

RAPPORT DE STAGE POUR L'OBTENTION DU

MASTER 2 : SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE DES MALADIES HUMAINES ET ANIMALES de l'Ecole vétérinaire d'Alfort, l'université Paris Est Créteil, Paris-Saclay et le Cirad

**Biosécurité en élevage de ruminants : étude de la perception des éleveurs vis-à-vis de leur niveau de maîtrise des mesures de biosécurité**

Présenté par

**Ingrid Tatiana MOTTA RAMIREZ**

Réalisé sous la direction de Carole SALA, Floriane BOUCHER et Valentine GUETIN-POIRIER

**Période de stage** : 02/01/2023 au 15/06/2023

**Structure de stage** : GDS France

Date de soutenance : 26/06/2023, A l'école vétérinaire d'Alfort

Année scolaire 2022-2023

## Remerciements :

A Mme. Valentine GUETIN-POIRIER, qui a accepté d'être la cotutrice du stage. Je te remercie pour ta grande patience tout au long de ce stage et pour ton accompagnement constant.

A Mme. Carole SALA et Mme. Floriane BOUCHER, qui ont accepté de me prendre en stage et d'être mes tutrices durant cette période, je vous remercie pour tous vos conseils ainsi que l'aide que vous m'avez apporté lorsque j'en avais besoin.

A l'équipe GDS France, pour l'accueil reçu au sein de la structure, vous m'avez fait sentir comme un membre en plus au sein de l'équipe pendant ces derniers moi.

Aux amis qui m'ont soutenu tout au long de cette période et n'ont pas hésité à me porter de l'aide quand j'en ai eu besoin.

A ma famille dans son intégralité, qui malgré les milliers de km qui nous séparent, a toujours été présente, tout particulièrement à ma mère, qui est mon pilier fondamental et à mon frère Hugo qui est la moitié de ma vie. Tous les deux sont ceux qui m'ont motivé depuis le début jusqu'à la fin.

Et surtout à mon père qui je le sais et fier de moi, malgré qu'il ne soit plus sur terre... C'est grâce à toi que je suis là.

## Agradecimientos :

A la Sra. Valentine GUETIN-POIRIER, quien accedió a ser cotutora de la pasantía. Gracias por su gran paciencia a lo largo de esta pasantía y por su constante apoyo.

A la Sra. Carole SALA y la Sra. Floriane BOUCHER, quienes aceptaron tomarme en prácticas y ser mis tutoras durante este período, les agradezco todos sus consejos, así como la ayuda que me brindaron cuando la necesité.

Al equipo de GDS France, por la acogida recibida dentro de la estructura, me hicieron sentir como un miembro más del equipo durante estos los últimos meses.

A los amigos que me han apoyado a lo largo de este período y no han dudado en brindarme ayuda cuando la necesitaba.

A Dani que me apoyó, cuando me sentía incapaz de lograrlo.

A mi familia en su integridad, que a pesar de los miles de km que nos separan siempre han estado presentes, particularmente a mi mamá que es mi pilar fundamental y a mi hermano Hugo que es la mitad de mi vida, ambos son los que me motivaron de principio a fin! A mis sobrinitos, que espero les sirva de ejemplo para que sean persistentes y no crean que nada les puede quedar grande, los quiero mucho.

Y en especial a mi papá quien yo sé, estará muy orgulloso de mí, a pesar de que ya no esté presente físicamente... Es gracias a ti que estoy aquí.

