2024-2025

DECONNINCK Corentin

EPHEC

Cattle Manager

Cahier de charge

# Introduction

## Cadre

Ce projet est réalisé dans le cadre du travail de fin d’études, en 4ème année du bachelier en informatique de gestion à l’EPHEC.

## Enoncé

Le projet doit comporter une base de données avec des contraintes d’intégrité. Une partie back-end doit être en charge des requêtes sur la base de données, ainsi que de l’application de la logique métier sur ces données. Cette partie doit rendre ces données disponibles au travers d’une Web API. Une partie front-end aura la charge de la présentation des informations au travers d’une interface utilisateur, à l’aide des données fournies par la Web API.

Le Projet doit comporter un ensemble suffisant de fonctionnalités. Au minimum doivent être présentes :

* Un système d’authentification.
* Un système d’autorisation au moyen de rôles et de permissions.

Les technologies pour les différentes parties du projet sont laissées au libre choix de l’étudiant.

# Description du projet

Le projet concerne une application de gestion d’un troupeau bovin. L’application doit permettre la gestion des différents aspects relatifs au cœur de métier de la gestion du bétail. Elle s’adresse aux exploitations agricoles familiales de petite ou moyenne taille. Elle est prévue pour la gestion du bétail bovin élevé sur le territoire Belge, et pour les différentes finalités d’un élevage (production de lait, de viande, etc..).

L’application offrira différentes fonctionnalités et se présentera sous la forme d’une application web d’une part, et d’une application mobile d’autre part.

Les fonctionnalités relatives à l’application seront les suivantes :

- Suivi individuel des têtes de bétail :

- Marquage,

- Arbre généalogique,

- Maladies et soins,

- Gestion des reproductions,

- Suivi des gestations

- Gestion des troupeaux : Planification et Suivi de l’alimentation, des vaccinations.

- Gestion des enclos, des stabulations, des prairies.

- Répartition du cheptel entre ces différents emplacements.

- Visualisation et marquage cartographique.

- Gestion des stocks de fourrage et de nourriture.

- Suivi des rendements et des quotas laitiers.

- Gestion des ventes de bétail.

- Organisation du planning des tâches quotidiennes/hebdomadaires.

- Calendrier de planification annuel.

Les différentes fonctionnalités sont interconnectées. Une exploitation utilisant l’application peut enregistrer plusieurs utilisateurs avec différents rôles et permissions :

Un utilisateur « gérant » pourra ajouter, modifier et supprimer tout type d’informations. Il pourra également créer des tâches et les assigner aux travailleurs.

Un utilisateur « travailleur » pourra être assigné à des tâches, et pourra encoder certaines informations relatives à la traite, des incidents etc.. ;

# Analyse du secteur

## Etat du secteur dans l’Union Européenne.

Le secteur agricole est un secteur clé de l’économie Européenne. Il représente 1,3 pourcent du PIB de l’Union européenne, pour un total de 224 milliards d’euros en 2023. Il s’agit également d’un secteur stratégique pour la politique de l’UE, qui lui garantit un niveau conséquent d’indépendance et de sécurité alimentaire. Il est pour cette raison encadré par la PAC (La politique agricole commune)

Les 27 pays de l’Union européennes comptaient en 2020 plus de 9 millions d’exploitations agricoles. Parmi celles-ci, 1,8 millions sont catégorisées comme relevant de l’élevage bovin. Une partie importante du cheptel bovin en Europe est située au sein des pays du Benelux.

## Etat du secteur en Belgique

En Belgique, on compte environ 36 exploitations agricoles, dont 80 pourcents sont dites « familiales ». En ce qui concerne l’élevage Bovin, le cheptel sur le territoire Belge est estimé en 2024 à environ 2,2 millions de têtes, dont 540 000 vaches laitières. Cela représente 3 pourcents de la population de l’élevage bovin dans l’union européenne.

## Caractérisation du secteur

Structure familiale

Sur les 13 millions de personnes travaillant dans une exploitation agricole au sein de l’UE, plus de 80 pourcents travaillent pour l’exploitation familiale.

