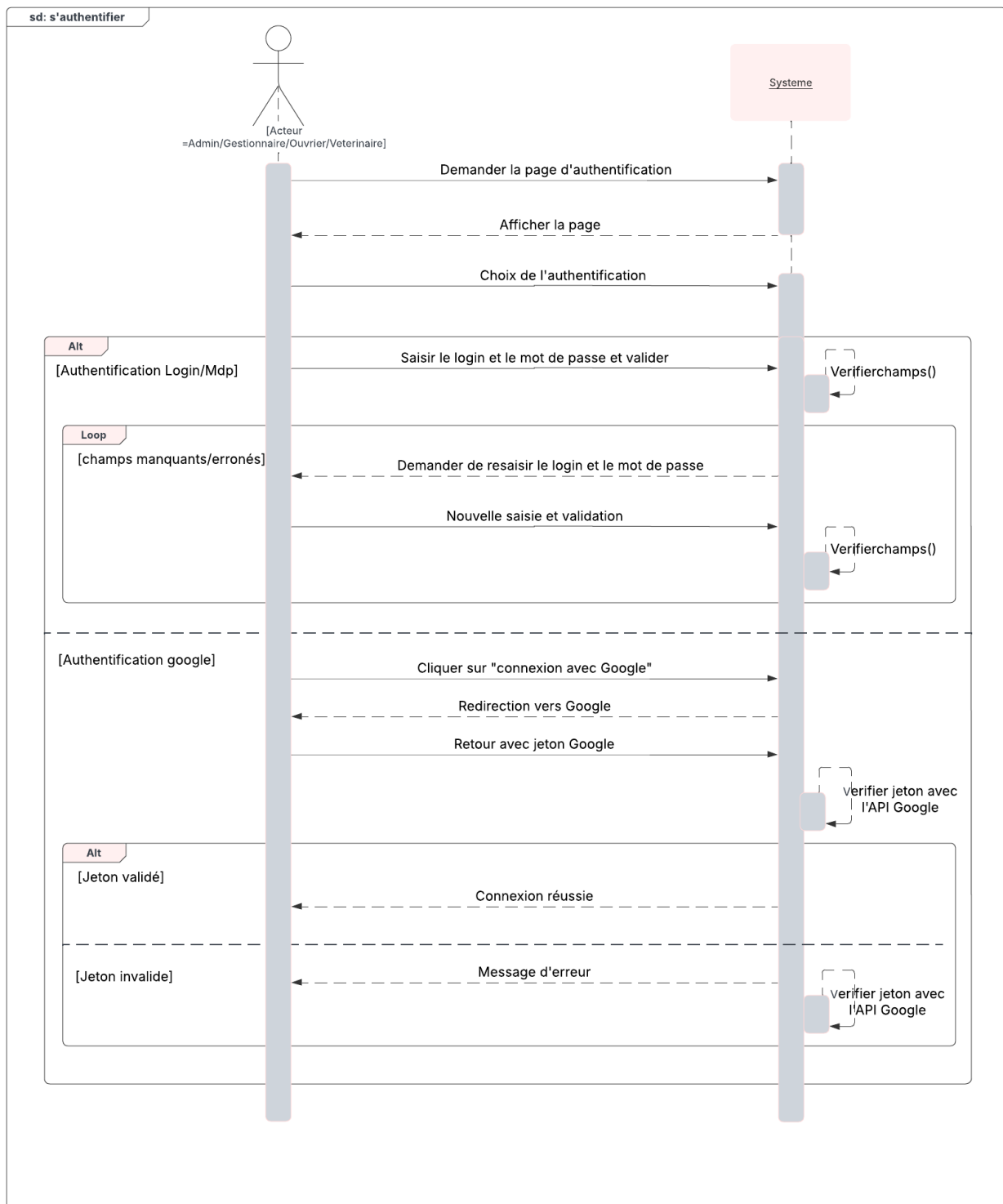


FIGURE 2.8 – Diagramme de séquence du cas « S’authentifier »

Ce diagramme UML illustre l’interaction entre l’utilisateur et le système lors du processus d’authentification, en incluant les alternatives (succès, échec, méthode Google, etc.).

2.4 Diagramme de séquence : “Ajouter un utilisateur”

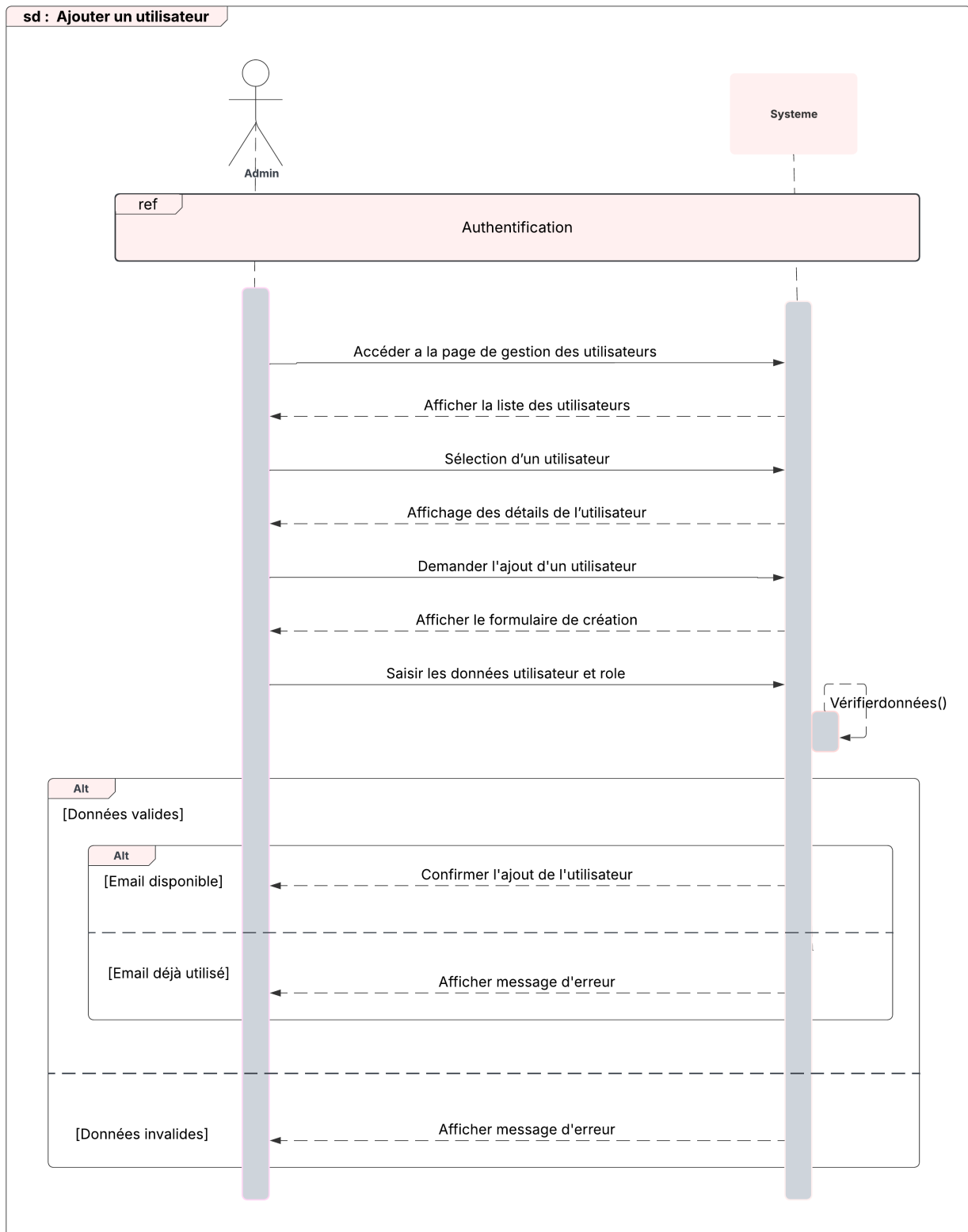


FIGURE 2.9 – Diagramme de séquence du cas « Ajouter un utilisateur »

2.5 Diagramme de classes du sprint 1

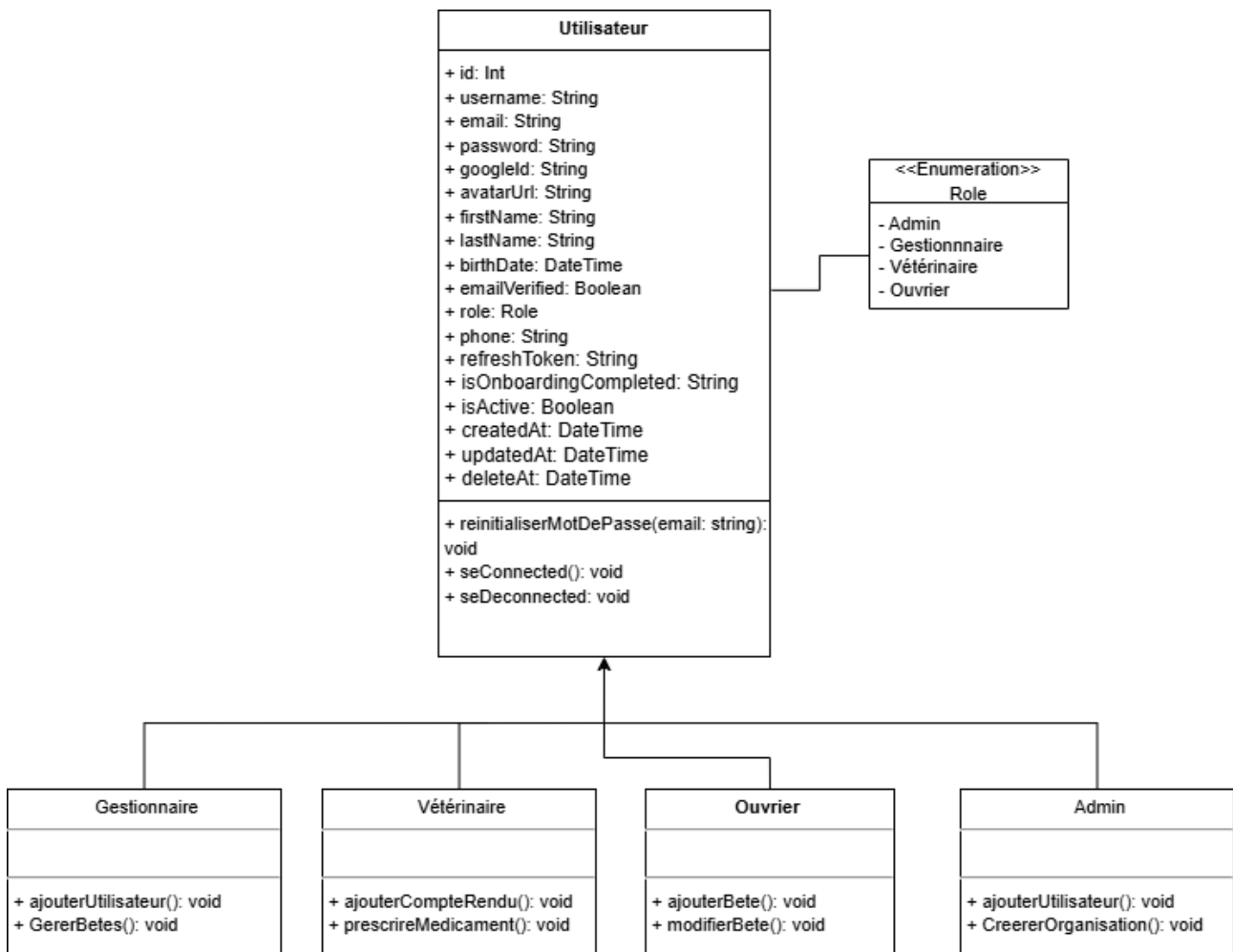


FIGURE 2.10 – Diagramme de classes du premier sprint

Ce diagramme offre une vue d'ensemble des entités manipulées lors de l'authentification et de la gestion des utilisateurs.

ii. Étude du deuxième sprint : Gestion des organisations, des fermes et des effectifs

1. Présentation du sprint

- **Durée** : 2 semaines
- **Description** : Ce sprint a pour objectif de permettre aux utilisateurs de créer une organisation, d'y rattacher une ou plusieurs fermes, et de gérer les effectifs animaux associés à chaque ferme. Cela constitue une brique essentielle du système, qui centralise les données d'élevage par structure.
- **Items du sprint** :
 - Création, modification et suppression d'une organisation
 - Ajout et gestion des fermes dans une organisation
 - Assignment/désassignment de personnel à une ferme ou à l'organisation

- Ajout, modification, suppression et consultation des animaux par ferme
- **Objectif principal** : Structurer l'environnement de travail des utilisateurs à travers une hiérarchie Organisation > Ferme > Bêtes, tout en permettant une gestion précise et contextualisée des effectifs.

2. Analyse du sprint

2.1 Diagramme de cas d'utilisation du sprint 2

Le diagramme de cas d'utilisation ci-dessous illustre les principales interactions possibles pour ce sprint. Il met en évidence les actions des gestionnaires liées à la gestion organisationnelle et à la gestion des troupeaux, tout en définissant les périmètres d'accès des différents utilisateurs.

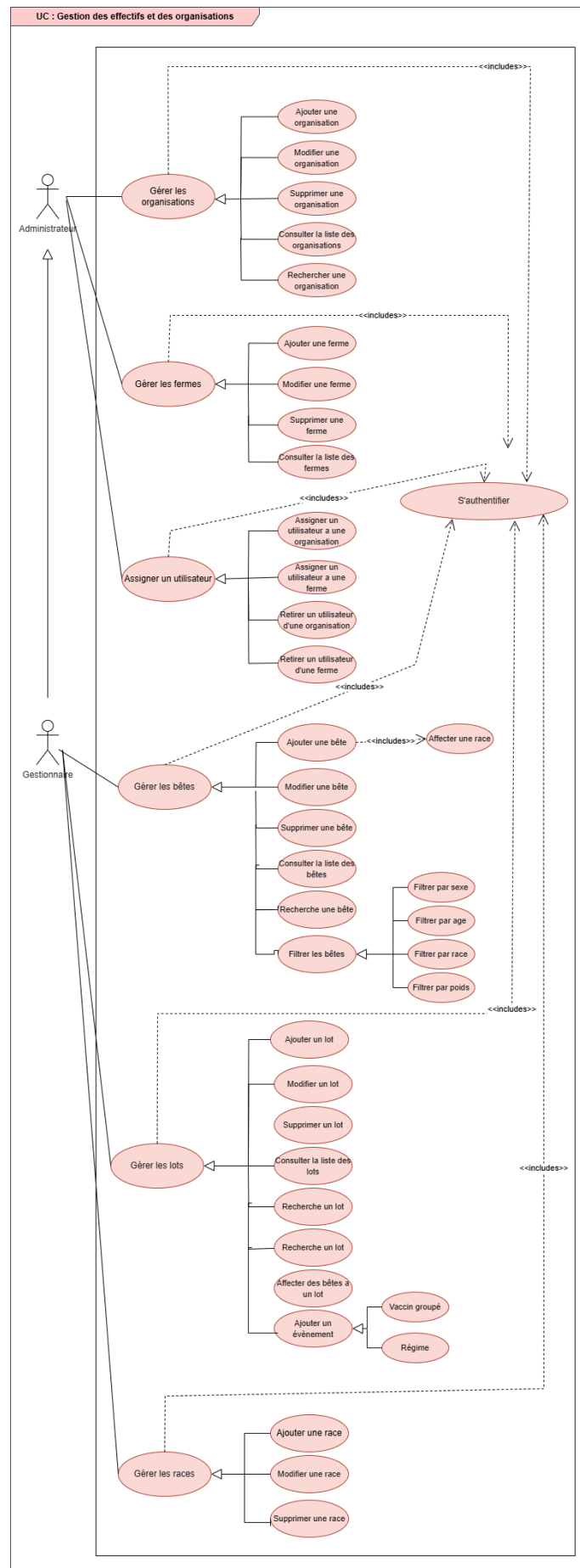


FIGURE 2.11 – Diagramme de cas d'utilisation « Gestion des organisations, des fermes et des effectifs »

Ce diagramme UML décrit la structuration hiérarchique du système : les gestionnaires peuvent créer et administrer des organisations, y rattacher des fermes, assigner du personnel et gérer les effectifs animaux selon les permissions accordées.