## Résumé court

La biosécurité en élevage représente un ensemble de mesures préventives pour préserver la santé des animaux, des humains et de l'environnement dans les élevages bovins en France. Son objectif principal est de prévenir l'introduction, la diffusion au sein de l'élevage et la propagation de pathogènes à l'extérieur de l'élevage. Les mesures de biosécurité dépendent des conditions géographiques et épidémiologiques de la zone dans laquelle sont situés les élevages, du type d'animaux, du type de production et des pratiques d'élevage (intensives ou extensives). Ces mesures doivent s'adapter à chaque exploitation. Pour ce faire, de nombreux organismes sont impliqués dans la mise en place des mesures de biosécurité en élevage bovin en France. Afin d'encourager les éleveurs à les mettre en place, de nombreux outils et des formations ont été créés et mis à disposition des éleveurs. GDS France a mis en place une grille d'autoévaluation des mesures de biosécurité dans les élevages bovins, afin de permettre aux éleveurs d'estimer leur niveau de biosécurité et de mettre en évidence leurs points forts et leurs points à améliorer. Une analyse de ces grilles a été réalisée afin de comprendre la perception des éleveurs vis-à-vis de l'application de ces mesures. Pour analyser les données issues de la saisie en ligne de cette grille, deux méthodes d'analyse multidimensionnelles ont été utilisées. En vue du grand nombre de variables analysées, c'est une analyse par composantes multiples (ACM) et plusieurs analyses factorielles multiples (AFM) qui ont été effectuées. L'objectif étant d'observer si les mesures de biosécurité avaient un lien particulier entre elles en vue d'améliorer les pratiques et les outils de formation et sensibilisation à la biosécurité proposée aux éleveurs et aux formateurs. L'ACM a montré que les élevages qui priorisaient la mise en place de mesures concernant la biosécurité externe ainsi que les pratiques liées aux contrôles des cadavres et à la maîtrise des pâturages, n'appliquaient pas correctement les mesures en lien avec la biosécurité interne et inversement. L'AFM a permis de donner une meilleure visualisation de l'ensemble des données en organisant les variables en plusieurs groupes afin d'étudier les liens entre ces groupes de variables et non par variable individuelle.

**Mots clés** : Biosécurité en élevage bovin, GDS France, analyse multidimensionnelle, ACM, AFM, autoévaluation

## Résumé long

L'application de mesures de biosécurité dans les élevages bovins est d'une importance fondamentale afin de garantir la santé des animaux, de minimiser les risques de maladies et d'assurer la sécurité alimentaire. Ces mesures sont un des principaux outils de prévention face à l'introduction, l'installation et la diffusion de pathogènes aux élevages. Elle doit être adaptée aux caractéristiques de chaque exploitation puisque les élevages ont tous des caractéristiques différentes en ce qui concerne la zone géographique à laquelle ils sont localisés, les conditions épidémiologiques des zones géographiques dans lesquelles ils se situent, du type d'animaux qu'ils élèvent, du type de production qu'ils emploient, etc... La biosécurité comporte deux composantes clés : la biosécurité interne et la biosécurité externe. La biosécurité interne concerne les mesures prises au sein de l'élevage pour limiter la circulation des agents pathogènes, tandis que la biosécurité externe contrôle l'entrée et la sortie des pathogènes.

En premier lieu, une révision bibliographique a été réalisée, afin de comprendre : les enjeux auxquels font face les élevages bovins en France à propos de la biosécurité, la réglementation existante sur la biosécurité en Europe mais également au niveau national, les organismes responsables de l'application des mesures en France, ainsi que des outils disponibles qui facilitent la diffusion et l'application des mesures aux éleveurs.

La mise en place de mesures de biosécurité adaptées en élevage bovin impliquent plusieurs étapes clés. Tout d'abord, il est essentiel d'identifier les risques spécifiques à l'élevage en question. Les éleveurs doivent évaluer leurs pratiques actuelles de biosécurité afin de repérer les points critiques et les points forts. Ils doivent également prendre en compte les maladies spécifiques auxquelles leurs bovins sont exposés en fonction de la situation épidémiologique de leur région. Il est également important que les éleveurs aient connaissance des modes de transmission des maladies afin de renforcer leurs mesures de biosécurité. Une fois que ces risques sont identifiés, les éleveurs doivent définir et mettre en place des zones spécifiques dans leur exploitation, grâce à une signalétique appropriée qui indique le sens de circulation ainsi que les zones réservées au personnel autorisé. Cela inclut la création de zones publiques, professionnelle et d'élevage. Il est important que les éleveurs aient une zone de quarantaine, et une zone d'infirmier afin de séparer les animaux qui ont potentiellement le risque de transmettre des maladies aux autres animaux de l'élevage et de stopper la diffusion. Les éleveurs doivent également maintenir de bonnes conditions d'hygiène en désinfectant régulièrement le matériel utilisé ainsi que les bâtiments. Il faut également que les éleveurs aient une surveillance constante des signes de maladies chez les bovins, ainsi ils doivent travailler en étroite collaboration avec les vétérinaires afin de mettre en place des protocoles de surveillance adaptés.