Réglementation

La réglementation Européenne (Règlement (CE) n° 1242/2008 de la Commission) catégorise les types d’exploitations en fonction de la valeur monétaire de la production totale d’une exploitation. Sont définies cinq types pour la catégorisation d’une exploitation concernée par l’élevage bovin :

* Les exploitations laitières spécialisées
* Les exploitations bovines spécialisées à orientation élevage et viande
* Les exploitations bovines « combinées » => Elevage et viande
* Les exploitations de poly élevage (plusieurs types de cheptel, dont l’élevage bovin)
* Les exploitations mixtes grandes cultures-herbivores => Exploitations qui mixent culture et élevage.

# Etat de l’art

## Introduction

Il existe sur le marché une offre diversifiée de solutions logicielles de gestion pour les exploitations d’élevage de cheptel. On distingue deux grandes catégories parmi les solutions existantes.

1. D’une part, les solutions généralistes qui permettent la gestion d’une exploitation agricole mixte (élevage et culture)
2. D’autre part, les solutions spécialisées dans la gestion et le suivi d’une exploitation d’élevage de cheptel. Au sein de cette catégorie, on peut également noter plusieurs distinctions
   * Une différenciation par type de cheptel. Certaines solutions sont dédiées au suivie d’un type d’élevage unique (par exemple, un cheptel bovin). D’autres permettent la gestion de plusieurs types.
   * Pour les solutions concernées par l’élevage bovin, une différenciation par type de production : production laitière, production viandeuse, ou production mixte.

## Présentation des solutions existantes

Nous présentons ici une sélection de solutions logicielles existantes représentative des différentes formules, formes et fonctionnalités offertes actuellement sur le marché.

* ***FarmBrite***

[*https://www.farmbrite.com/*](https://www.farmbrite.com/)

*Solution tout-en-un de gestion de fermes*

* + Catégorie : Généraliste, tout-en-un
  + Type : Culture et élevage et élevage (bovin, ovin, porcin etc…)
  + Segment de marché : Petite/Moyenne exploitations
  + Zone géographique : Monde entier
  + Format : Application web et mobile
  + Jusqu’à 5000 tètes de bétail
  + Prix : de 30$ à 110 $ par mois
  + Clients actifs : 4000 +
* ***NavFarm***

[*https://www.navfarm.com/*](https://www.navfarm.com/)

*ERP de gestion de ferme universel*

* + Catégorie : Généraliste, tout-en-un
  + Type : Culture et élevage et élevage (bovin, ovin, porcin etc…)
  + Segment de marché : Petite/Moyenne exploitation
  + Zone géographique : Amérique du nord, Amérique du sude, Europe, Asie
  + Format : Application mobile
  + Prix : 20$ pour une petite exploitation individuelle, prix à la demande pour une offre plus complète.
  + Clients actifs : -
* ***Agrovision Cow***

[*https://agrovision.com/be-fr/*](https://agrovision.com/be-fr/)

* + Catégorie : Spécialisée, modulaire
  + Type : Elevage bovin/Production laitière
  + Segment de marché : Petite/Moyenne exploitation, Consultant en production laitière
  + Zone géographique : Europe
  + Format : Application web et mobile
  + Prix : -
  + Clients actifs : 19000 +
* ***HerdWarch***

[*https://herdwatch.com/*](https://herdwatch.com/)

* + Catégorie : Spécialisée, modulaire
  + Type : Elevage bovin et ovin/Production laitière
  + Segment de marché : Petites exploitation
  + Zone géographique : USA, Royaume-Uni, Irlande
  + Format : Application mobile
  + Prix : De 200€ à 400€ par an (fonction de la taille du cheptel)
  + Clients actifs : -
* ***CattleMax***

<https://www.cattlemax.com/>

*Logiciel de gestion des données spécialisée dans les ranchs.*

* Catégorie : Spécialisée
* Type : Elevage bovin
* Segment de marché : Moyenne/Grande exploitations
* Zone géographique : Amérique du nord
* Format : Application Destkop et mobile
* Prix : -
* Client actifs 80000 +

## Fonctionnalités proposées

Parmi les solutions logicielles analysées dans cette section, un large panel de fonctionnalités sont proposées. Le type et la nature de celles-ci pour chaque logiciel va dépendre de divers facteurs tels que le segment de marché ciblé ou la région géographique concernée. Selon les offres, les fonctionnalités font partie d’un bloc commun ou se présentent de manière modulaire. En outre, elles sont souvent interconnectées ou interdépendantes.