2.2 Description textuelle d'un cas d'utilisation clé : "Ajouter une bête dans une ferme"

TABLE 2.6 – Description textuelle du cas d'utilisation « Ajouter une bête dans une ferme »

Nom du cas d'utilisation	Ajouter une bête dans une ferme
Acteur(s)	Gestionnaire
Objectif	Permettre à un gestionnaire d'ajouter une nouvelle bête dans une ferme spécifique, rattachée à son organisation.
Préconditions	L'utilisateur doit être authentifié et avoir créé une organisation et au moins une ferme.
Scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Le gestionnaire accède à la page « Effectifs ». 2. Il sélectionne la ferme concernée. 3. Il clique sur « Ajouter une bête ». 4. Il remplit le formulaire (sexe, race, poids, code d'identification, etc.). 5. Il valide la saisie. 6. Le système enregistre la nouvelle bête liée à la ferme.
Scénarios alternatifs	<ul style="list-style-type: none"> — A1. Si le formulaire est incomplet, le système affiche un message d'erreur. — A2. Si aucune ferme n'est encore créée, le gestionnaire est invité à en ajouter une d'abord.
Postconditions	La nouvelle bête est enregistrée dans la ferme sélectionnée, visible dans la liste des effectifs.

2.3 Diagramme de séquence : “Ajouter une bête”

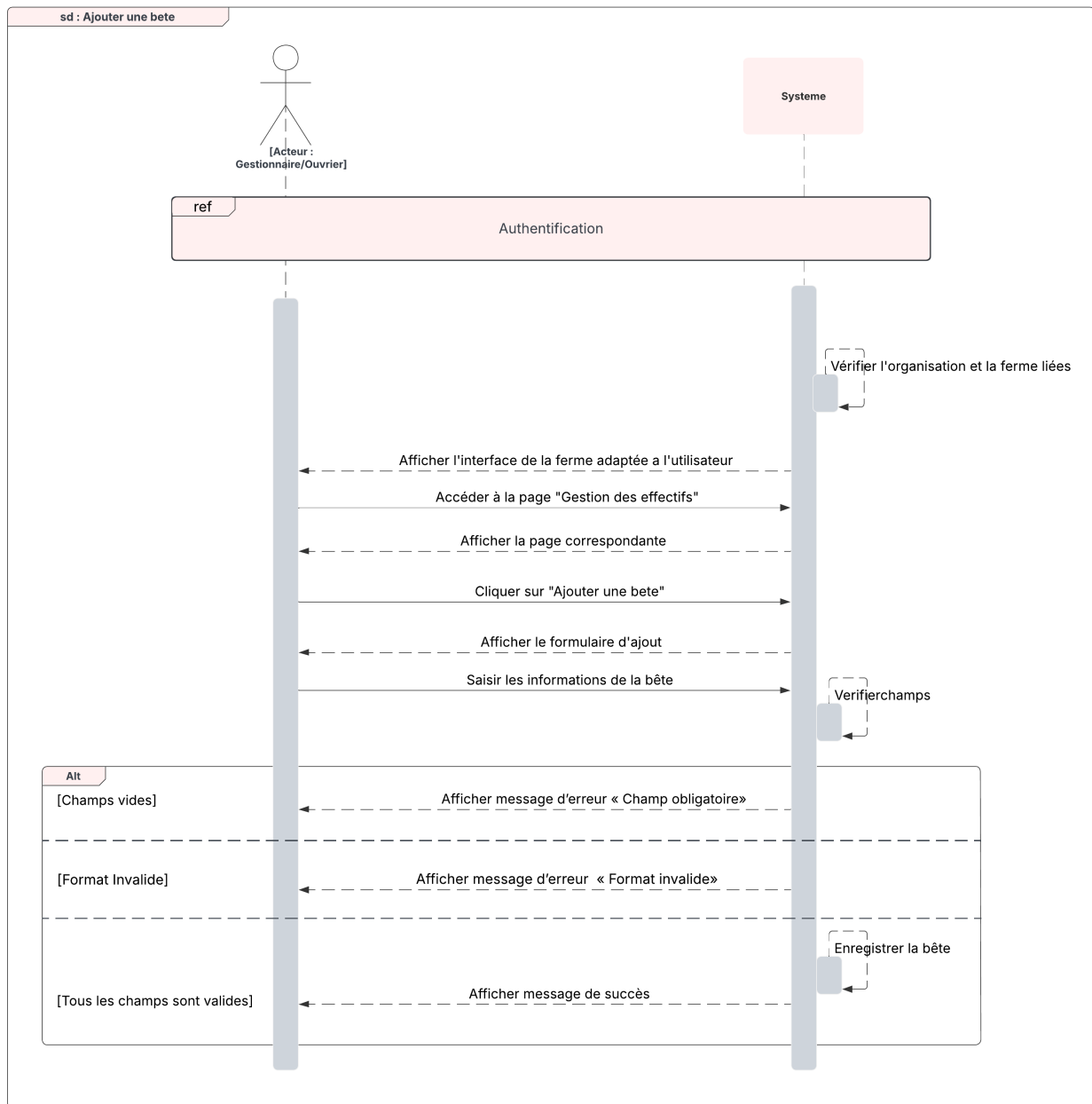


FIGURE 2.12 – Diagramme de séquence du cas « Ajouter une bête »

Ce diagramme UML montre les interactions entre le gestionnaire, l’interface utilisateur, le contrôleur et la base de données lors de l’ajout d’un animal dans une ferme spécifique, en incluant la validation des données et la gestion des erreurs.

2.4 Diagramme de classes du sprint 2

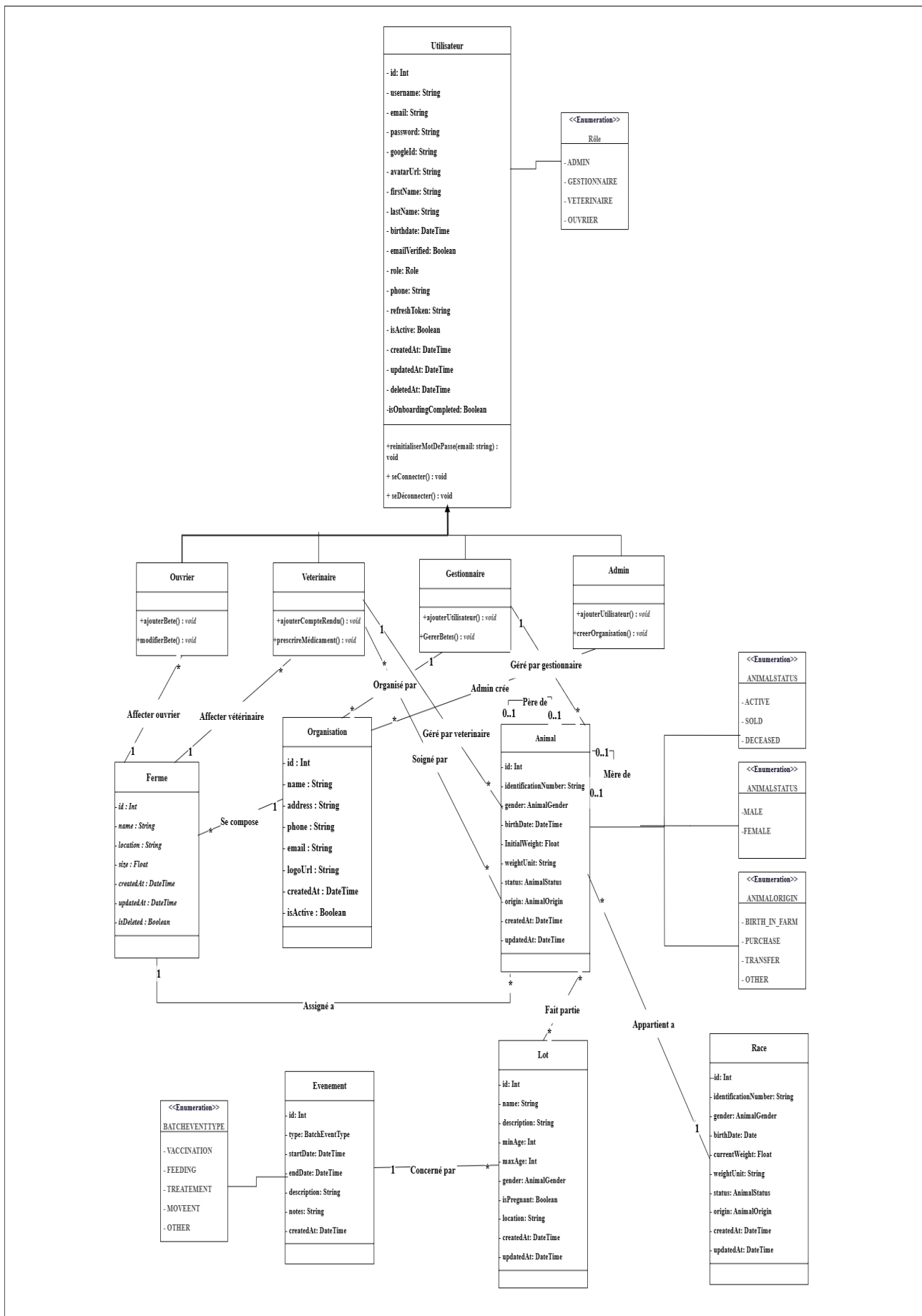


FIGURE 2.13 – Diagramme de classes du deuxième sprint

Ce diagramme présente les entités principales liées à l'organisation, à la ferme, aux utilisateurs et aux animaux. Il montre les relations hiérarchiques entre les classes *Organisation*, *Ferme*, *Utilisateur* et *Animal*, ainsi que les cardinalités et les dépendances fonctionnelles.

iii. Étude du troisième sprint : Suivi sanitaire et médical

1. Présentation du sprint

- **Durée** : 2 semaines
- **Description** : Ce sprint vise à développer le module de suivi médical et sanitaire des animaux. Il couvre la gestion des consultations, traitements médicaux, rappels et historique de santé. Il intègre également le suivi de croissance via les pesées, l'historique et les courbes associées, ainsi que la mise à jour du statut des animaux en cas de vente ou de décès.
- **Items du sprint** :
 - Intégration des diagnostics, traitements, vaccinations et interventions médicales dans la fiche individuelle de chaque animal
 - Mise en place d'un historique médical complet, permettant la consultation et le suivi chronologique des soins
 - Développement d'un système automatisé de rappels pour les traitements et vaccinations, garantissant la bonne gestion sanitaire
 - Enregistrement régulier des pesées avec génération et affichage des courbes de croissance, pour un suivi sanitaire précis
 - Consultation détaillée de l'historique des pesées, facilitant l'analyse évolutive de la santé animale
 - Gestion des statuts des animaux (vente, décès) via un formulaire structuré assurant une traçabilité rigoureuse
 - Mise en place d'un signalement simplifié des incidents sanitaires ou décès par les ouvriers, facilitant la réactivité opérationnelle
- **Objectif principal** : Garantir une gestion efficace et centralisée du suivi sanitaire et médical de chaque animal, en assurant la prévention, le traitement et la traçabilité des événements liés à leur bien-être.

2. Analyse du sprint

2.1 Diagramme de cas d'utilisation du sprint 3

Le diagramme suivant illustre les interactions entre les différents acteurs du système (vétérinaires, gestionnaires et ouvriers) dans le cadre du suivi sanitaire et médical des animaux.

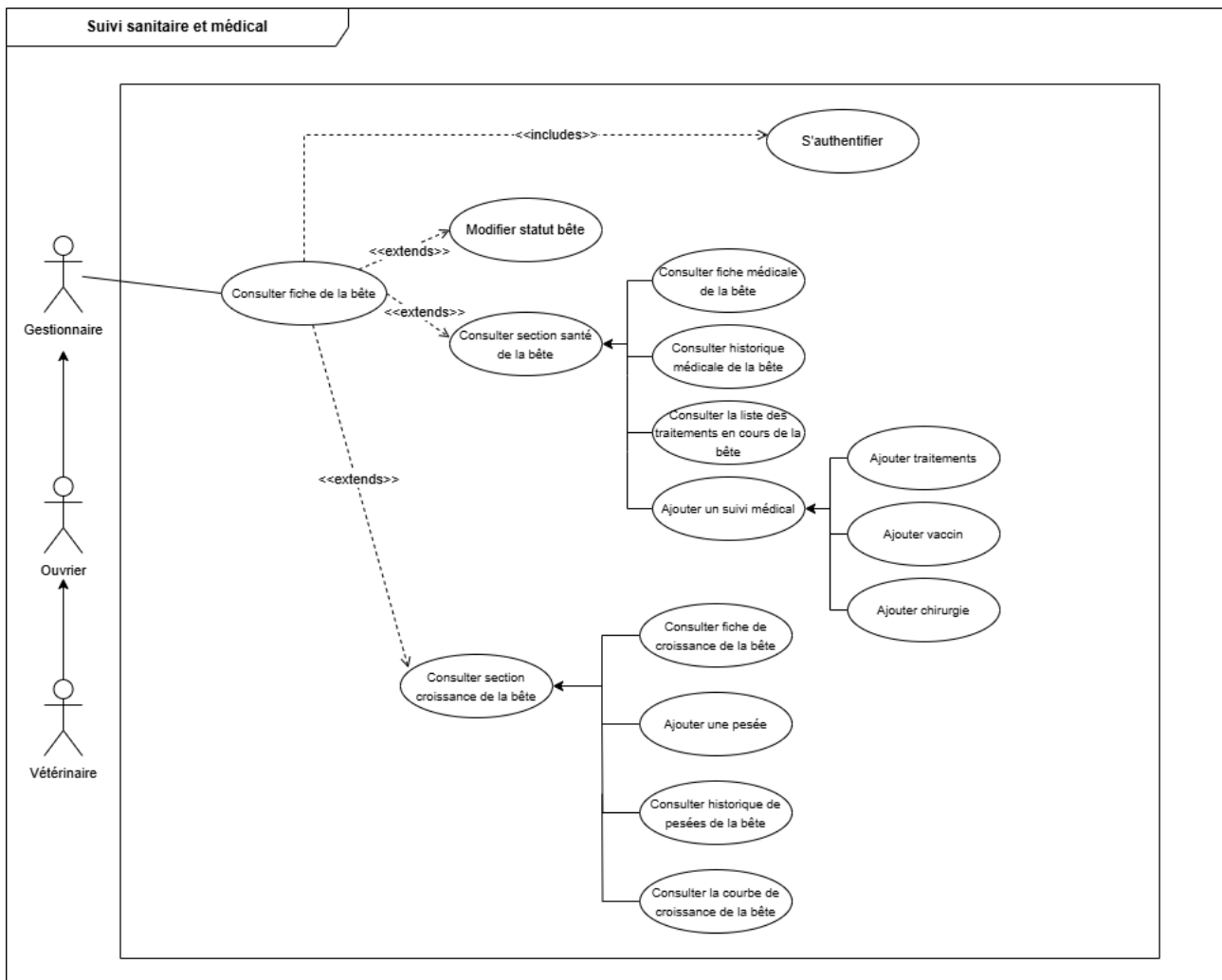


FIGURE 2.14 – Diagramme de cas d'utilisation « Suivi sanitaire et médical »

Ce diagramme UML présente les fonctionnalités essentielles du module sanitaire : gestion des traitements, suivi des pesées, modification des statuts d’animaux et système de rappels automatisés.

2.2 Description textuelle d'un cas d'utilisation clé : "Ajouter un traitement à un animal"

TABLE 2.7 – Description textuelle du cas d'utilisation « Ajouter un traitement à un animal »

Nom du cas d'utilisation	Ajouter un traitement à un animal
Acteur(s)	Vétérinaire
Objectif	Permettre au vétérinaire d'enregistrer un traitement médical appliqué à un animal.
Préconditions	L'animal doit être déjà enregistré dans la base de données.
Scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Le vétérinaire accède à la fiche de l'animal. 2. Il sélectionne l'onglet « Santé ». 3. Il clique sur « Ajouter un traitement ». 4. Il remplit les champs : type de traitement, date, posologie, remarques. 5. Il valide l'opération. 6. Le traitement est ajouté au carnet de santé numérique de l'animal et apparaît dans la section « Traitements en cours » tant que la durée du traitement est active. 7. Une fois terminé, le traitement bascule automatiquement dans l'historique médical.
Scénarios alternatifs	<ul style="list-style-type: none"> — A1. Si un champ obligatoire est vide, un message d'erreur s'affiche. — A2. Si la date est antérieure à la naissance de l'animal, un avertissement est généré. — A3. Si le traitement entre en conflit avec un traitement existant, une alerte est émise.
Postconditions	Le traitement est enregistré et visible dans l'historique médical de l'animal. Un rappel automatique est programmé si nécessaire.