La réglementation européenne reconnaît l'importance de la biosécurité dans les exploitations agricoles, mais ne fournit que des dispositions générales. Cependant chaque pays membre peut définir sa propre réglementation nationale qui doit être adaptée à sa situation. En France, bien qu'il n'existe pas de réglementation spécifique à la biosécurité en élevage bovin, des mesures sont mentionnées dans certains arrêtés et règlements, notamment en lien avec des maladies spécifiques.

Des organismes tels que les Chambres d'agriculture, l'IDELE et les GDS fournissent des conseils, des formations et des outils pour promouvoir la biosécurité et aider les éleveurs. L'objectif est de renforcer les connaissances et l'intérêt des éleveurs envers la biosécurité en élevage, et d'assurer une mise en

œuvre adéquate des mesures. Un des outils qui a été mis en place par GDS France est une grille d'autoévaluation sur les mesures de biosécurité en élevage destinée aux éleveurs de bovins en France.

Néanmoins, lorsque les mesures de biosécurité sont analysées, il faut observer de nombreux éléments ce qui peut entraîner des difficultés lors de l'analyse des résultats de ces grilles. C'est pour cela que l'objet de ce rapport de stage, a été d'apporter une valorisation des données tout en apportant une vision globale des résultats qui est possible grâce aux méthodes d'analyse multidimensionnelles.

L'analyse multidimensionnelle permet de traiter plusieurs variables pour obtenir une synthèse complète des données. Les méthodes comprennent l'ACP pour les données numériques, l'ACM pour les données qualitatives et l'AFC pour analyser deux variables qualitatives. Ces méthodes génèrent également des tableaux qui fournissent des informations statistiques sur la structure de l'analyse, les contributions des variables et les modalités sur les axes factoriels. Les valeurs propres, les  $\cos^2$  et les contributions sont des mesures statistiques utilisées pour aider l'interprétation des résultats et l'identification des variables ou modalités les plus importantes. L'analyse factorielle multiple (AFM) permet quant à elle, de résumer et de visualiser des données complexes en regroupant les variables en fonction de différents objectifs. Elle examine les relations entre les variables au sein de chaque groupe et entre les groupes de variables. Les résultats sont similaires à ceux obtenus pour l'ACM (« biplots » d'individus, de variables et des tableaux qui aident à l'interprétation des résultats), néanmoins ils apportent en plus, l'information synthétisée dans cercle de corrélation qui permet de comprendre les associations entre les groupes de variables et les dimensions observées.

Les données avaient été préparées préalablement pour une première analyse descriptive. Les élevages ont été classés selon la typologie d'OMAR (observatoire de la mortalité des animaux et de rente), et les régions ont pu être identifiées (12 régions ont participé à la saisie de la grille) à partir des informations fournies par les éleveurs. Les grilles incomplètes ainsi que les tests réalisés ont été exclues de l'analyse. La participation des élevages laitiers et allaitant étaient presque la même.

Une préparation des données a été réalisée avant l'analyse. Les variables ont dû être renommées afin d'améliorer la visibilité sur les graphiques, les modalités de réponse ayant eu une fréquence inférieure à 5% ont été regroupées dans l'objectif d'apporter une structuration des données. Un total de 75 variables ont été retenues pour l'analyse après le regroupement des modalités. Afin d'effectuer l'AFM, trois propositions de regroupement de variables ont été données. L'analyse s'est réalisée à l'aide du logiciel RStudio ainsi que de ses packages associés.

Les résultats obtenus ont permis de comprendre en premier lieu la structuration des données. Les dimensions obtenues avec les deux méthodes d'analyse utilisées, avaient une variance faible ce qui supposait d'une faible structuration des données obtenues à l'issue de l'autoévaluation des mesures de biosécurité. Ce problème de structuration a pu être dû à la faible variabilité entre les variables analysées. Malgré cette faible structuration, il a été possible de comprendre quel étaient les profils des répondants et quels étaient les mesures qui avaient un fort lien entre elles.