Cette section présente une liste non exhaustive de ces fonctionnalités, illustrées d’exemples visuels.

Gestion de troupeau

Cette fonctionnalité, commune à la majorité des applications analysées, regroupe la collecte et l’affichage d’informations collectives et individuelles sur les animaux du troupeau d’une exploitation. La gestion collective se présente généralement sous forme de tableaux, tandis que des fiches individuelles par animal permettent la gestion individuelle. En plus des caractéristiques liées à un animal, une fiche individuelle affiche des éléments tels que l’historiques des actions liées à cet animal, sa généalogie, son statut au regard de la production laitière ou des informations commerciales.

Figure : Gestion du troupeau par FarmBrite

Une image contenant texte, capture d’écran, nombre, logiciel

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Figure : Historique des actions pour un animal par CattleMax

Une image contenant texte, capture d’écran, Police

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Suivi de la production laitière

Le suivi de la production laitière comprends le suive des traites et l’enregistrement des volumes laitiers. Cet enregistrement peut se faire via un encodage manuel ou de manière automatique via une connexion à l’API du logiciel d’une salle de traite. Cette fonctionnalité va généralement de pair avec des possibilités avancées de reporting statistiques sur les volumes de production par vache et pour le troupeau dans son ensemble.

Informations d’achats et de ventes

Ce type de fonctionnalités regroupe l’enregistrement des données relatives aux achats et ventes de bétail, aux acheteurs et aux prix.

Suivi sanitaire

Le suivi sanitaire regroupe l’enregistrement de tous les types de données et évènements relatifs à la santé de chaque animal du troupeau : les maladies, les blessures, les traitements médicamenteux, les vaccins ainsi que les interventions vétérinaires.

Gestion des reproductions

La gestion des reproductions comprend le suivi des périodes de chaleur, l’enregistrement des reproductions, le calendrier des vêlages à venir.

Figure : Gestion des vêlages par AgrovisionCow

Une image contenant texte, capture d’écran, nombre, Police

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Gestion de pâturages

Les fonctions relatives aux pâturages ont pour but de gérer la répartition du troupeau à travers les différents pâturages de l’exploitation, la planification des mouvements ou le contrôle de la qualité et de la longueur de l’herbe. Ces fonctions sont généralement couplées avec un mécanisme de représentation visuelle sur une carte (type Google map).

Figure : Gestion des paturages avec FarmBrite

Une image contenant texte, capture d’écran, carte

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Gestion de l’alimentation

Les fonctionnalités liées à la gestion de l’alimentation combinent le suivi des stocks de fourrages et la planification des rations alimentaires en fonction de facteurs environnementaux ou des résultats de la production laitière.

Gestion d’inventaire

Il s’agit de la gestion des stocks de matériel et de consommables liés à l’activité d’élevage.

Organisation du travail

Cette catégorie de fonctionnalités a pour objet l’organisation du travail d’une exploitation, à savoir la planification, l’attribution et le suivi de tâches aux utilisateurs enregistrés de l’application. Cela va de pair avec la gestion des utilisateurs. On peut également mentionner les fonctions de calendrier des tâches et de gestion des horaires, de Todo-list ou de tableau kanban, d’organisation en équipes et de time-tracking.

Figure : Gestion des tâches avec FarmBrite

Une image contenant texte, logiciel, Page web, Icône d’ordinateur

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Intégration logicielle

Les solutions analysées offrent différents niveaux d’intégration avec des outils logiciels et matériels externes.