2.3 Diagramme de séquence : "Ajouter un suivi médical"

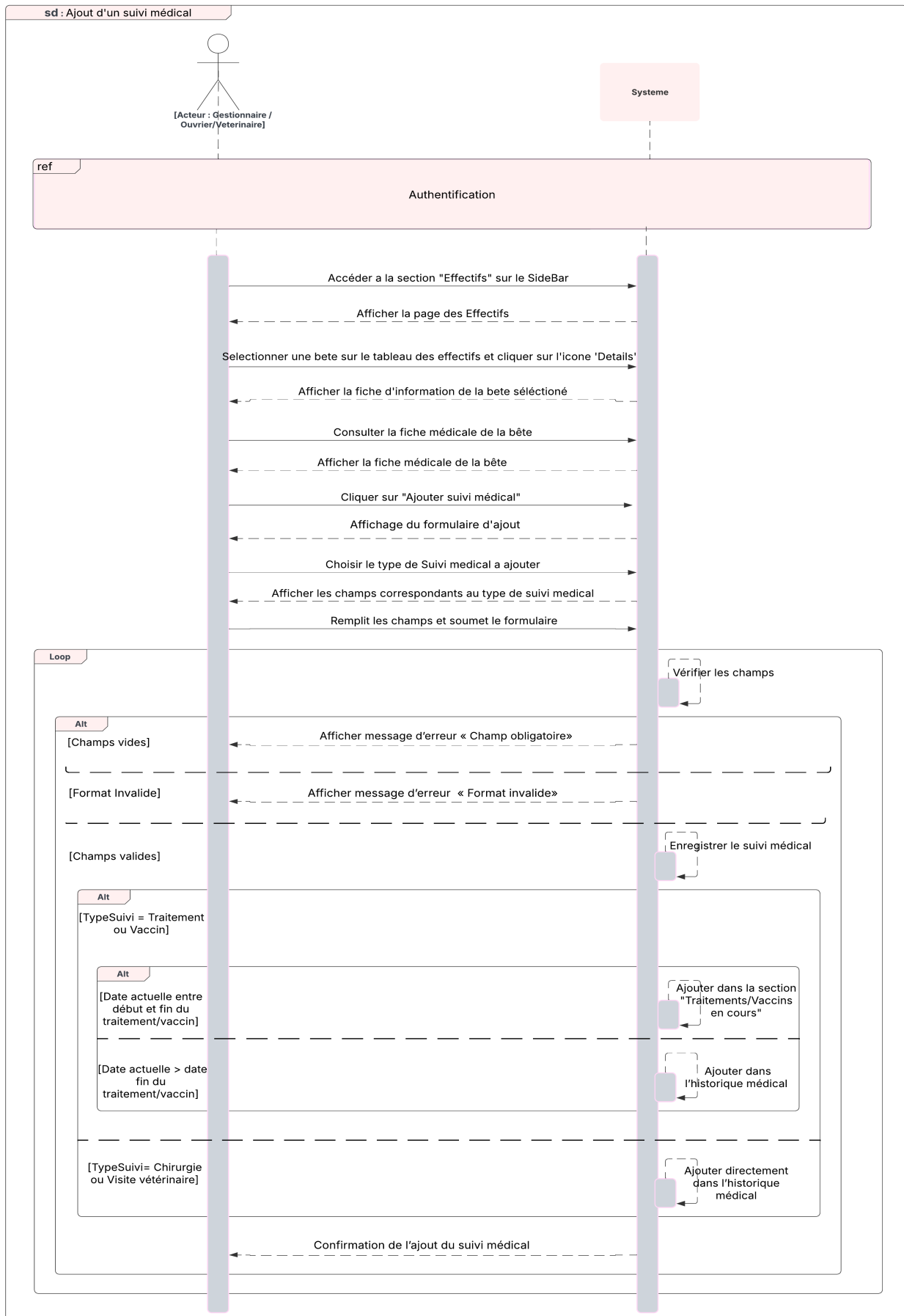


FIGURE 2.15 – Diagramme de séquence du cas « Ajouter un suivi médical »

Ce diagramme UML illustre l'interaction entre le vétérinaire et le système lors de l'ajout d'un suivi médical, depuis la fiche médicale de l'animal jusqu'à l'enregistrement en base de données, en tenant compte des droits liés aux rôles utilisateurs.

2.4 Diagramme de séquence : “Changement de statut d’un animal”

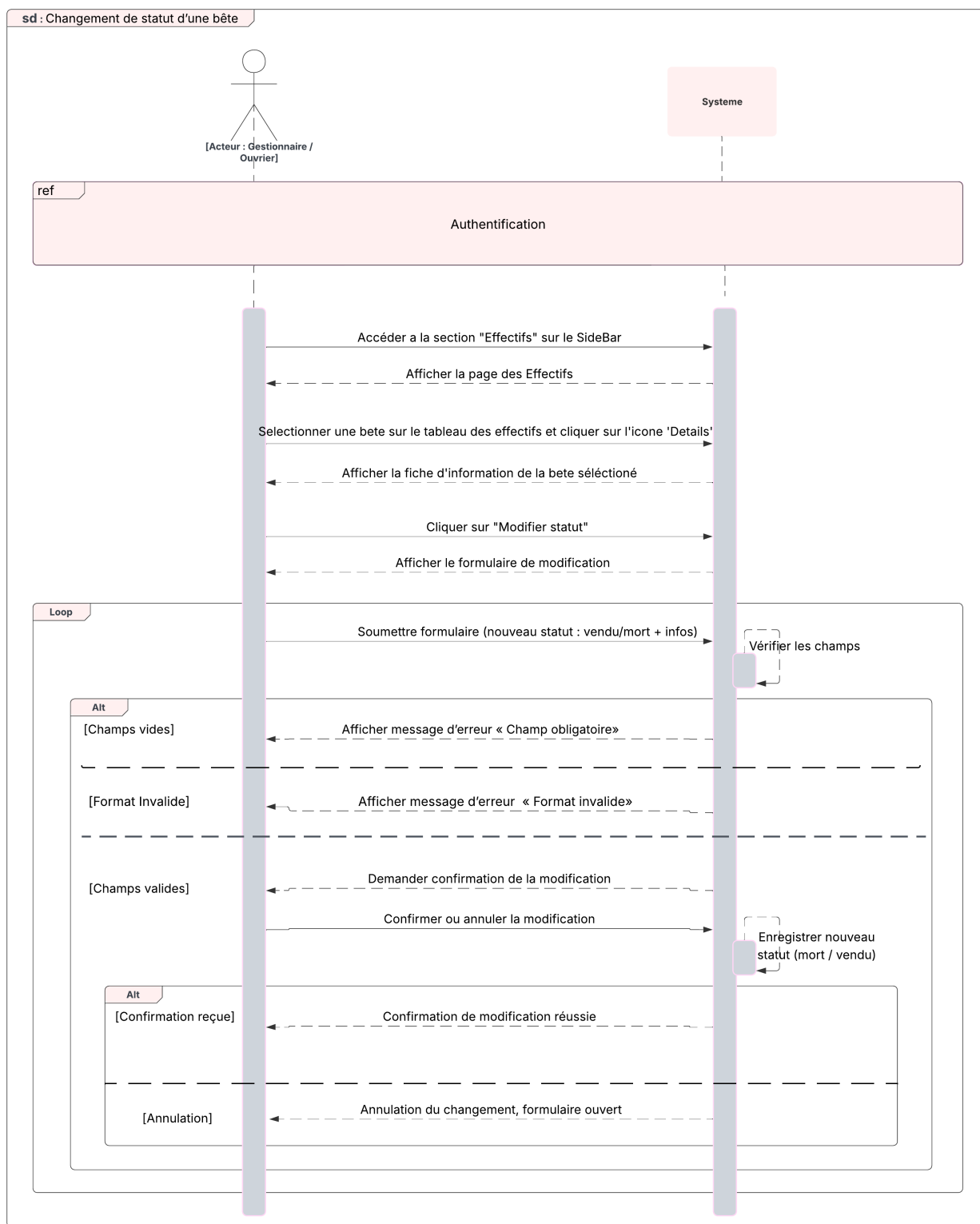


FIGURE 2.16 – Diagramme de séquence du cas « Changement de statut d’un animal »

Ce diagramme décrit le processus de modification du statut d'un animal (décès, vente) par l'acteur concerné (administrateur, gestionnaire ou ouvrier), via un formulaire structuré. Le système valide les informations et enregistre automatiquement le changement pour assurer la traçabilité.

2.5 Diagramme de classes du sprint 3

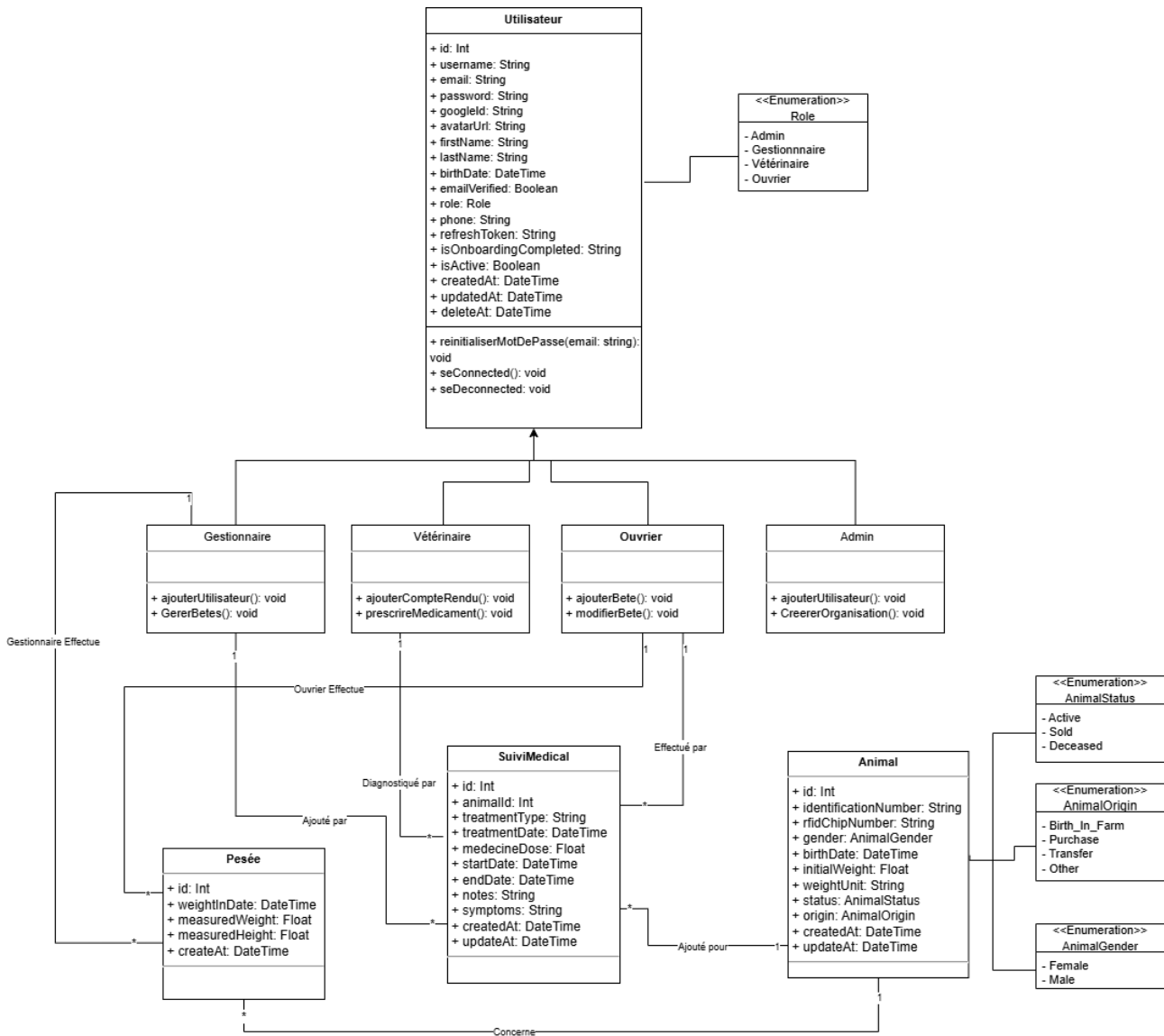


FIGURE 2.17 – Diagramme de classes du troisième sprint

Ce diagramme UML met en évidence les entités principales concernées par la gestion sanitaire et leurs relations : Animal, Traitement, Diagnostic, Pesée, Rappel, ainsi que les associations avec les acteurs (Vétérinaire, Gestionnaire).

2.6 Modélisation UML

La modélisation est une étape cruciale de la conception d'un système. Elle permet de définir formellement la structure des données, les différentes parties de la plateforme et leurs interactions. En favorisant la compréhension technique et fonctionnelle du projet, les modèles UML (Unified Modeling Language) utilisés ici visent à enregistrer les entités du système, à représenter graphiquement son

comportement et à préparer la phase de mise en œuvre.

2.6.1 Diagramme de classes global

Le diagramme de classes global permet de visualiser les principales entités professionnelles de la plate-forme (*animal, ferme, organisation, utilisateur, traitement, vaccination, stock*, etc.) ainsi que leurs relations (associations, compositions, héritages). Il explique la structure statique du système à l'aide de ses attributs, de ses types de données et des relations entre les classes.

Ce modèle a servi de base pour la conception de la base de données relationnelle, tout en respectant les contraintes fonctionnelles identifiées dans les *user stories* et les cas d'utilisation.

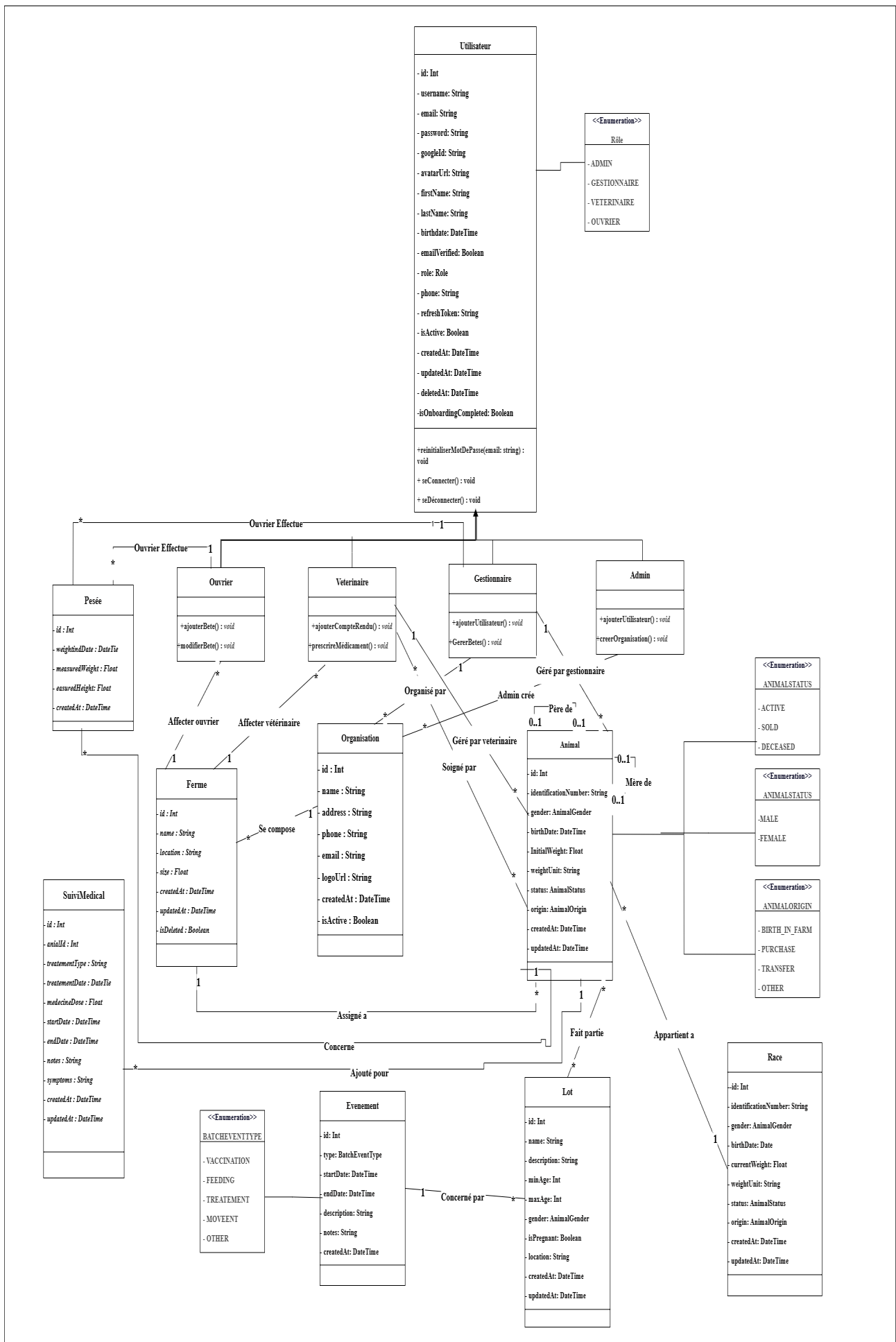


FIGURE 2.18 – Diagramme de classes global du système FarmConnect

2.7 Conclusion

Ce chapitre a posé les fondations du projet en définissant les besoins clés, les rôles utilisateurs et une modélisation UML complète pour structurer la plateforme. Grâce à la méthode SCRUM, le projet a été organisé de manière itérative avec une planification précise des livraisons. La conception tient compte des réalités du secteur ovin algérien : Traçabilité réglementaire, connectivité limitée, contraintes économiques, propose une solution accessible, multilingue et évolutive. Le chapitre suivant se concentre sur la mise en œuvre concrète de ces choix.