Néanmoins, cette analyse contient plusieurs limitations et problèmes. D'abord, il a été difficile de déterminer si toutes les grilles remplies par les éleveurs avaient été postérieurement soumises en ligne, ce qui compromet l'exhaustivité des données disponibles pour l'analyse. L'anonymat des données limite l'accès aux GDS aux résultats de leurs éleveurs adhérents, ce qui peut réduire la motivation des GDS à diffuser la grille d'évaluation. De plus, l'accès à la grille d'auto-évaluation en ligne n'est pas disponible sur tous les sites internet des GDS, ce qui restreint sa diffusion. Les méthodes d'analyse des données, telles que l'analyse des correspondances multiples (ACM) et l'analyse

factorielle multiple (AFM), offrent des avantages mais sont sensibles à la structure et à la variance des données, ce qui peut limiter leur interprétation.

La représentativité des résultats est remise en question en raison de la surreprésentation de certaines régions, ce qui a pu entraîner un biais de représentation dans les pratiques d'élevage et compromettre l'analyse globale de la biosécurité. Les données elles-mêmes présentaient des limites, notamment le manque d'explications détaillées pour certaines questions de la grille, ce qui a pu entraîner une interprétation erronée des questions. Certaines questions présentaient plusieurs idées regroupées, ce qui a rendu difficile la compréhension de la maîtrise réelle de chaque pratique par les éleveurs.

En résumé, l'étude souligne les limites liées à la collecte des données, à la représentativité des résultats, à la qualité des réponses, ainsi qu'aux méthodes d'analyse utilisées. Ces limitations nécessitent une prise en compte lors de l'interprétation des résultats de l'évaluation de la biosécurité dans l'élevage bovin en France. Une classification hiérarchique ascendante est recommandée pour mieux comprendre les typologies d'élevages et identifier les différences dans les pratiques et les obstacles rencontrés par les éleveurs.

## Liste des abréviations

**ACM** : analyse des correspondances multiples

**ACP** : Analyse en composante principales

**AFC** : analyse factorielle des correspondances

**ANSES** : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

**CNE** : confédération nationale des élevages

**DDPP** : Les Services vétérinaires officiels relevant des Directions départementales de la protection des populations

**IDELE** : L'Institut technique de l'élevage (IDELE)

**LSA** : loi de santé animale

**Numéro EDE** : numéro des établissements d'élevage

**OMAR** : observatoire de la mortalité des animaux et de rente

**RSD** : Règlement sanitaire départemental

**SECURIVO (de l'IDELE)** : Outil d'autoévaluation du niveau de biosécurité des élevages de veaux de boucherie

**CAH** : Classification hiérarchique ascendante

## Liste des figures

Figure 1 Schéma du tableau de données utilisé pour une ACM _____	20
Figure 2 Schéma d'un tableau disjonctif complet (TDC) _____	20
Figure 3 Principe de représentation géométrique des données lors d'une ACM (Lebart et al., 1995) _	21
Figure 4 Représentation graphique du tableau X utilisé pour l'AFM (Pages, 1984) _____	23
Figure 5 Principe de représentation d'un cercle de corrélation dans une AFM _____	23
Figure 6 Échelle de la gestion des risques sanitaires proposée à l'éleveur répondant pour se positionner suite à ses réponses à la grille d'autoévaluation de biosécurité bovine de GDS France __	25
Figure 7 Schéma représentant la sélection des grilles d'autoévaluation du niveau de biosécurité dans les élevages bovins utilisées pour l'analyse des données _____	25
Figure 8 Nombre de grilles saisies au cours du temps _____	26
Figure 9 Graphique du nombre de grilles saisies selon les régions _____	26
Figure 10 Graphique de la répartition du type d'atelier en fonction des grilles saisies _____	27
Figure 11 Représentation graphique des individus selon les 2 premières dimensions analysées de l'ACM _____	30
Figure 12 Représentation des variables-modalités de l'ACM sur les deux premières dimensions ____	32
Figure 13 Représentation graphique des groupes de l'AFM 1 pour les 3 dimensions _____	33
Figure 14 Cercle de corrélation des groupes de l'AFM 1 _____	35
Figure 15 Représentation graphique des groupes de l'AFM 2 pour les 3 premières dimensions ____	36
Figure 16 Cercle de corrélation des groupes de l'AFM 2 _____	37
Figure 17 Représentation graphique des groupes de l'AFM 3 _____	38
Figure 18 Cercle des corrélations des groupes de l'AFM 3 _____	39