* Avec les logiciels connectés des salles de traites pour l’enregistrement des volumes laitier.
* Avec des distributeurs automatiques de nourritures connectés à la gestion des stokcs de nourriture et à la planifcation de l’alimentation pour chaque animal.
* Avec des capteurs matériels attachés directement aux animaux du troupeau.

Une image contenant oiseau, noir, bec, orange

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.Par exemple, des capteurs d’oreille ou des capteurs par collier enregistrent plusieurs types de données et prévoient des interfaces applicatives pour la récupération aisée de ces données par un logiciel de gestion.

## Tableaux comparatifs des solutions analysées

Caractéristiques

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Solution*** | Catégorie | Type | Segment de marché | Zone Géographique | Format | Clients actifs |
| *FarmBrite* |  |  |  |  |  |  |
| *NavFarm* |  |  |  |  |  |  |
| *Agrovision Cows* |  |  |  |  |  |  |
| *HerdWatch* |  |  |  |  |  |  |
| *CattleFarm* |  |  |  |  |  |  |

Fonctionnalités

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Solution*** | *FarmBrite* | *NavFarm* | *Agrovision Cow* | *HerdWatch* | *CattleFarm* |
| ***Fonctionnalités*** |
| Gestion de troupeau | X | X | X | X | X |
| Suivi de production laitière | X |  | X | X |  |
| Informations d’achats et de ventes | x | x |  |  | x |
| Suivi sanitaire | X |  |  | X |  |
| Gestion des reproductions | X |  |  | X |  |
| Gestion de pâturages | X |  |  | X |  |
| Gestion de l’alimentation | X |  |  |  |  |
| Gestion d’inventaire | x | x |  |  |  |
| Organisation du travail | x |  |  |  |  |
| Intégration logicielle | X |  | X | X | X |

# Analyse Métier

## Description des intervenants

**Les utilisateurs « gérants »** : Il s’agit du ou des responsables de l’exploitation agricole, ou de toute personne responsable de la gestion du bétail. Un gérant est en mesure d’ajouter, modifier ou supprimer les informations relatives aux animaux, aux groupes, aux enclos, aux stocks de nourriture. Il peut également encoder tout type d’évènement (maladie, soin, gestation, traite, …). Un gérant peut créer des tâches récurrentes ou uniques et les assigner aux travailleurs de son choix.

**Les utilisateurs « travailleurs »** : Il s’agit de toute personne en charge d’effectuer les tâches manuelles relatives à l’entretien du bétail et de l’exploitation. Un travailleur peut être assigné par un gérant à des tâches et pourra afficher les tâches lui étant attribuées pour une journée sur l’application. Il pourra ajouter ou modifier certaines informations et évènements.

## Exigences Fonctionnelles

### *Fonctionnalité Gérant*

|  |  |
| --- | --- |
| *Code* | *Description* |
|  | S’authentifier |
|  | Visualiser le calendrier saisonnier |
|  | Visualiser le calendrier des tâches |
|  | Ajouter/Modifier/Supprimer une tâche récurrente |
|  | Ajouter/Modifier/supprimer une tâche unique |
|  | Visualiser la liste des travailleurs |
|  | Assigner un travailleur à une tâche |
|  | Visualiser les stocks de nourritures |
|  | Modifier un stock de nourriture |
|  | Visualiser la liste des enclos |
|  | Ajouter/Modifier/Supprimer un enclos |
|  | Modifier les détails d’un enclos sur la carte |
|  | Visualiser la liste des animaux |
|  | Ajouter/Modifier la fiche d’un animal |
|  | Visualiser la liste des groupes |
|  | Ajouter/Modifier/Supprimer un groupe |
|  | Visualiser les statistiques de production laitière du troupeau/animal |