CHAPITRE 3

Réalisation et Implémentation

3.1 Introduction

Ce chapitre suit logiquement la phase conceptuelle décrite dans le chapitre précédent. Il démontre la mise en œuvre effective de la plateforme SaaS de gestion des ovins à travers la sélection des technologies, l'utilisation des outils et la création des interfaces clés. L'objectif est de matérialiser les besoins fonctionnels identifiés et les modèles définis lors de l'analyse afin de fournir une solution réalisable et rentable. Cette phase permet de transformer la modélisation théorique en composants logiciels réels, tout en respectant les principes établis dans le cadre méthodologique Scrum.

3.2 Environnement et outils de développement

Afin de garantir un développement optimal de la plateforme, il est essentiel de sélectionner des outils adaptés aux besoins spécifiques du projet. Les choix effectués ci-dessous reflètent cette exigence, en combinant efficacité, collaboration et robustesse technique.

3.2.1 Outil de productivité et de communication



Slack est une plateforme de communication collaborative qui centralise les échanges d'équipe via des canaux thématiques, facilitant ainsi la coordination et le partage d'informations en temps réel [16].



Asana est un outil de gestion de projet qui permet de planifier, organiser et suivre les tâches au sein d'une équipe [17].

3.2.2 Outil de conception et de prototypage



Lucidchart est un outil en ligne de création de diagrammes UML, offrant une bibliothèque de formes intégrée pour modéliser visuellement les systèmes complexes et faciliter la collaboration entre les membres de l'équipe [18].



Figma est un outil de conception collaboratif qui permet de créer, de partager et de tester des interfaces utilisateur pour des sites web, des applications mobiles et d'autres produits numériques [19].

3.2.3 Environnement de codage



Visual Studio Code est un éditeur de code source léger et puissant, compatible avec de nombreux langages de programmation. Il offre des fonctionnalités telles que la coloration syntaxique, l'autocomplétion et un large éventail d'extensions pour personnaliser l'environnement de développement [20].



Android Studio est l'environnement de développement officiel pour les applications Android. Il propose un système de construction flexible, un émulateur Android performant, ainsi que des outils de conception tels que Jetpack Compose [21].

3.2.4 Outils de versionnage



Git est un système de contrôle de version distribué qui permet de suivre les modifications du code source, de collaborer efficacement et de gérer différentes branches de développement [22].



GitHub est une plateforme d'hébergement de dépôts Git, facilitant la collaboration entre développeurs grâce à des fonctionnalités telles que les *pull requests*, les revues de code et la gestion des versions [23].

3.2.5 Langages et frameworks

Frontend



React.js est une bibliothèque JavaScript permettant de construire des interfaces utilisateur dynamiques et réactives à partir de composants modulaires [24].



Tailwind CSS est un framework CSS utilitaire qui permet de concevoir rapidement des interfaces modernes sans écrire de CSS personnalisé [25].

Backend



NestJS est un framework backend basé sur Node.js, appliquant les principes de l'architecture modulaire et de la programmation orientée objet [26].



Prisma est un ORM moderne facilitant l'interaction avec la base de données de manière typée et sécurisée [27].



PostgreSQL est un système de gestion de base de données relationnelle open source, reconnu pour sa robustesse et ses fonctionnalités avancées [28].

3.2.6 Justification des choix

L'ensemble de ces technologies a été recommandé par notre entreprise d'accueil, qui les utilise dans son environnement professionnel. Leur maîtrise représente donc un double avantage : garantir la réussite du projet tout en répondant aux attentes réelles du monde professionnel et aux besoins d'un projet web et mobile métier comme le nôtre. De plus, elles favorisent une architecture modulaire, une rapidité de développement, et une forte maintenabilité du code.

Le tableau suivant présente une comparaison entre ces choix et d'autres technologies couramment utilisées, en mettant en évidence les avantages spécifiques dans le cadre de notre projet :

TABLE 3.1 – Comparaison des technologies utilisées avec d'autres solutions courantes

Catégorie	Technologie	Avantages	Inconvénients	Évaluation
Frontend	React.js	Moderne, performant, adapté au web interactif	Courbe d'apprentissage initiale	Meilleur choix
	Angular	Très structuré, bon pour les grands projets	Trop lourd pour notre besoin	Choix moyen
	Vue.js	Léger, facile à prendre en main	Moins adapté à des projets complexes	Choix moyen
CSS	Tailwind CSS	Rapide à intégrer, responsive, très modulaire	Syntaxe peu intuitive au début	Meilleur choix
	Bootstrap	Composants prêts à l'emploi, standardisé	Design souvent trop rigide	Choix moyen
	Material UI	Bien intégré à React, accessible	Personnalisation complexe	Choix moyen
Backend	NestJS	Structuré, modulaire, scalable	Configuration initiale plus longue	Meilleur choix
	Express.js	Simple, rapide à déployer	Peu structuré pour un projet évolutif	Choix moyen
	Laravel	Complet, populaire en PHP	Hors écosystème JS	Choix moyen
ORM	Prisma	Intuitif, rapide, bon support TypeScript	Moins flexible dans les requêtes complexes	Meilleur choix
	Sequelize	Mature, multi-SGBD	Syntaxe plus lourde, moins intuitive	Choix moyen
BDD	PostgreSQL	Solide, fiable, très bon support relationnel	Configuration initiale plus poussée	Meilleur choix
	MySQL	Connue, facile à déployer	Moins avancée pour certaines fonctions	Choix moyen
	MongoDB	Flexible (NoSQL), simple à manipuler	Moins adapté aux relations complexes	Choix faible
Mobile	Flutter	Multiplateforme, bon support Bluetooth/RFID	Moins natif pour certains composants	Meilleur choix
	React Native	Reutilisation du code React, rapide à tester	Bluetooth limité, dépendances nombreuses	Choix moyen
	Kotlin natif	Fluide, accès direct au matériel Android	Pas multiplateforme, dev doublé	Choix faible

3.3 Présentation des principales interfaces

Avant de présenter les différentes interfaces de la plateforme, nous introduisons ci-dessous l'identité visuelle de **FarmConnect** à travers son logo officiel.



FIGURE 3.1 – Logo officiel de la plateforme FarmConnect

Cette section présente les interfaces majeures développées dans le cadre du projet **FarmConnect**. Chaque interface a été pensée pour répondre à un besoin métier spécifique tout en assurant une expérience utilisateur fluide et intuitive.

3.3.1 Interface «Gestionnaire dashboard»

Cette interface constitue la page d'accueil du gestionnaire de l'élevage. Le tableau de bord fournit une vue d'ensemble en temps réel des effectifs, facilitant ainsi la prise de décisions rapides et centralisant les informations essentielles au bon fonctionnement de l'élevage.

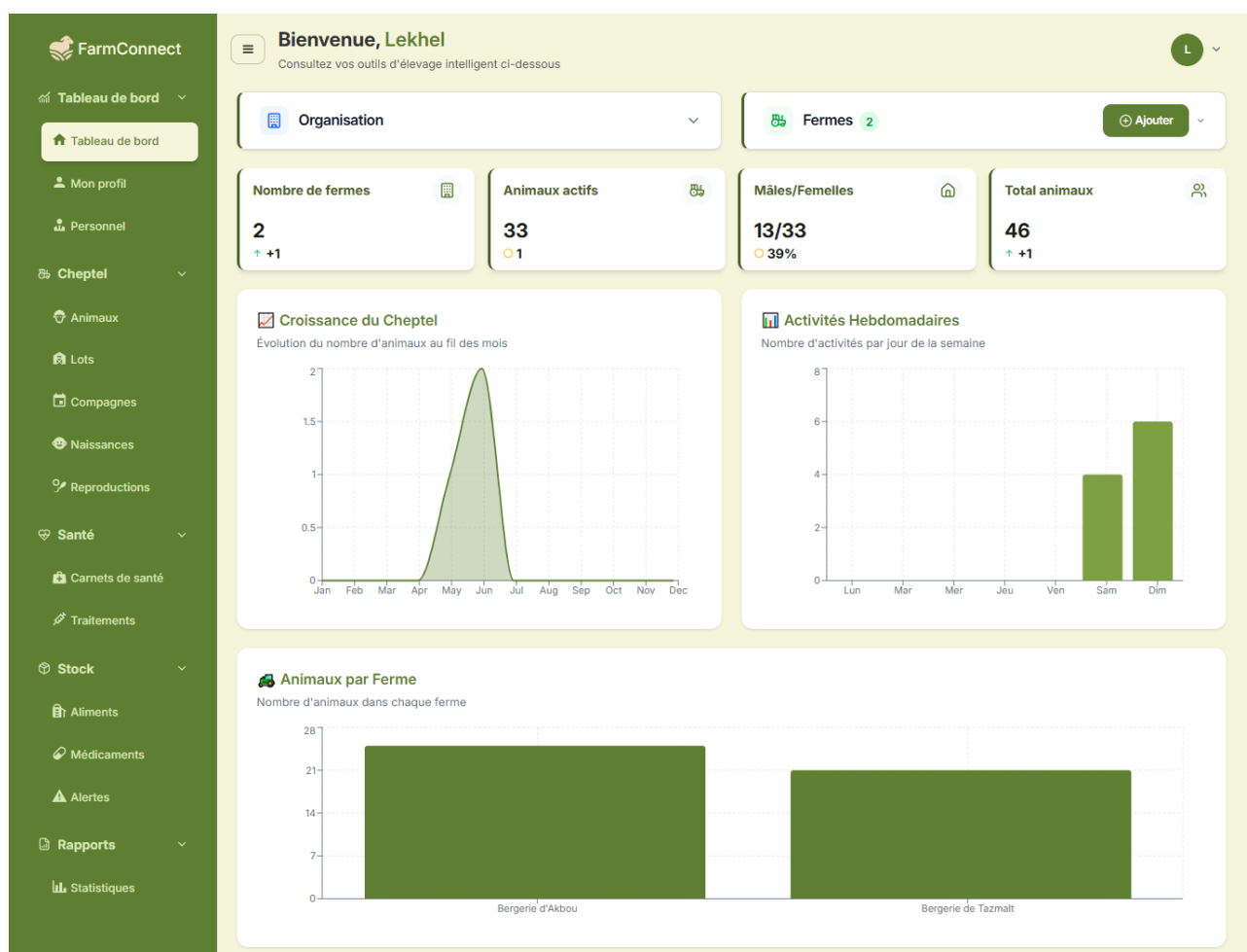


FIGURE 3.2 – Interface «Gestionnaire dashboard»

Comme on peut le voir sur cette interface, le gestionnaire dispose d'un aperçu global de son organisation avec la possibilité de visualiser ses fermes, d'en ajouter de nouvelles et de suivre en temps réel des indicateurs clés tels que le nombre d'animaux, leur répartition par sexe, et l'évolution du cheptel. Des statistiques visuelles facilitent également le suivi des activités hebdomadaires et la répartition des animaux par ferme.

3.3.2 Interface «Statistiques de reproduction»

La figure 3.3 illustre l'interface de consultation des statistiques de reproduction d'un animal. Elle regroupe sous forme visuelle les données clés comme le score de reproduction, les méthodes utilisées, les résultats de gestation et l'évolution du score corporel.



FIGURE 3.3 – Interface «Statistiques de reproduction»

Comme on peut le voir sur cette interface, l'utilisateur peut consulter et analyser les indicateurs clés comme le taux de réussite, les méthodes de reproduction utilisées ou encore le score corporel. Ces statistiques, permettent d'identifier les meilleurs reproducteurs, de suivre la régularité des gestations et d'ajuster les pratiques en conséquence. Elles sont essentielles pour garantir un cheptel de haute qualité, éviter les pertes liées à des périodes de reproduction manquées, et maximiser la rentabilité de l'élevage. Une analyse détaillée des indicateurs est disponible en **Annex B**.

3.3.3 Interface «Ajouter un suivi médical»

La figure 3.4 présente le formulaire d'ajout d'un suivi médical pour un animal. L'utilisateur peut enregistrer des traitements, symptômes observés, diagnostics vétérinaires et dates des interventions.



The image shows a web form titled "Ajouter un suivi médical" with a close button (X) in the top right corner. The form is organized into two columns. The left column contains: "Type de traitement" (dropdown menu with "Vaccination" selected), "Date du traitement" (calendar icon, "June 14th, 2025"), "Médicament" (text input with "Vaccin polyvalent ovin"), and "Dose" (text input with "2"). The right column contains: "Date de début" (calendar icon, "June 18th, 2025"), "Date de fin" (calendar icon, "June 28th, 2025"), "Symptômes" (empty text input), and "Notes" (text input with "Vaccination annuelle de routine"). At the bottom right, there are two buttons: "Annuler" (yellow) and "Enregistrer" (green).

FIGURE 3.4 – Interface «Ajouter un suivi médical»

Comme on peut le voir sur cette interface, l'utilisateur peut enregistrer un suivi médical pour un animal en sélectionnant le type d'intervention (traitement, vaccin, chirurgie, etc.). Les champs du formulaire s'adaptent automatiquement selon le type choisi, permettant une saisie précise et structurée des informations médicales.

3.3.4 Interface «Statistiques de croissance»

La figure 3.5 représente le tableau de bord des statistiques de croissance présentant les indicateurs de performance des animaux.

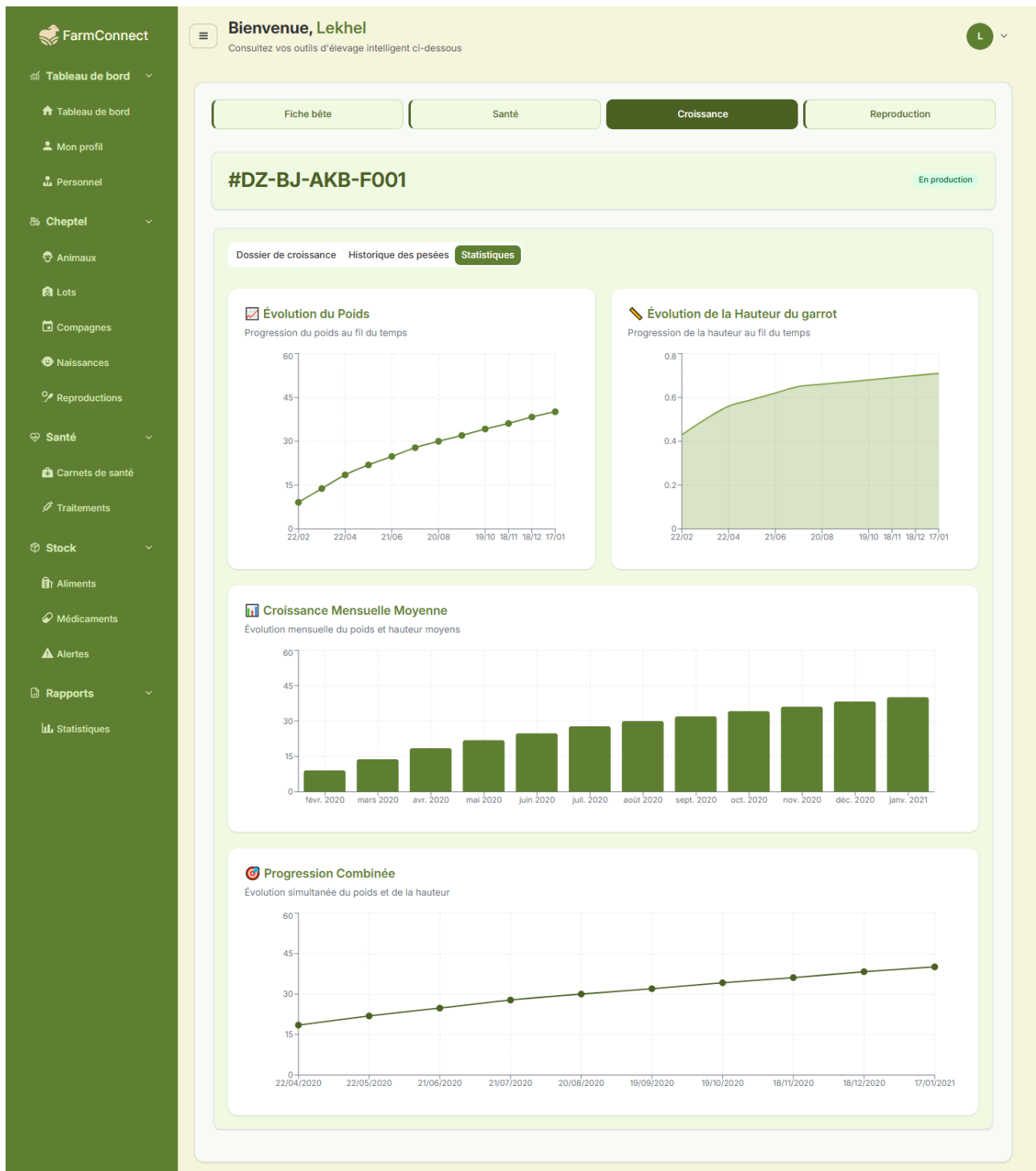


FIGURE 3.5 – Interface «Statistiques de croissance»

Cette interface permet à l'utilisateur de visualiser l'évolution du poids et de la hauteur des animaux à travers des courbes individuelles et des statistiques mensuelles. Elle facilite le suivi de la croissance, la détection de retards, d'anomalies ou de signes précoces de maladies. C'est un outil clé pour anticiper les problèmes sanitaires et améliorer la gestion du cheptel.