## Liste des tableaux

Tableau 1	Tableau de fréquences des modalités de réponse des variables	28
Tableau 2	Extrait des valeurs propres des 24 premières dimension de l'ACM	30
Tableau 3	$\text{Cos}^2$ des variables illustratives de l'ACM	31
Tableau 4	Valeurs propres des 23 premières dimensions de l'AFM1	33
Tableau 5	Contributions des groupes des variables aux axes de l'AFM 1	34
Tableau 6	$\text{Cos}^2$ des groupes de variables de l'AFM 1	34
Tableau 7	Valeurs propres des 24 premières dimensions de l'AFM 2	35
Tableau 8	Contributions des groupes de l'AFM 2	36
Tableau 9	$\text{Cos}^2$ des groupes de l'AFM 2	37
Tableau 10	Valeurs propres des 22 premières dimensions de l'AFM 3	38
Tableau 11	Contribution des groupes de l'AFM2	39
Tableau 12	$\text{cos}^2$ des groupes de l'AFM 3	39

## Liste des annexes

<i>Annexe 1 Grille d'autoévaluation des mesures de biosécurité dans les élevages bovins (GDS France, dernière version –v3)</i>	47
<i>Annexe 2 Nom des variables correspondant aux questions de la grille d'autoévaluation et leurs groupes d'appartenance pour chaque AFM réalisée</i>	54
<i>Annexe 3 Contributions des variables de l'ACM</i>	57
<i>Annexe 4 Cos2 des variables de l'ACM</i>	59

## Table des matières

Introduction .....	12
Synthèse bibliographique .....	13
I- Généralités sur la biosécurité en élevage bovin .....	13
II- Aspects réglementaires de la biosécurité .....	13
1. Règlements européenne .....	13
2. Règlements sur la biosécurité en élevage en France .....	14
III- Moyens de diffusion et mise en œuvre des mesures de biosécurité dans les élevages bovins français .....	15
1. Organismes impliqués de la biosécurité en élevage en France .....	15
2. Outils et moyens de diffusion pour la mise en place des mesures de biosécurité .....	16
3. Mise en place des mesures de biosécurité dans les élevages bovins .....	17
4. La biosécurité sur le terrain .....	18
IV- Les analyses multidimensionnelles .....	19
1. Le choix de la méthode .....	19
2. L'analyse de correspondances multiples (ACM) .....	20
3. L'analyse Factorielle Multiple (AFM) .....	22
Travail personnel .....	24
I- Matériels et méthodes .....	24
1. Source de données .....	24
2. Préparation des données .....	27
3. Analyse des données .....	28
II- Résultats .....	29
1. Analyse des correspondances multiples .....	29
2. AFM .....	32
2.1 AFM – 1 (9 groupes) .....	33
2.2 AFM – 2 (6 groupes) .....	35
2.3 AFM – 3 (3 groupes) .....	37
III- Discussion .....	39
1. Matériel .....	40
Nombre de grilles .....	40
Représentativité .....	40
Limite sur la qualité des données .....	41
2. Méthode .....	42