### *Fonctionnalités Travailleur*

|  |  |
| --- | --- |
| *Code* | *Description* |
|  | S’authentifier |
|  | Visualiser la liste de tâches quotidienne |
|  | Visualiser la liste des enclos |
|  | Visualiser la liste des groupes |
|  | Visualiser la liste des animaux |
|  | Encoder un signalement |
|  | Encoder un traitement |
|  | Encoder une gestation |
|  | Encoder une traite |
|  | Encoder un incident |

# Analyse fonctionnelle

## Présentation du site

#### Schéma général

Une image contenant diagramme, Plan, Dessin technique, Rectangle

Description générée automatiquement

#### Page principale

Une image contenant texte, capture d’écran, nombre, logiciel

Description générée automatiquement

## Cas d’utilisation

#### S’authentifier

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur de s’identifier sur le portail web.

#### Visualiser le calendrier saisonnier

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur de visualiser un calendrier des tâches saisonnières

#### Visualiser le calendrier des tâches

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur gérant de visualiser la liste des tâches. Il peut accéder à une vue sous forme de liste, de calendrier quotidien, hebdomadaire ou mensuel. Il peut sélectionner une tâche pour en voir le détail. Il peut également ajouter ou supprimer une tâche, ou assigner une tâche à un travailleur. Il peut filtrer l’affichage selon des critères (travailleur assigné, type de tâche, etc…)

#### Ajouter/Supprimer/Modifier une tache récurrente

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur gérant de sélectionner une tâche récurrente depuis le calendrier ou la liste des tâches récurrentes pour en voir le détail et la modifier. Il peut également ajouter ou supprimer une tâche récurrente.

#### Ajouter/Supprimer/Modifier une tâche unique

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur gérant de sélectionner une tâche unique depuis le calendrier ou la liste des tâches pour en voir le détail et la modifier. Il peut également ajouter ou supprimer une tâche.

#### Visualiser la liste des travailleurs

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur gérant de visualiser la liste des travailleurs, leur disponibilité et leur tâches respectives pour la journée/Semaine/Mois à venir.

#### Assigner un travailleur à une tâche

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur gérant d’assigner un travailleur à une ou plusieurs tâches.

#### Visualiser les stocks de nourriture

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur gérant de visualiser les stocks de nourriture.

#### Ajouter/Modifier un stock de nourriture

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur gérant d’ajouter ou de modifier un stock de nourriture.

#### Visualiser la liste des enclos

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur gérant de visualiser la liste des enclos.

#### Modifier/Ajouter/Supprimer un enclos

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur gérant de sélectionner un enclos pour en voir le détail et le modifier. Il peut également ajouter un enclos ou supprimer un enclos sous certaines conditions.

#### Visualiser la liste des animaux

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur gérant de visualiser la liste des animaux. Il peut filtrer selon différents critères (enclos/groupe).

#### Ajouter/Supprimer/Modifier une fiche d’un animal

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur gérant d’ajouter ou de modifier la fiche d’un animal.

#### Visualiser la liste des groupes

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur gérant de visualiser la liste des groupes. Il assigner un animal à ou groupe ou désassigner un animal d’un groupe.

#### Ajouter/Supprimer/Modifier un groupe

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur gérant d’ajouter, de modifier ou de supprimer un groupe.

#### Visualiser la liste des tâches quotidiennes

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur travailleur de visualiser la liste de ses tâches pour la journée. Il peut marquer une tâche comme « terminée ».

#### Encoder un signalement

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur travailleur d’encoder un signalement/incident relatif à un enclos ou un animal.

#### Encoder une intervention

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur travailleur, depuis la fiche d’un animal, d’encoder les informations relatives à une intervention pour cet animal, et de mentionner un éventuel intervenant.

#### Encoder une gestation

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur travailleur, depuis la fiche d’un animal, d’encoder les informations relatives à une gestation pour cet animal.

## Description détaillée des cas d’utilisation

#### Encoder une traite

Ce cas d’utilisation permet à un utilisateur travailleur, depuis la page d’encodage des traites, d’encoder les informations relatives à une traite pour une date donnée et un ou plusieurs animaux concernés.