3.3.5 Interface «Détails d'une naissance»

La figure 3.6 montre les détails d'un événement de naissance dans l'élevage. Elle regroupe les informations sur le nouveau-né (poids, sexe, état de santé) ainsi que les complications éventuelles.

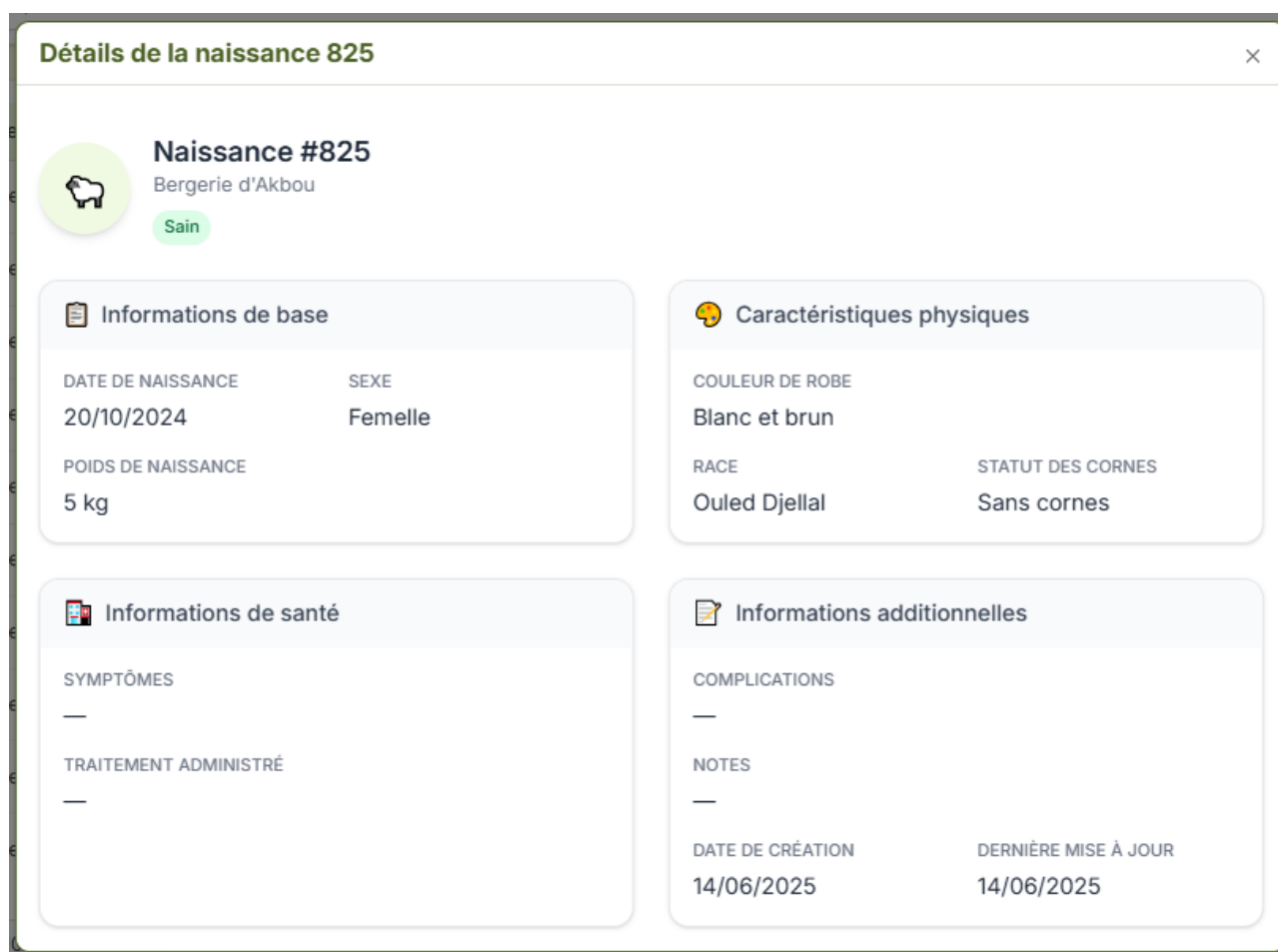


FIGURE 3.6 – Interface «Détails d'une naissance»

Comme on peut le voir sur cette interface, l'utilisateur peut consulter les détails complets d'une naissance : date, poids, sexe, race, couleur de robe, statut des cornes et état de santé. Des informations supplémentaires comme les complications, traitements ou notes sont également disponibles. Cette fiche assure une traçabilité complète dès la naissance et facilite le suivi post-natal.

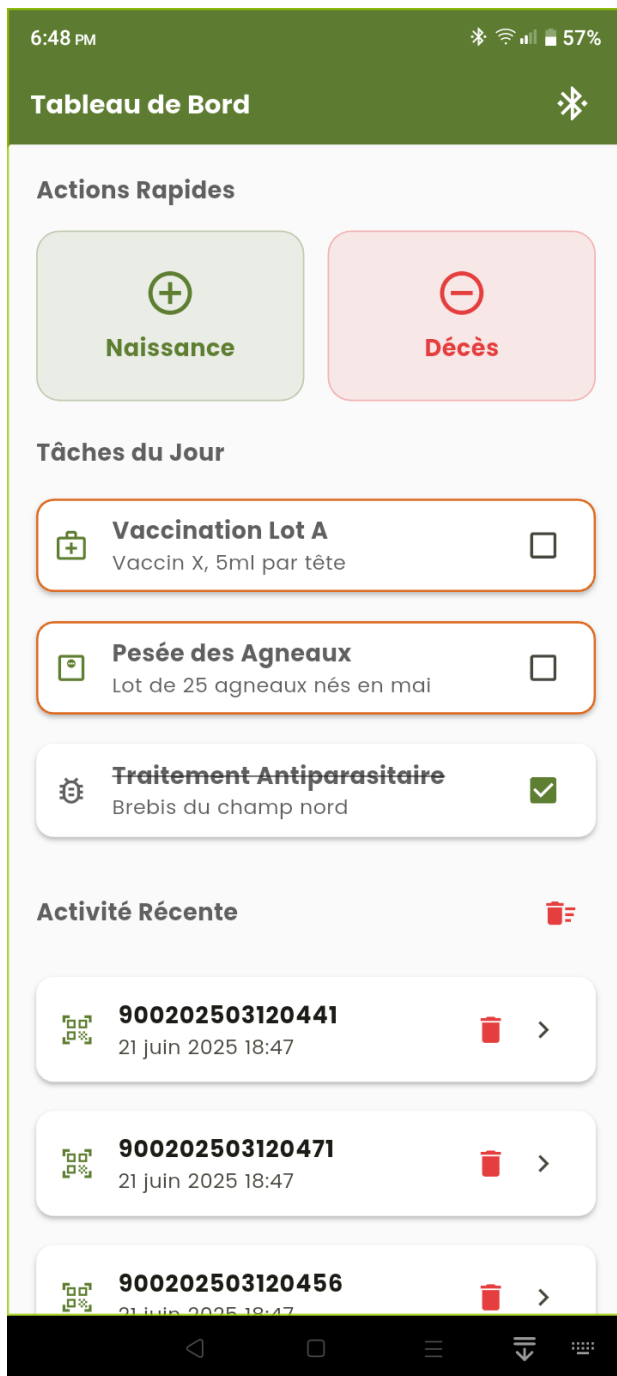
3.3.6 Interface «Scanner HID»

La figure 3.7 présente deux vues principales de l'interface mobile dédiée à la lecture des puces RFID via Bluetooth.

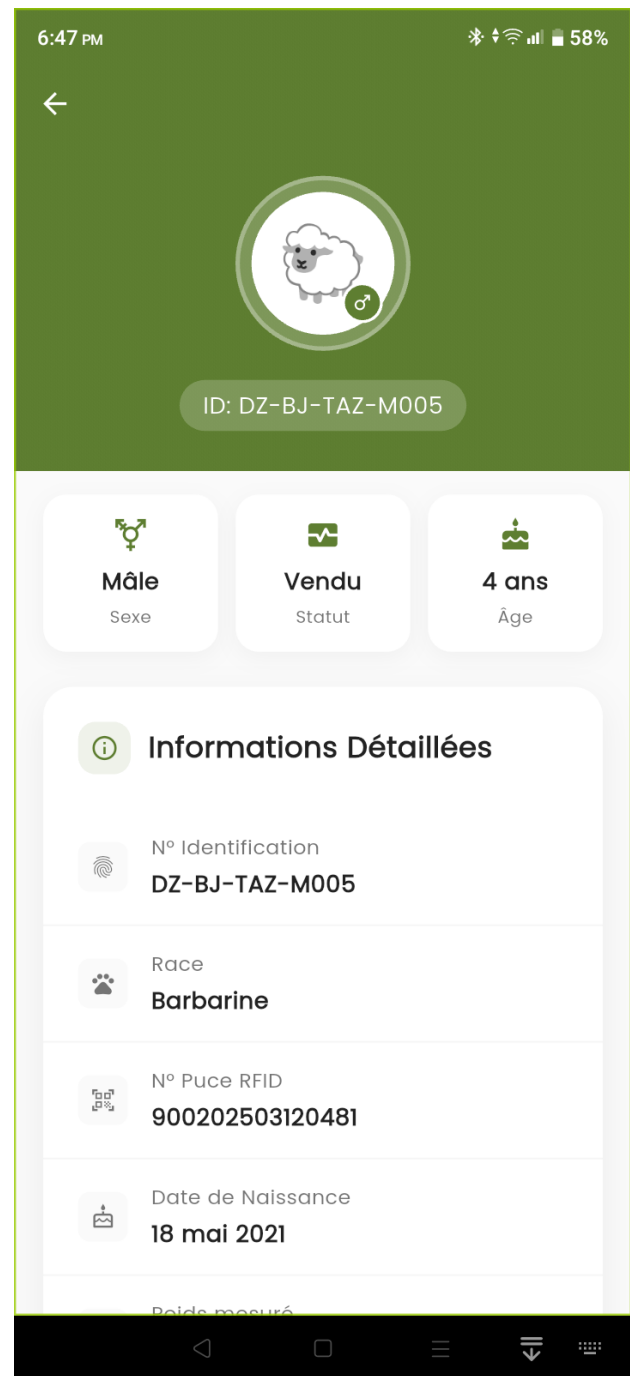
L'écran a constitué l'interface principale de l'application : l'utilisateur peut y initier une session de scan en appuyant sur un bouton central, consulter la dernière puce scannée, ou accéder à la section « Activité récente » qui affiche l'historique des identifiants déjà détectés.

Lorsqu'une puce est détectée, un clic sur l'identifiant permet d'accéder à l'écran b, qui affiche la fiche détaillée de l'animal correspondant. Cette fiche regroupe les informations essentielles de suivi telles que l'identifiant, la race, l'âge, le sexe et les événements récents associés à l'animal.

Ce processus rend l'identification des bêtes sur le terrain à la fois rapide, fiable et sans saisie manuelle, tout en assurant une traçabilité efficace.



(a) Écran principal du scanner RFID



(b) Fiche de l'animal scanné

FIGURE 3.7 – Écrans de l'interface mobile de scan des puces RFID.

3.4 Code source : exemples significatifs

Le code ci-dessous implémente un service Flutter pour la gestion des lectures HID de puces RFID animales. Il utilise un champ de texte invisible pour intercepter les données transmises par un scanner HID (agissant comme un clavier virtuel). Le service détecte automatiquement la fin d'un scan, nettoie et interprète les données reçues, puis identifie le format de la puce (FDX-B, HDX ou EMID). Les informations validées sont ensuite diffusées via un Stream pour pouvoir être utilisées dans le reste de l'application.

```
import 'dart:async';
import 'package:flutter/material.dart';
import '../models/sheep_scan.dart';

class HidScannerService {
```

Listing 3.1 – Imports et déclaration de la classe *HidScannerService*

Les imports nécessaires pour la gestion asynchrone, l'interface Flutter et le modèle de données des moutons scannés.

```
final TextEditingController _textController = TextEditingController();
final FocusNode _focusNode = FocusNode();
final StreamController<SheepScan?> _scanDataController =
  StreamController<SheepScan?>.broadcast();
Stream<SheepScan?> get onScanReceived => _scanDataController.stream;
bool _isListening = false;
```

Listing 3.2 – Déclaration des attributs de la classe

Déclaration des contrôleurs : `_textController` pour capturer les données du scanner, `_focusNode` pour gérer le focus du champ invisible, et `_scanDataController` pour diffuser les résultats de scan via un `Stream`.

```
HidScannerService() {
  _textController.addListener(_onInputReceived);
}
```

Listing 3.3 – Constructeur de la classe

Le constructeur configure l'écoute des changements dans le contrôleur de texte pour traiter automatiquement les données reçues du scanner.

```
Widget getInputWidget() {
  return SizedBox(
    width: 0,
    height: 0,
    child: TextField(
      controller: _textController,
      focusNode: _focusNode,
      autofocus: true,
      style: const TextStyle(fontSize: 0.01, color: Colors.transparent),
      decoration: const InputDecoration(border: InputBorder.none),
    ),
  );
}
```

Listing 3.4 – Widget d'entrée invisible pour capturer les données du scanner

Création d'un champ de texte invisible (taille 0x0, transparente) qui capture automatiquement les données transmises par le scanner RFID connecté en Bluetooth.

```
Future<void> startListening() async {
  if (_isListening) return;
  _isListening = true;
```

```

_textController.clear();
_focusNode.requestFocus();
}

Future<void> stopListening() async {
  if (!_isListening) return;
  _isListening = false;
  _focusNode.unfocus();
  _textController.clear();
}

```

Listing 3.5 – Méthodes de démarrage et d'arrêt de l'écoute

Méthodes pour démarrer et arrêter l'écoute du scanner : `startListening()` active le focus sur le champ invisible, `stopListening()` le désactive et nettoie le contenu.

```

void _onInputReceived() {
  final String input = _textController.text;
  if (input.isEmpty) return;

  if (input.endsWith('\n') || input.endsWith('\r') || input.length >= 15) {
    final tagData = input.trim();
    if (tagData.isNotEmpty) {
      _processAndNotify(tagData);
    }
    WidgetsBinding.instance.addPostFrameCallback((_) => _textController.clear
      ());
  }
}

```

Listing 3.6 – Traitement des données reçues du scanner

Traitement des données d'entrée : détecte la fin de transmission (caractères de fin de ligne ou longueur ≥ 15) puis traite et nettoie les données reçues.

```

void _processAndNotify(String tagData) {
  final scanResult = _parseTagData(tagData);
  _scanDataController.add(scanResult);
}

```

Listing 3.7 – Traitement et notification des résultats

Méthode qui analyse les données de la puce et diffuse le résultat via le Stream pour notifier les composants abonnés.

```

SheepScan? _parseTagData(String tagData) {
  final cleanedData = tagData.replaceAll(RegExp(r'[^0-9A-F]'), '').toUpperCase
    ();
  if (cleanedData.isEmpty) return null;

  String tagType = 'Unknown';
  if (RegExp(r'^[0-9]{15}$').hasMatch(cleanedData)) {
    tagType = 'FDX-B';
  } else if (RegExp(r'^[0-9A-F]{10}$').hasMatch(cleanedData)) {
    tagType = 'HDX';
  }
}

```

```
    } else if (RegExp(r'^[0-9]{10,12}$').hasMatch(cleanedData)) {  
        tagType = 'EMID';  
    }
```

Listing 3.8 – Analyse et validation des données de puce RFID

Nettoyage des données (suppression des caractères non alphanumériques) et identification du type de puce RFID selon les standards FDX-B, HDX ou EMID.

```
    if (tagType != 'Unknown') {  
        return SheepScan(  
            tagId: cleanedData,  
            timestamp: DateTime.now(),  
            tagType: tagType,  
            tagMark: 0,  
        );  
    }  
    return null;  
}
```

Listing 3.9 – Création de l'objet SheepScan

Si le type de puce est reconnu, création d'un objet SheepScan avec l'identifiant, l'horodatage et le type de puce détectés.

```
void dispose() {  
    _textController.dispose();  
    _focusNode.dispose();  
    _scanDataController.close();  
}  
}
```

Listing 3.10 – Méthode de nettoyage des ressources

Libération des ressources (contrôleurs et Stream) pour éviter les fuites mémoire lors de la destruction du service.