3. Résultats.....	42
IV- Conclusion et perspectives .....	43
Références bibliographiques : .....	44
Annexes. ....	47

## Introduction

L'application de mesures de biosécurité dans les élevages bovins est d'une importance capitale afin de garantir la santé des animaux, de minimiser les risques de maladies et d'assurer la sécurité alimentaire. Ces mesures sont un des principaux outils de prévention face à l'introduction, l'installation et la diffusion de pathogènes aux élevages. En effet, anticiper et prévenir les risques sanitaires dans les élevages bovins permet non seulement de sauvegarder la santé des animaux, ainsi que celle des humains, mais également de préserver la rentabilité économique des exploitations agricoles. L'adage bien connu "mieux vaut prévenir que guérir" trouve une résonance particulière dans ce domaine, car les spécialistes de la santé animale estiment qu'un euro investi en mesures préventives peut permettre d'épargner jusqu'à cinq euros en traitements curatifs coûteux (Garin, 2021). Cette approche proactive de la biosécurité se révèle donc bénéfique à la fois pour les éleveurs et pour l'ensemble de l'industrie bovine. Le concept de biosécurité appliqué aux élevages bovins est relativement récent, puisqu'il a commencé à être utilisé à partir de l'année 2010 (IDELE, 2021), néanmoins certaines mesures de biosécurité sont appliquées au quotidien depuis bien longtemps par les éleveurs, sans qu'ils aient forcément conscience, comme le lavage des mains, ou la désinfection du matériel avant l'utilisation, le dépistage des animaux avant l'achat, ou encore la gestion des cadavres et bien d'autres.

Comme les éleveurs jouent un rôle crucial dans la mise en place de ces mesures, plusieurs organismes sont impliqués dans la diffusion, la formation et l'accompagnement aux éleveurs afin de garantir une correcte mise en place des mesures. GDS France a créé en 2020 une grille d'autoévaluation sur les niveaux de biosécurité des élevages bovins, qui donne à l'éleveur un aperçu sur son niveau global de biosécurité dans son élevage selon sa perception. L'objectif du travail fourni dans le cadre de ce stage, est consacré à l'analyse des données obtenues à l'issue de ces grilles. Comme elles couvrent un large éventail d'aspects tels que l'hygiène des installations, la gestion des introductions d'animaux, les pratiques d'alimentation, la surveillance de la santé des animaux et bien d'autres, l'objectif principal de l'analyse est d'identifier les liens que les différentes mesures peuvent avoir entre elles, en vue d'améliorer les pratiques mais aussi les outils de formation à la biosécurité proposés aux éleveurs et aux formateurs.

En raison du nombre élevé de variables analysées, cette étude a fait appel à des méthodes d'analyse multidimensionnelles telles que l'analyse par correspondance multiple (ACM) qui se réalise sur un l'ensemble des individus et des variables étudiées et seront projetées sur un « biplot » qui mettra en évidence les relation entre les variables et individus, et les analyses factorielles multiples (AFM) qui structure l'ensemble des variables en groupes et les projette dans un cercle de corrélation ainsi que sur un graphique de groupes de variables permettant d'observer les relation éventuelles entre eux. L'utilisation de l'ACM et des AFM dans cette analyse, permettront de découvrir les associations et la structure de ces données qui seront interprétées grâce à des tableaux fournis par la même méthode, apportant ainsi une aide à l'interprétation grâce aux valeurs propres, aux contributions et aux  $\cos^2$  des méthodes. Ces interprétations contribueront à une meilleure compréhension de la relation entre les mesures de biosécurité des élevages bovins et la perception des éleveurs ayant saisi la grille.

Dans un premier temps, une partie bibliographique qui sera divisée en deux parties sera exposée. La première, sera consacrée à la description de la biosécurité en élevage de bovins en France, la deuxième, sera destinée à l'explication générale des méthodes d'analyse multidimensionnelles plus particulièrement sur l'ACM et l'AFM.

Dans un deuxième temps, nous exposerons les résultats obtenus à partir de ces méthodes d'analyse. Finalement ses résultats seront discutés afin de mieux comprendre les liens éventuels que les différentes mesures de biosécurité ainsi que leur application peuvent avoir entre elles.

## Synthèse bibliographique

### I- Généralités sur la biosécurité en élevage bovin

La biosécurité en élevage correspond à l'ensemble des mesures qui sont mises en place pour prévenir l'introduction, et la diffusion d'agents pathogènes au sein des élevages, ainsi que leur propagation vers d'autres exploitations et leur diffusion dans l'environnement et à l'Homme. C'est une approche pragmatique qui englobe les bonnes pratiques d'élevage, la santé animale, la santé environnementale et humaine. Les pratiques de biosécurité doivent s'adapter aux caractéristiques et besoins de chaque élevage pour qu'elles soient correctement mises en place et efficaces.