Préconditions

- L’utilisateur est authentifié sur le portail et sur la page des traites.

- Un ou plusieurs animaux sont disponibles pour la traite.

# Schéma relationnel de la solution

### Schéma Relationnel

Une image contenant diagramme, texte, Plan, Dessin technique

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

### Schéma Entité-Association

Une image contenant texte, capture d’écran, diagramme, Police

Description générée automatiquement

# Analyse Technique

## Choix technologiques

* La base de données relationnelle utilisera Microsoft SQL Server (Version 2022).
* La base de données NoSql utilisera MongoDB.
* Le Backend sera réalisé dans le framework .Net (.Net 8).
* L’accès aux données SQL Server se fera via l’ORM Entity Framework.
* L’application web sera réalisée avec le framework javascript Angular (Version 19).
* L’application mobile sera réalisée avec le framework Flutter (Version 3).

## Architecture applicative

### Base de données

Les données relatives aux entités telles que décrites dans le schéma relationnel seront contenues dans une base de données relationnelle SQL Server. L’intégrité relationnelle des données sera garantie par l’utilisation de clés étrangères.

Des données annexes, susceptible de changer avec le temps et dont l’intégrité référentielle n’est pas importante pour l’activité, seront stockées dans une base de données NoSql de type « documents ».

### Back-end

L’architecture back-end du projet sera structurée selon les principes de la « Clean Architecture ».

* Une couche « Domain » contient les classes représentant les entités liées au domaine d’activité. Dans ce type d’architecture, cette couche est le point de départ dont dépendent les autres couches. Elle ne dépend pas d’autres couches.
* Une couche « Application » contient la logique business. Elle dépend de la couche « Domain ».
* Une couche « Presentation » contient toute la partie liée à l’interface utilisateur. Elle dépend de la couche « Application ».
* Une couche « Persistence » contient la logique d’accès aux données. Elle dépend de la couche « Domain ».

Cette architecture présente plusieurs avantages :

* Le domaine d’activité est au centre du processus.
* Un couplage faible entre la logique business et les autres couches qui relèvent du détail d’implémentation : l’interface utilisateur et le stockage des données.

Description détaillée des couches architecturales

#### La couche « Persistence »

Cette couche permettra l’accès aux données. L’accès aux données relationnelles sera réalisé au moyen d’un ORM. Cette couche aura une dépendance sur la couche application de par l’implémentation d’interfaces qui seront définies dans la couche application. Elle aura également une dépendance directe sur la couche « Domain », nécessaire dans ce cas-ci du fait de l’utilisation d’un ORM spécifique (Entity Framework).

#### La couche « Domain »

Cette couche contiendra les entités dont dépendent les autres couches.

#### La couche « « Application »

Cette couche aura une dépendance directe sur la couche « Domain. Elle aura également une dépendance sur la couche Persistence. Les interfaces définies dans la couche application seront implémentées dans la couche Persitence et injectées par injection de dépendance.

#### La couche « Presentation »

Cette couche sera divisée entre une partie Backend et une partie FrontEnd.

Au niveau du backend, une Web API permettra de répondre à des requêtes HTTP au moyen de classes de contrôleurs. La Web API aura une dépendance directe sur la couche Application.

Une image contenant diagramme, texte, Plan, croquis

Description générée automatiquement

## Front-end

Pour la partie Frontend, une application web et une application mobile serviront d’interface utilisateur.

### Application web

L’application web sera réalisée avec le Framework javascript Angular.

Angular est…

La gestion d’état (state management) sera basée sur la bibliothèque NGXS, laquelle implémente une version simplifiée du design pattern CQRS pour la gestion du state global de l’application. Les composants angulars interagissent avec le back-end via des classes intermédiaires, appelées actions, lesquelles réalisent les appels vers le back-end. Les données récupérées sont stockées dans le store. Les composants peuvent ensuite lire les parties du store nécessaires via des sélecteurs.

Une image contenant diagramme, texte, capture d’écran, cercle

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

### Application mobile

…