3.5 Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre les étapes clés de la réalisation du projet, de la sélection des outils à l'implémentation des interfaces principales. Les objectifs fixés ont été globalement atteints grâce à un développement structuré et progressif.

La concrétisation des choix de conception marque une étape importante du projet et prépare le terrain pour son évolution, qui sera abordée dans la conclusion générale.

Conclusion générale

Ce projet de fin de cycle s'inscrit dans le cadre d'un stage pratique réalisé au sein de l'entreprise Tech-Instinct, spécialisée dans le développement de solutions numériques innovantes. Cette immersion professionnelle nous a permis d'évoluer dans un environnement réel, en appliquant des méthodes de travail utilisées dans les entreprises du secteur, tout en étant encadrés et accompagnés par des développeurs expérimentés. Ce stage nous a offert une expérience concrète et enrichissante, tant sur le plan technique qu'organisationnel.

Dès les premières étapes, une étude préalable a été conduite pour cerner les besoins réels du terrain. Nous avons mené une enquête client à l'aide de questionnaires, analysé plusieurs solutions existantes et élaboré un tableau comparatif détaillé. Ces travaux ont servi de base solide pour concevoir une plateforme SaaS dédiée à la gestion de l'élevage ovin, répondant aux enjeux de traçabilité, de performance et de digitalisation du secteur agricole.

Tout au long du projet, nous avons suivi la méthode agile SCRUM avec des sprints de deux semaines, ponctués par des réunions hebdomadaires de planification, de suivi et de validation. Chaque incrément de développement a été validé en interne par l'équipe technique et supervisé directement par le gérant de l'entreprise. Nous avons également organisé plusieurs réunions et échanges avec le client afin de garantir une solution personnalisée, alignée sur ses besoins métiers. Cette collaboration étroite a permis une progression continue et une amélioration itérative du produit.

La plateforme développée intègre les principales fonctionnalités attendues par les utilisateurs du domaine : gestion des fermes et des effectifs, suivi sanitaire, gestion des stocks, tableaux de bord, notifications, et application mobile simplifiée pour les ouvriers. Elle a été pensée pour être intuitive, modulable, et facilement évolutive.

En termes de perspectives, plusieurs pistes d'amélioration sont envisageables, telles que l'intégration de modules d'analyse décisionnelle (indicateurs de performance, alertes intelligentes), la synchronisation avec des services tiers (météo, bases vétérinaires), ou encore le renforcement de la compatibilité mobile avec un fonctionnement hors ligne.

En définitive, ce projet a été une expérience formatrice à plusieurs niveaux. Il nous a permis de mettre en œuvre nos compétences techniques et méthodologiques dans un cadre professionnel, de comprendre les exigences du travail en équipe et de développer une solution concrète à impact terrain. Il représente pour nous un aboutissement académique, mais aussi un point de départ vers de nouveaux défis professionnels.

Bibliographie

- [1] *Tech Instinct - Présentation de l'entreprise*, Consulté le 13/02/2025, 2025. adresse : <https://tech-instinct.com/a-propos/>
- [2] *Statistiques agricoles*, Consulté le 13/02/2025, 2025. adresse : <https://fr.madr.gov.dz/statistiques-agricoles/>
- [3] M. BENYOUCEF et al., "Performances zootechniques des ovins dans la région de Chlef," *Revue Agriculture et Développement*, t. 39, n° 2, p. 45-54, 2022.
- [4] CAVEB, *Étude comparative de la productivité des élevages ovins en France et en Algérie*, Rapport technique, Consulté le 09/05/2025, 2019.
- [5] A. GHADDAR, "Une contribution à la gestion des applications SaaS mutualisées dans le cloud : approche par externalisation," thèse de doct., Université de Nantes, Nantes, France, 2013.
- [6] *About us : Shearwell.com*, Consulté le 15/02/2025, 2025. adresse : <https://www.shearwell.com/about-us>
- [7] *FAQ*, Consulté le 15/02/2025, 2025. adresse : <https://www.flockfiler.com/FAQ/index.php>
- [8] *About us | FarmIQ | FarmIQ Systems Ltd*, Consulté le 15/02/2025, 2025. adresse : <https://www.farmiq.co.nz/about-us/>
- [9] *Scrum Project Management : Advantages and Disadvantages*, Consulté le 21/02/2025, 2025. adresse : <https://www.simplilearn.com/scrum-project-management-article>
- [10] "What is Scrum?," 2025, Consulté le 24/02/2025. adresse : <https://www.scrum.org/resources/what-scrum-module>
- [11] *A Deep Dive into Scrum Team Roles | Atlassian*, Consulté le 24/02/2025, 2025. adresse : <https://www.atlassian.com/agile/scrum/roles>
- [12] *Learn about Agile Scrum Artifacts | Atlassian*, Consulté le 26/02/2025, 2025. adresse : <https://www.atlassian.com/agile/scrum/artifacts#:~:text=Summary%3A%20Agile%20scrum%20artifacts%20are,%2C%20sprint%20backlog%2C%20and%20increments>
- [13] *Introduction to the Scrum Events*, Consulté le 26/02/2025, 2025. adresse : <https://www.scrum.org/resources/introduction-scrum-events>
- [14] M. FOWLER, *UML Distilled : A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language*, 3rd. Addison-Wesley, 2003.
- [15] *Learn About All 14 Types of UML Diagrams*, Consulté le 26/02/2025, 2025. adresse : <https://creately.com/blog/diagrams/uml-diagram-types-examples/>
- [16] *Slack*, Consulté le 18/03/2025, 2025. adresse : <https://slack.com/>

- [17] *What is Asana and How Does it Work?* Consulté le 18/03/2025, 2025. adresse : <https://tallyfy.com/what-is-asana-how-does-it-work/>
- [18] *What is Lucidchart and How to Use it for Visual Collaboration*, Consulté le 18/05/2025, 2025. adresse : <https://www.innovationtraining.org/what-is-lucidchart-and-how-to-use-it-for-visual-collaboration/>
- [19] *Figma*, Consulté le 18/05/2025, 2025. adresse : <https://www.figma.com/>
- [20] *What is Visual Studio Code?* 2025, Consulté le 19/05/2025. adresse : <https://www.infoworld.com/article/2335960/what-is-visual-studio-code-microsofts-extensible-code-editor.html>
- [21] S. HADHRI et M. HADIJI, *Développer des applications mobiles avec Android Studio – Cours et exercices*. Paris, France : Ellipses, 2019, ISBN : 978-2-340-02554-7.
- [22] J. LOELIGER et M. MCCULLOUGH, *Version Control with Git : Powerful Tools and Techniques for Collaborative Software Development*. O'Reilly Media, 2012, ISBN : 978-1449316389.
- [23] *GitHub Definition*, Consulté le 19/05/2025, 2025. adresse : <https://www.techtarget.com/searchitoperations/definition/GitHub>
- [24] H. MADANI, *React : Développez le Front End de vos applications web et mobiles avec JavaScript*. Nantes, France : Editions ENI, 2024, ISBN : 978-2-409-04326-0.
- [25] S. AUSIN, *Tailwind CSS : Pour concevoir des sites web modernes et uniques*. Paris, France : Eyrolles, 2024, ISBN : 978-2-416-01421-5.
- [26] V. DOLZHENKO, "Development of Microservices using NestJS : Architecture and Practical Examples," *Universum : Technical Sciences*, t. 6, n° 123, 2024. DOI : [10.32743/UniTech.2024.123.6.17714](https://doi.org/10.32743/UniTech.2024.123.6.17714)
- [27] *Prisma Documentation*, Consulté le 23/05/2025, 2025. adresse : <https://www.prisma.io/docs>
- [28] POSTGRES SQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP, *Documentation de PostgreSQL 11.22 (version française)*, Manuel en ligne, PostgreSQL Global Development Group, 2024.

ANNEXE A

Annexe A : Conception fonctionnelle et technique

L'Annexe A détaille les aspects fonctionnels et techniques de la plateforme de gestion ovine. Structurée en quatre sections, elle couvre les fonctionnalités (A.1), la technologie RFID (A.2), les user stories (A.3) et les retours client (A.4). Cette annexe justifie les choix de conception en alignement avec les besoins exprimés.

A.1 : Liste des fonctionnalités prévues

Dans cette partie, nous regroupons les principales fonctionnalités prévues pour la plateforme, qu'elles soient déjà implémentées ou planifiées pour les versions futures. Elles sont classées par module pour une meilleure lisibilité.

I. Plateforme Web (pour les gestionnaires ou propriétaires)

1. Tableau de bord général

- Affichage des statistiques globales : nombre total de bêtes, taux de reproduction, mortalité, état des stocks.
- Présentation des indicateurs financiers : coûts alimentaires, frais vétérinaires, revenus générés par les ventes.
- Intégration d'un calendrier des événements importants : gestations prévues, dates de vaccination, campagnes sanitaires.

2. Gestion des effectifs

- Ajout et modification des animaux avec des informations détaillées : sexe, race, date de naissance, poids, performances génétiques.
- Suivi des événements liés aux effectifs : naissances, décès, ventes et réformes.
- Organisation des animaux en groupes selon des critères (race, âge, localisation).

3. Suivi sanitaire et médical

- Accès au carnet de santé numérique de chaque bête (traitements, diagnostics, vaccinations).
- Planification et suivi des campagnes de vaccination à l'échelle du troupeau.
- Enregistrement des comptes rendus de visites vétérinaires.

4. Suivi de la reproduction

- Enregistrement et suivi des cycles de reproduction : chaleurs, inséminations, gestations, mises bas.
- Analyse génétique et performances reproductives pour aider à la sélection des reproducteurs.

Suivi de la croissance

- Visualisation des courbes de croissance par animal ou par lot.
- Comparaison avec les standards de croissance selon la race.
- Génération automatique de rapports d'écart de croissance.

5. Suivi des naissances

- Enregistrement des détails de chaque portée : nombre de petits, sexe, poids, conditions de naissance.
- Suivi des performances des mères (taux de survie, fréquence des portées).
- Alertes programmées pour les agnelages prévus.

6. Suivi de l'alimentation et de la nutrition

- Gestion individuelle : calcul des rations journalières selon les besoins physiologiques (croissance, lactation, engraissement).
- Suivi collectif : planification des quantités d'aliments nécessaires pour chaque groupe.
- Historique des régimes alimentaires appliqués.

7. Gestion des stocks

- Suivi des niveaux de stocks d'aliments et de médicaments.
- Alertes automatiques en cas de seuil critique atteint.
- Suivi des coûts d'approvisionnement et visualisation des rapports associés.

8. Comptabilité et rapports

- Enregistrement des dépenses et revenus.
- Génération de rapports de performance (reproductivité, mortalité, rentabilité).
- Export des données pour les obligations administratives ou les audits.

II. Application Mobile (pour les ouvriers)

1. Ajout rapide de données sur le terrain

- Enregistrement des nouvelles bêtes via QR code ou numéro de bande d'oreille.
- Ajout rapide des événements : naissance (sexe, poids, parenté), décès (date, cause).

2. Suivi des tâches journalières

- Consultation d'une liste de tâches à effectuer : pesées, soins, vaccinations.
- Possibilité de marquer une tâche comme «terminée» après exécution.

3. Notifications et rappels

- Alerte en temps réel pour les événements critiques : début de chaleur, vaccination, stocks faibles.
- Système de rappel configurable selon les cycles de reproduction ou les traitements médicaux.

4. Consultation rapide des données

- Accès aux fiches d'identification des animaux : historique de santé, âge, groupe.
- Visualisation des groupes d'animaux, et des dernières naissances ou événements critiques.

5. Suivi des interventions médicales

- Ajout rapide d'un traitement ou d'une intervention médicale après réalisation.
- Consultation simplifiée du carnet de santé de chaque animal.

A.2 : Recherche RFID

Dans ce qui suit, nous présentons une courte recherche sur l'utilisation de la technologie RFID pour l'identification automatique des animaux, son intérêt pour la traçabilité et son potentiel dans les prochaines itérations de notre solution.

A.2.1 Introduction à la RFID

Dans cette partie, nous présentons la technologie RFID (Radio Frequency Identification), un système d'identification sans contact utilisant des ondes radio pour lire et transmettre des données. Un système RFID standard est composé de :

- **Étiquettes RFID** (ou transpondeurs), qui contiennent un identifiant unique,
- **Lecteurs RFID**, qui émettent un signal radio pour activer les étiquettes et lire leurs données,
- **Antennes**, permettant la communication entre lecteur et étiquette,
- Et d'un **système de traitement des données**.

Les étiquettes peuvent être passives (sans batterie, activées par le signal du lecteur) ou actives (alimentées par une batterie intégrée).

A.2.2 Usage de la RFID dans la gestion animale

Dans le secteur de l'élevage, la RFID est utilisée pour automatiser et améliorer la gestion des animaux. Voici les principales applications :

- **Identification individuelle** : Chaque bête possède une puce unique, facilitant le suivi de son historique sanitaire, reproductif et nutritionnel.
- **Suivi de la localisation** : Permet la traçabilité des déplacements, la gestion des pâturages et la détection des anomalies comportementales.
- **Gestion de l'alimentation** : Des distributeurs connectés peuvent délivrer des rations personnalisées en fonction de l'identifiant de l'animal.
- **Surveillance de la santé** : Certains dispositifs RFID peuvent intégrer des capteurs (température, fréquence cardiaque) pour la détection précoce de maladies.
- **Traçabilité complète** : Du champ à l'abattoir, la RFID garantit la transparence et la sécurité alimentaire tout au long de la chaîne de valeur.

A.2.3 Avantages, limites et perspectives

Aspect	Avantages	Défis	Perspectives
Efficacité	Identification rapide, gain de temps, automatisation des tâches.	Coût initial important pour les éleveurs.	Miniaturisation accrue et amélioration des lecteurs.
Productivité	Meilleure gestion de la reproduction, alimentation, santé, etc.	Risque de perte ou de dysfonctionnement des puces.	Applications avancées pour optimiser les rendements.
Économie	Réduction des erreurs humaines et des coûts de main-d'œuvre.	Préoccupations sur la confidentialité des données.	Innovation continue pour démocratiser la technologie.
Bien-être animal	Suivi individualisé, détection rapide des problèmes de santé.	—	—
Sécurité alimentaire	Garantit l'origine, la qualité et la traçabilité des produits.	—	—

TABLE A.1 – Avantages, limites et perspectives de la RFID dans l'élevage

A.2.4 Fonctionnement technique : De l'identification à l'affichage dans l'application

Cette section illustre le processus complet de lecture RFID avec un lecteur Bluetooth (bâton) et l'affichage des informations correspondantes dans l'application mobile.

Scan de l'animal

- Le bâton RFID est passé près de l'oreille de l'animal.
- Il lit l'identifiant unique contenu dans la puce (ex. : 056789123456) et le conserve temporairement.

Transmission Bluetooth

- Le bâton, déjà appairé avec le téléphone, envoie l'identifiant en temps réel.
- L'application mobile, en mode « écoute Bluetooth », reçoit cette donnée automatiquement.

Traitement dans l'application

- L'application recherche cet identifiant dans sa base de données locale.
- Une fois le mouton identifié, toutes les informations correspondantes sont affichées instantanément à l'écran.

Gestion directe sans fichier intermédiaire

- Aucun fichier texte ou stockage intermédiaire n'est utilisé.
- L'identifiant passe directement du bâton à l'application via un « canal Bluetooth » actif.

A.2.5 Détails techniques d'implémentation

- L'application crée un *socket Bluetooth* dédié pour écouter uniquement les transmissions du lecteur.
- Un *thread* d'écoute est lancé dès l'activation du scan dans l'interface.
- Dès réception de l'identifiant, l'application :
 - Le convertit dans un format exploitable,
 - Le compare aux données locales,
 - Et affiche automatiquement la fiche de l'animal.

A.2.6 Prérequis matériels et logiciels

Bluetooth

- Version recommandée : Bluetooth 4.0 ou BLE (Low Energy) pour un usage prolongé.
- Compatible avec la majorité des smartphones récents.

Lecteurs RFID portables compatibles Bluetooth

- Doivent lire les puces 134.2 kHz (fréquence standard pour les animaux).
- Doivent être documentés (SDK/API) pour l'intégration dans des applications mobiles.
- Marques courantes : Agrident, Gallagher, Tru-Test.
- Prix estimé : entre 300€ et 1000€.

A.2.7 Conclusion

La RFID représente une technologie clé pour automatiser et fiabiliser la gestion des animaux en élevage ovin. Son intégration dans notre plateforme permettra un gain de temps considérable, une traçabilité renforcée et une prise de décision plus rapide pour les éleveurs. Son utilisation couplée au Bluetooth assure un flux de données direct et sécurisé, sans étape intermédiaire, favorisant une interaction fluide entre l'animal et l'interface applicative.

A.3 : User Stories complètes

Dans cette section, nous présentons les user stories non détaillées dans le corps du mémoire, mais qui ont été formulées durant la phase d'analyse. Elles complètent celles déjà présentées et couvrent des fonctionnalités secondaires ou futures.

I. Plateforme Web (pour les gestionnaires ou propriétaires)

Cette sous-section regroupe les user stories de la plateforme web, axées sur la gestion des effectifs, le suivi sanitaire, la reproduction, l'alimentation et les stocks. Elles précisent les fonctionnalités attendues pour optimiser l'utilisation par tous les utilisateurs de la plateforme.

1. Gestion des effectifs

→ Ajout et modification des bêtes

- **Ajout d'une nouvelle bête** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir ajouter une nouvelle

bête à l'inventaire en spécifiant son sexe, sa race, son poids et ses performances génétiques, afin de maintenir un registre précis de chaque animal.

- **Modification des informations existantes** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir modifier les informations d'une bête existante, comme son poids ou ses performances génétiques, afin de mettre à jour les données en cas de changement.

→ Suivi des naissances, décès, ventes et réformes

- **Enregistrement des naissances** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir enregistrer une naissance en associant le nouveau-né à ses parents, afin de suivre la généalogie des bêtes.
- **Gestion des statuts** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir modifier le statut d'une bête (décès, vente, réforme) en précisant les informations pertinentes (cause du décès, acheteur et prix de vente, raison de la réforme), afin de maintenir un historique complet du cycle de vie de chaque animal et de gérer les différents types de sortie de l'élevage.
- **Génération de rapports** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir générer un rapport sur les naissances, décès, ventes et réformes sur une période donnée, afin de pouvoir analyser les tendances et prendre des décisions éclairées.

→ Gestion des groupes

- **Création de groupes** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir créer des groupes de bêtes en fonction de leur race, de leur âge ou de leur localisation, afin de faciliter la gestion et le suivi des différents lots.
- **Affectation et déplacement** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir affecter une bête à un groupe et la déplacer d'un groupe à un autre, afin de gérer les mouvements d'animaux au sein de l'élevage.
- **Consultation des groupes** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir consulter la liste des bêtes appartenant à un groupe spécifique, afin de visualiser rapidement la composition de chaque lot.
- **Actions sur les groupes** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir appliquer des actions à un groupe entier (ex : changement d'alimentation, vaccination), afin de gagner du temps et d'éviter les erreurs.
- **Statistiques par groupe** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir générer des statistiques par groupe (ex : poids moyen, taux de croissance), afin de comparer les performances des différents lots.

2. Suivi sanitaire et médical

→ Historique médical complet pour chaque bête

- **Enregistrement des soins** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir enregistrer les informations relatives aux soins et suivis médicaux d'une bête (vaccination, traitement, visite vétérinaire) en précisant les détails pertinents (type de vaccin, date d'administration et rappel éventuel pour les vaccins ; médicament, posologie, durée et diagnostic pour les traitements ; date, description des symptômes, examens complémentaires, observations, recommandations

et prescriptions pour les visites vétérinaires), afin de maintenir un historique médical complet pour chaque animal et de suivre son état de santé.

- **Consultation de l'historique** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir consulter l'historique médical complet d'une bête, en accédant aux informations sur les vaccins, les traitements, les diagnostics et les comptes rendus des visites vétérinaires, afin de disposer d'une vue d'ensemble de son état de santé et de prendre des décisions éclairées concernant sa gestion.
- **Rapports médicaux** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir générer un rapport sur l'historique médical d'un groupe de bêtes, afin de pouvoir identifier des tendances ou des problèmes de santé récurrents au sein du troupeau.

→ **Planification et suivi des campagnes de vaccination par troupeau**

- **Planification des campagnes** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir planifier des campagnes de vaccination pour un troupeau, en spécifiant le type de vaccin, la date de début et de fin de la campagne, et les bêtes concernées, afin de prévenir les épidémies et de maintenir un bon état sanitaire du troupeau.
- **Enregistrement des vaccinations** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir enregistrer les vaccinations réalisées lors d'une campagne, en indiquant la date de vaccination et les bêtes vaccinées, afin de suivre l'avancement de la campagne et de mettre à jour l'historique vaccinal des animaux.
- **Historique des campagnes** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir consulter l'historique des campagnes de vaccination réalisées, afin de pouvoir analyser les données et d'optimiser les futures campagnes.
- **Notifications** : En tant que gestionnaire, je veux être notifié des prochaines campagnes de vaccinations planifiées, afin de pouvoir anticiper et organiser les ressources nécessaires.

3. Suivi de reproduction

→ **Planification et suivi des cycles de reproduction**

- **Enregistrement des événements** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir enregistrer et suivre les événements clés du cycle de reproduction d'une femelle (chaleurs, inséminations/saillies, gestations, dates prévues de mise bas), en précisant les informations pertinentes (dates, type d'insémination, taureau utilisé, etc.), afin de gérer efficacement la reproduction du troupeau et d'anticiper les besoins.
- **Alertes et rappels** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir définir des alertes ou des rappels pour les dates importantes du cycle de reproduction (par exemple, date prévue des prochaines chaleurs, date d'insémination), afin de ne pas manquer les moments clés et d'optimiser la gestion du troupeau.
- **Rapports de reproduction** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir générer des rapports sur les cycles de reproduction du troupeau, incluant les taux de gestation, les intervalles entre les mises bas, etc., afin de pouvoir analyser les performances reproductives et identifier les éventuels problèmes.

→ **Analyse génétique et performances reproductives pour optimiser le troupeau**

- **Analyse des performances** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir analyser les performances reproductives des animaux en croisant les données génétiques avec les données de reproduction (par exemple, taux de gestation en fonction du génotype), afin d'identifier les reproducteurs les plus performants et d'optimiser les croisements.
- **Identification des porteurs** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir identifier les animaux porteurs de gènes indésirables ou de maladies génétiques, afin de prendre des décisions éclairées concernant leur utilisation pour la reproduction et d'améliorer la santé globale du troupeau.
- **Comparaison des groupes** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir comparer les performances reproductives de différents groupes d'animaux (par exemple, par race ou par lignée), afin d'identifier les meilleures pratiques et d'améliorer l'efficacité de l'élevage.

4. Suivi de la croissance

→ Courbes de croissance par animal ou par lot (poids, taille)

- **Enregistrement des mesures** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir enregistrer les mesures de poids et de taille pour chaque animal à des intervalles réguliers (par exemple, chaque semaine, chaque mois), afin de suivre son développement individuel.
- **Visualisation graphique** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir visualiser les données de croissance sous forme de courbes graphiques pour chaque animal, afin de suivre visuellement son évolution et d'identifier les éventuelles anomalies.
- **Courbes par lot** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir créer des lots d'animaux et visualiser les courbes de croissance moyennes pour chaque lot, afin de comparer le développement des différents groupes.

→ Comparaison avec les standards de la race

- **Comparaison avec les standards** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir comparer les courbes de croissance de mes animaux (poids et taille en fonction de l'âge) avec les standards de leur race, afin de visualiser les écarts et d'identifier les animaux présentant un retard ou une avance de croissance.
- **Consultation des standards** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir consulter les standards de croissance pour différentes races, afin de comparer les performances et de choisir les races les plus adaptées à mon élevage.
- **Mise à jour des standards** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir mettre à jour les standards de croissance, afin de tenir compte des nouvelles données ou des évolutions des races.
- **Rapports automatisés** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir générer des rapports automatisés sur la croissance des animaux, afin de suivre les performances de l'élevage et d'identifier les éventuels problèmes.

5. Suivi des naissances

→ Historique des naissances avec détails sur chaque portée

- **Enregistrement des portées** : En tant que gestionnaire, je veux enregistrer les détails de

chaque portée, y compris la date de naissance, le nombre et le sexe des petits, leur identification individuelle, ainsi que des informations complémentaires (difficultés, anomalies, soins spécifiques), afin de constituer un historique complet et détaillé des naissances.

- **Association avec la mère** : En tant que gestionnaire, je veux associer chaque portée à sa mère, afin de suivre les performances de reproduction de chaque femelle et analyser les tendances.
- **Consultation de l'historique** : En tant que gestionnaire, je veux consulter l'historique des naissances par portée ou par mère, afin de pouvoir analyser les données et identifier d'éventuels problèmes.

→ Performances des mères (nombre de petits par an, taux de survie)

- **Calcul automatique** : En tant que gestionnaire, je veux que le système calcule automatiquement le nombre de petits par an pour chaque mère, afin de pouvoir évaluer sa productivité.
- **Rapports de performance** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir générer des rapports sur les performances des mères, incluant des statistiques sur le nombre de portées, la taille des portées, le taux de survie, etc., afin de suivre l'évolution des performances du troupeau au fil du temps.

6. Suivi de l'alimentation et nutrition

→ Suivi individuel (rations journalières calculées en fonction des besoins)

- **Définition des besoins** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir définir les besoins nutritionnels de chaque animal en fonction de son stade de vie (croissance, lactation, engraissement), de sa race et de son poids, afin de calculer des rations journalières adaptées.
- **Calcul automatique des rations** : En tant que gestionnaire, je veux que le système calcule automatiquement la ration journalière optimale pour chaque animal en fonction de ses besoins et des aliments disponibles, afin d'optimiser son alimentation et sa santé.
- **Ajustement manuel** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir ajuster manuellement les rations calculées par le système, afin de tenir compte de facteurs spécifiques (par exemple, un animal malade ou convalescent).
- **Historique des rations** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir consulter l'historique des rations distribuées à chaque animal, afin de suivre son alimentation au fil du temps.

→ Suivi collectif (quantités d'aliments nécessaires pour chaque groupe)

- **Définition des groupes** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir définir des groupes d'animaux ayant des besoins nutritionnels similaires, afin de simplifier la gestion de l'alimentation.
- **Calcul des quantités par groupe** : En tant que gestionnaire, je veux que le système calcule automatiquement les quantités d'aliments nécessaires pour chaque groupe en fonction du nombre d'animaux et de leurs besoins individuels, afin d'optimiser la gestion des stocks.
- **Visualisation de la consommation** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir visualiser la consommation d'aliments par groupe sur une période donnée, afin de suivre les tendances et d'anticiper les besoins futurs.

→ Prévisions pour les stocks à venir

- **Génération de prévisions** : En tant que gestionnaire, je veux que le système génère des prévisions sur les besoins en aliments pour les prochaines semaines ou les prochains mois, en tenant compte des prévisions de croissance du troupeau, des cycles de reproduction et des besoins saisonniers, afin d'anticiper les commandes et d'éviter les ruptures de stock.
- **Ajustement des prévisions** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir ajuster manuellement les prévisions de stock, afin de tenir compte d'événements exceptionnels (par exemple, une sécheresse ou une épidémie).

→ **Historique des changements de régimes alimentaires**

- **Enregistrement des changements** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir enregistrer les dates et les raisons des changements de régimes alimentaires pour chaque animal ou pour chaque groupe (par exemple, passage d'une alimentation pour jeunes à une alimentation pour adultes, changement de type d'aliment), afin de conserver une trace des modifications et de pouvoir analyser leurs effets sur la santé et les performances des animaux.
- **Consultation de l'historique** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir consulter l'historique des changements de régimes alimentaires pour un animal ou un groupe, afin de comprendre les raisons des modifications et d'en tirer des leçons pour l'avenir.
- **Comparaison des performances** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir comparer les performances des animaux ayant suivi différents régimes alimentaires, afin d'identifier les meilleures pratiques d'alimentation.

7. Gestion des stocks

→ **Suivi des niveaux de stocks (aliments, médicaments)**

- **Enregistrement des mouvements** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir enregistrer les entrées et les sorties de stock pour chaque article (aliments, médicaments), en précisant les quantités, les dates et les fournisseurs, afin de maintenir un inventaire précis.
- **Consultation en temps réel** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir consulter l'état des stocks en temps réel pour chaque article, afin de connaître les quantités disponibles et d'anticiper les besoins.
- **Classification des articles** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir classer les articles par catégorie (par exemple, aliments, médicaments, vaccins, matériel), afin de faciliter la gestion et la consultation des stocks.

→ **Alertes pour réapprovisionnement en fonction des seuils critiques**

- **Définition des seuils** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir définir des seuils critiques pour chaque article, afin d'être alerté lorsque les stocks atteignent un niveau bas.
- **Configuration des alertes** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir configurer le mode de réception des alertes et les seuils pour chaque article, afin de personnaliser les notifications en fonction de mes besoins.

→ **Rapports financiers sur les coûts liés à l'alimentation et aux traitements**

- **Génération de rapports financiers** : En tant que gestionnaire, je veux pouvoir générer des rapports financiers sur les coûts d'alimentation et de traitements et comparer ces coûts entre différentes périodes, afin d'analyser les dépenses, identifier les tendances et évaluer l'efficacité des stratégies de gestion.

II. Application mobile

Cette sous-section compile les user stories de l'application mobile, incluant l'enregistrement rapide, le suivi des tâches et les notifications. Elles répondent aux besoins des ouvriers pour une gestion efficace sur le terrain.

1 Ajout rapide des données

→ Ajout des événements quotidiens (Naissances)

- **Enregistrement rapide** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir enregistrer rapidement une naissance en saisissant le nombre de petits, leur sexe, leur poids, etc., et en associant la mère, afin de signaler un nouvel événement.
- **Identification de la mère** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir identifier facilement la mère en scannant son QR code ou en saisissant son numéro de bande d'oreille, afin de lier correctement la naissance à la mère.
- **Confirmation visuelle** : En tant qu'ouvrier, je veux recevoir une confirmation visuelle simple que l'enregistrement de la naissance a bien été effectué, afin de m'assurer que les données ont été sauvegardées. (Message clair : "Naissance enregistrée")

→ Ajout des événements quotidiens (Décès)

- **Enregistrement rapide** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir enregistrer rapidement un décès en sélectionnant l'animal concerné et en indiquant la cause et la date du décès, afin de mettre à jour le registre.
- **Sélection de la cause** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir choisir la cause du décès dans une liste pré-définie et simple, afin de standardiser les données et de faciliter l'analyse.
- **Commentaire optionnel** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir ajouter un court commentaire optionnel pour préciser les circonstances du décès, afin de fournir des informations complémentaires si nécessaire.
- **Confirmation visuelle** : En tant qu'ouvrier, je veux recevoir une confirmation visuelle simple que l'enregistrement du décès a bien été effectué, afin de m'assurer que les données ont été sauvegardées. (Message clair : "Décès enregistré")

2. Suivi des tâches journalières

→ Liste des tâches à effectuer (vaccinations, traitements, pesées)

- **Affichage des tâches** : En tant qu'ouvrier, je veux voir une liste claire et concise des tâches que je dois effectuer aujourd'hui, afin de savoir exactement ce que j'ai à faire.
- **Regroupement par type** : En tant qu'ouvrier, je veux voir les tâches regroupées par type

(vaccinations, traitements, pesées), afin de pouvoir m'organiser plus facilement.

- **Informations essentielles** : En tant qu'ouvrier, je veux voir les informations essentielles pour chaque tâche (par exemple, le nom du médicament pour un traitement, le poids à atteindre pour une pesée), afin de pouvoir réaliser la tâche correctement.
- **Ordre de priorité** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir voir les tâches classées par ordre de priorité, afin de savoir par quoi commencer.

→ Possibilité de marquer une tâche comme terminée

- **Marquage simple** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir marquer une tâche comme terminée en touchant simplement un bouton ou en cochant une case, afin de mettre à jour la liste et de signaler que j'ai terminé.
- **Confirmation visuelle** : En tant qu'ouvrier, je veux recevoir une confirmation visuelle simple que la tâche a bien été marquée comme terminée, afin de m'assurer que l'action a été prise en compte.
- **Distinction visuelle** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir voir les tâches terminées distinctement des tâches restantes, afin de suivre facilement mon avancement.
- **Annulation possible** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir annuler la validation d'une tâche par erreur, afin de corriger une éventuelle erreur de manipulation.

3. Notifications et rappels

→ Alertes pour événements importants (gestations ou chaleurs à surveiller)

- **Notifications d'événements** : En tant qu'ouvrier, je veux recevoir une notification lorsqu'une femelle est en gestation ou en chaleur et nécessite une surveillance particulière, afin de pouvoir anticiper les besoins et agir en conséquence.
- **Informations contextuelles** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir consulter les informations sur la gestation ou la chaleur (date prévue de mise bas, date des dernières chaleurs) depuis la notification, afin de connaître le contexte.

4. Consultation rapide des données

→ Consultation des fiches des bêtes (nom, race, âge, poids, historique de santé)

- **Accès rapide aux fiches** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir accéder rapidement à la fiche d'une bête en scannant son QR code ou en saisissant son numéro de bande d'oreille, afin de consulter ses informations.
- **Informations essentielles** : En tant qu'ouvrier, je veux voir les informations essentielles de la bête (nom/numéro, race, âge, poids) affichées clairement sur la fiche, afin de les consulter en un coup d'œil.
- **Historique de santé** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir consulter l'historique de santé de la bête (vaccinations, traitements, etc.) sur sa fiche, afin de connaître son parcours.

→ Visualisation des groupes ou lots

- **Consultation des groupes** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir consulter la liste des groupes ou lots d'animaux, afin de connaître leur composition.

- **Effectifs des groupes** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir voir le nombre d'animaux dans chaque groupe ou lot, afin de connaître leur effectif.
- **Accès aux détails** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir accéder à la liste des animaux d'un lot en touchant son nom, afin de consulter les fiches des animaux concernés.

→ **Liste des naissances récentes ou événements critiques**

- **Naissances récentes** : En tant qu'ouvrier, je veux voir une liste des naissances récentes (par exemple, les naissances des 7 derniers jours), afin de suivre les nouveaux-nés.
- **Événements critiques** : En tant qu'ouvrier, je veux voir une liste des événements critiques (par exemple, les décès, les animaux malades, les animaux nécessitant une attention particulière), afin de pouvoir réagir rapidement.
- **Accès aux fiches** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir accéder aux fiches des animaux concernés par une naissance ou un événement critique en touchant l'élément dans la liste, afin de consulter plus de détails.
- **Filtrage des événements** : En tant qu'ouvrier, je veux pouvoir filtrer les événements critiques par type (par exemple, afficher uniquement les décès ou uniquement les animaux malades), afin de me concentrer sur un type d'événement spécifique.

A.4 : Retours client et synthèse des besoins

Dans cette partie, nous synthétisons les réponses recueillies lors des entretiens avec le client, ainsi que les besoins exprimés tout au long du projet. Ces retours ont servi de base à l'élaboration des fonctionnalités.

1. Contexte général et objectifs

→ **Quel est votre objectif principal avec cette application et ce site web ?**

- Simplifier la notation d'information pour les ouvriers.
- Suivi des effectifs : suivi du nombre de bêtes, enregistrement et identification par bandes d'oreilles.
- Suivi individuel de chaque bête.
- Suivi des naissances : évolution des agneaux, suivi génétique, mortalité, poids, sexe, etc.
- Suivi des reproductions dans les troupeaux.
- Suivi de la croissance : pesée hebdomadaire.
- Suivi sanitaire :
 - Individuel : interventions sur la santé.
 - Troupeau : vaccinations.

→ **Quels sont les problèmes actuels que vous rencontrez dans la gestion de votre élevage ?**

- Difficulté de gestion avec un registre manuel.
- Gestion compliquée des cycles de reproduction.
- Difficultés à croiser et analyser les données.

- Absence d’alertes ou rappels automatisés.
- Gestion inefficace du temps et complexité du suivi.

→ **Quel type d’informations aimeriez-vous consulter rapidement via l’application ?**

- État de santé des bêtes.
- Supervision des réapprovisionnements quotidiens.
- Supervision des stades des cycles.
- Notifications pour états critiques, urgences, vaccins, etc.

2. Gestion des ovins

→ **Quels types d’informations enregistrez-vous actuellement sur vos ovins ?**

- Identification par bandes d’oreilles.
- Informations détaillées : taille, sexe, âge, poids, parents, traits physiques, etc.
- Informations sanitaires : maladies, niveau de santé, traitements, vaccins.
- Informations sur la reproduction : cycles de reproduction.

→ **Souhaitez-vous un suivi individuel ou un suivi par groupe ?**

- Suivi individuel : identification, reproduction, croissance, naissances, santé.
- Suivi par troupeau : vaccinations.

→ **Comment gérez-vous actuellement les naissances, ventes ou décès ?**

- Naissances : suivi des agneaux, des parents, mortalité, poids, sexe.
- Ventes : suivi des mâles, sélection pour reproduction ou abattage.

3. Gestion de l’alimentation et des stocks

→ **Comment suivez-vous actuellement l’alimentation des ovins ?**

- Suivi manuel via un registre.
- Gestion qualitative et quantitative des besoins alimentaires selon les cycles.
- Types d’alimentation :
 - Fourrage : herbes sèches, luzerne.
 - Concentré : aliment acheté au kilo.

→ **Comment gérez-vous les stocks de nourriture et de médicaments ?**

- Suivi via feuilles Excel.
- Besoin d’alertes pour le réapprovisionnement.

→ **Voulez-vous suivre les coûts des aliments, traitements et dépenses ?**

- Oui, pour optimiser les dépenses liées à l’alimentation et la santé.

4. Gestion de la santé et des soins

→ **Comment suivez-vous la santé des animaux ?**

— Suivi manuel (naissances, soins, vaccinations).

→ **Souhaitez-vous recevoir des notifications ou rappels pour les soins médicaux ?**

— Oui, pour les étapes importantes du cycle, vaccinations et traitements.

→ **Comment gérez-vous les interventions vétérinaires ?**

— Besoin d'enregistrement des comptes rendus par les ouvriers pour une gestion à distance.

5. Fonctionnalités spécifiques pour l'application mobile

→ **Quelles actions souhaitez-vous pouvoir effectuer depuis un téléphone ?**

— Enregistrement des bêtes.

— Mise à jour quotidienne : réapprovisionnements, notifications.

→ **Avez-vous besoin d'une utilisation en mode hors-ligne ?**

— Non, pas nécessaire actuellement.

6. Gestion des utilisateurs et des rôles

→ **Avez-vous besoin de gérer plusieurs utilisateurs ?**

— Oui, principalement pour les ouvriers sur le terrain.

→ **Souhaitez-vous attribuer des rôles ou permissions spécifiques ?**

— Non, cela dépendra de l'évolution future du logiciel.

ANNEXE B

Annexe B : Gestion manuelle de l'élevage ovin et cycle de production

L'Annexe B documente les pratiques actuelles de gestion manuelle et le cycle de production en élevage ovin. Structurée en deux sections, elle détaille les registres manuels utilisés (B.1) et les étapes du cycle de production (B.2). Cette annexe met en lumière les défis de la gestion traditionnelle et les bases biologiques de l'élevage.

B.1 : Registres actuels de gestion manuelle de la ferme du Dr Lekhel Touazi

Les éleveurs ovins utilisent actuellement des registres manuels, souvent retranscrits dans des fichiers Excel, pour suivre les activités de leur troupeau. Dans le cadre de ce projet, le client, le Dr Touazi, nous a transmis ses propres registres Excel, utilisés quotidiennement par lui-même et ses ouvriers. Ces fichiers constituent la base sur laquelle nous avons travaillé pour identifier les informations nécessaires et structurer les données. Les registres fournis couvrent les aspects sanitaires, reproductifs, de croissance et de mortalité du troupeau. Toutefois, leur gestion manuelle engendre des difficultés en matière de traçabilité, de centralisation des données et d'efficacité. Les différents registres identifiés sont décrits ci-dessous :

- **Registre des médicaments** : recense les traitements administrés aux animaux. Les informations collectées incluent la date du traitement, le numéro de l'animal, son poids vif, les signes cliniques observés, le produit et la dose administrés, la voie d'administration, la date de fin du traitement, et des commentaires. Ce registre permet de suivre l'historique sanitaire, mais la saisie manuelle peut entraîner des omissions ou des erreurs.
- **Registre des saillies et mises-bas** : documente les accouplements et les naissances. Les données incluent le numéro et la race de la brebis, la date de la saillie, le numéro et la race du bélier, les résultats des diagnostics par palpation et échographie (positif ou négatif, avec date), les dates prévue et réelle de la mise-bas, le nombre d'agneaux femelles et mâles, et des remarques. L'absence de notifications automatiques complique la planification.
- **Registre des naissances** : détaille les informations sur les agneaux nouveau-nés. Les champs incluent le numéro et le sexe de l'agneau, la date de naissance, le poids, l'apparence également appelée phénotype (couleur, oreilles, cornes), le numéro et la race de la mère, le nombre d'agneaux vivants (femelles et mâles) et mort-nés par portée, le numéro et la race du père, et des remarques. Ce registre soutient la traçabilité, mais la saisie répétitive est chronophage.
- **Registre des pesées** : suit la croissance des agneaux. Les données incluent le numéro et le sexe de l'agneau, le poids et la date à la naissance, ainsi que les poids et dates à 2 semaines, 1 mois, 2 mois, 3 mois, et 4 mois. L'absence d'analyse automatisée limite son exploitation.
- **Registre des mortalités** : documente les décès d'animaux. Les données incluent la date du décès, le numéro de l'animal, les symptômes avant le décès (ex. fièvre, diarrhée, boiterie), la

durée des symptômes, des commentaires, et une classification des symptômes par catégorie (systémiques, respiratoires, digestives, nerveuses, cutanées, locomotrices, oculaires, ou mort subite). La classification manuelle est sujette à des erreurs.

B.2 : Cycle de production en élevage ovin

Le cycle de production en élevage ovin repose sur une gestion rigoureuse des étapes biologiques et organisationnelles, adaptées au type d'élevage (intensif, extensif, ou mixte). Les principales phases sont décrites ci-dessous :

- **Planification de la phase de reproduction** : Préparation des brebis pour l'accouplement. Cela inclut la définition de la période de lutte, l'évaluation de l'état corporel (score de 2.5 à 3.5 sur 5) et la synchronisation hormonale si nécessaire. L'évaluation manuelle du score corporel peut manquer de précision.
- **Accouplement (lutte)** : Dure environ 5 semaines (deux cycles œstraux). Les béliers sont introduits dans le troupeau selon un ratio adapté. La surveillance manuelle est requise pour confirmer les saillies.
- **Gestion de la période de gestation** : Dure 5 mois, divisés en deux périodes (0-3 mois et 4-5 mois). Les besoins alimentaires sont mal documentés. Le suivi inclut vaccinations, vermifuges, suppléments vitaminiques, mais manque de données nutritionnelles.
- **Suivi post-insémination** : Après confirmation de la gestation (par palpation ou échographie à 30-60 jours), la date prévue de mise-bas est estimée à +147 jours (variation de 142 à 152 jours).
- **Agnelage (mise-bas)** : Inclut le déplacement des brebis deux semaines avant la mise-bas, la surveillance et l'assistance si besoin, et l'enregistrement des naissances. L'alimentation spécifique n'est pas documentée.
- **Période de lactation et préparation à la reproduction** : Après la mise-bas, les brebis allaitent. On contrôle l'état corporel et la santé de la mamelle, tout en préparant la prochaine reproduction. L'absence de données alimentaires nuit à la gestion nutritionnelle.

B.3 : Méthodologie d'évaluation du score corporel et de la performance reproductive

Dans le cadre de l'intégration d'indicateurs de performance dans notre interface, une étude préalable a été menée sur les pratiques standard en élevage ovin afin de définir des critères quantifiables et adaptés au contexte de la ferme du Dr Touazi. Cette analyse repose à la fois sur une revue documentaire, les données issues des registres Excel transmis par le client, et plusieurs échanges avec ce dernier, qui a validé la pertinence de la méthode retenue.

Deux indicateurs clés ont été définis et intégrés dans notre système : - le ****Score Corporel (Body Condition Score – BCS)**** - le ****Score Global de Reproduction****

B.3.1 : Score corporel (Body Condition Score – BCS) Le score corporel permet d'évaluer l'état nutritionnel d'un ovin sur une échelle de 0 à 5 selon des critères de palpation des zones lombaires. La plage optimale pour la reproduction se situe entre 2.5 et 3.5.

Score	Interprétation
0	Cachexique – danger vital
1	Très maigre
2	Maigre
3	Idéal (bon état corporel)
4	Gras
5	Obèse

Dans notre interface, l'évolution du BCS est représentée sous forme de courbe dans le temps, permettant une anticipation des risques liés à la reproduction et un ajustement de l'alimentation.

B.3.2 : Score Global de Reproduction Ce score synthétique sur 10 a été conçu pour identifier les meilleurs reproducteurs. Il est calculé à partir de 4 critères pondérés extraits des registres :

Critère	Pondération	Évaluation optimale
Nombre de mises bas sur 12 mois	30 %	2 ou plus / an
Taux moyen de survie des petits	30 %	(vivants / total) × 100
Nombre moyen de petits par mise bas	20 %	Portées multiples valorisées
Intervalle moyen entre mises bas	20 %	Régularité reproductive

$$\text{Score global} = (C_1 \times 0.3) + (C_2 \times 0.3) + (C_3 \times 0.2) + (C_4 \times 0.2)$$

Exemple de calcul : - 2 mises bas/an → 10/10 - Taux de survie : 75 % → 7.5/10 - Moyenne de 3 petits → 6/10 - Intervalle de 5 mois → 8/10 → Score final = **8.05 / 10**

Dans l'interface, le score est affiché sous forme de badge coloré :

- **Score** < 5 : reproducteur faible
- **Score entre 5 et 6,9** : reproducteur moyen
- **Score** ≥ 7 : reproducteur performant

Utilité terrain : Ces indicateurs permettent une prise de décision rapide, l'identification des reproducteurs performants, et une meilleure planification des cycles de reproduction. L'approche favorise ainsi la productivité, la santé animale et la rentabilité de l'élevage.

Résumé

Ce mémoire présente la conception et le développement de **FarmConnect**, une plateforme SAAS web et mobile dédiée à la gestion des élevages ovins en Algérie. Elle répond aux besoins spécifiques des éleveurs face aux défis de la modernisation agricole et de la traçabilité.

En s'appuyant sur une analyse approfondie des besoins menée auprès d'un expert du domaine, ainsi que sur la méthodologie agile SCRUM, nous avons conçu une solution centralisée baptisée **FarmConnect**, intégrant des fonctionnalités clés telles que : le suivi des effectifs, la gestion sanitaire, la reproduction, l'alimentation et les stocks. L'interface a été pensée pour s'adapter aux différents profils utilisateurs, notamment les gestionnaires et les ouvriers agricoles.

La plateforme réalisée, développée avec des technologies modernes (*NestJS, React.js, Flutter*), garantit accessibilité, traçabilité et conformité aux normes algériennes. Elle comprend un tableau de bord analytique, une application mobile avec notifications intelligentes, et un système multilingue, contribuant à une gestion efficace et personnalisée des élevages.

Ce projet ouvre des perspectives prometteuses pour une gestion numérique durable et évolutive, adaptable à d'autres types d'élevage, tout en soutenant la transformation digitale du secteur agricole algérien.

Mots-clés : FarmConnect, plateforme SaaS, élevage ovin, gestion numérique, traçabilité, agriculture moderne, SCRUM, Algérie

Abstract

This thesis presents the design and development of **FarmConnect**, a web and mobile SaaS platform dedicated to the management of sheep farms in Algeria. It addresses the specific needs of breeders in the face of agricultural modernization and livestock traceability challenges.

Based on an in-depth needs analysis conducted with a domain expert and following the agile SCRUM methodology, we designed a centralized solution called **FarmConnect**, integrating key features such as livestock tracking, health management, reproduction monitoring, feeding, and inventory control. The interface is tailored to suit various user profiles, particularly farm managers and workers.

The platform, developed using modern technologies (*NestJS, React.js, Flutter*), ensures accessibility, data traceability, and compliance with Algerian standards. It includes an analytical dashboard, a mobile application with smart notifications, and multilingual support, offering an efficient and customized livestock management experience.

This project opens promising perspectives for a scalable and sustainable digital solution, adaptable to other types of livestock farming, while contributing to the digital transformation of Algeria's agricultural sector.

Keywords: FarmConnect, SaaS platform, sheep farming, digital management, traceability, modern agriculture, SCRUM, Algeria