En effet, les contraintes techniques et économiques et les facteurs de risque qui doivent être pris en compte pour leur mise en œuvre, ne sont pas les mêmes pour tous les élevages. Ils dépendent de l'espèce animale (bovins, ovins, caprins, ...), du type de production (laitière, viande, naisseur ou engraisseur), du modèle économique, ainsi que des pratiques d'élevage, qu'elles soient intensives ou extensives. Les mesures de biosécurité en élevage peuvent également dépendre de la taille de l'exploitation, puisque généralement les grandes exploitations engendrent plus de mouvements d'animaux en entrée et/ou en sortie d'exploitation mais également à l'intérieur de l'élevage, ainsi qu'aux mouvements issus des intervenants extérieurs. Les flux de personnes entrantes et sortantes de l'élevage ainsi que de la situation épidémiologique de la zone géographique dans laquelle se situe la production doivent également être pris en compte.

La biosécurité en élevage comporte deux composantes clés : la **biosécurité interne** et la **biosécurité externe**. La biosécurité interne fait référence aux mesures qui vont être adoptées au sein de l'élevage pour y limiter la circulation d'agents pathogènes. La biosécurité externe quant à elle, vise à contrôler l'entrée et la sortie des pathogènes.

### II- Aspects réglementaires de la biosécurité

Avant même de faire l'objet d'une réglementation spécifique, la biosécurité était déjà intégrée dans bon nombre de réglementations concernant la lutte contre les maladies animales mais également les guides de bonnes pratiques tels que les bonnes pratiques d'hygiène en élevage de gros bovins, veaux de boucherie, ovins et caprins (Confédération nationale de l'élevage (CNE), 2011), et les bonnes pratiques d'hygiène de traite.

#### 1. Règlementation européenne

Certains règlements soulignent l'importance des mesures de biosécurité dans les exploitations agricoles. Le règlement (CE) n° 852/2004 (Parlement européen et du conseil, 2004) établit les règles générales en matière d'hygiène des denrées alimentaires à l'intention des exploitants du secteur

alimentaire ainsi que des exploitants du secteur primaire, et a pour objectif principal de garantir un niveau élevé de protection de la santé des consommateurs et de prévenir les risques liés à la production des denrées alimentaires. Il fixe des normes d'hygiène strictes pour le nettoyage et désinfection des équipements, conteneurs, des installations et des véhicules lors du transport des animaux, afin de prévenir l'introduction et la propagation de maladies contagieuses transmissibles à l'être humain.

Le règlement (UE) 2016/429 (Parlement européen et du conseil, 2019), communément appelé LSA (loi de santé animale) a pour objectif de faciliter les échanges commerciaux entre les États membres tout en préservant la santé des animaux et la sécurité sanitaire. **L'article 10** de ce règlement présente les principes des mesures de biosécurité, visant à prévenir et à maîtriser les maladies transmissibles chez les animaux en renforçant la prévention et la biosécurité. Cet article reconnaît que la responsabilité de la mise en place de la biosécurité ne repose plus uniquement sur les éleveurs. Il précise que d'autres acteurs, tels que les vétérinaires, les laboratoires et les autorités compétentes, doivent également être impliqués. Cela permet de clarifier le rôle de chaque partie prenante dans la biosécurité. Toutefois, ce règlement ne fournit que des dispositions générales et n'offre pas de directives précises pour l'application de la biosécurité dans les exploitations agricoles. Il laisse donc aux pays membres la possibilité de définir leur propre réglementation nationale, adaptée aux conditions sanitaires spécifiques de chaque pays.

Bien que le règlement (UE) 2018/848 (Parlement européen et du conseil, 2018) ne se réfère pas directement au terme de biosécurité, il évoque plusieurs mesures de bien-être et de biosécurité à mettre en place dans les élevages biologiques de bovins afin d'assurer une bonne gestion de la santé animale. Il établit ainsi les principales dispositions pour le nettoyage et la désinfection des locaux et des bâtiments, précise les conditions de logement des animaux et les bonnes pratiques d'élevage telles que la qualité des sols, l'adéquation des locaux à usage des animaux, l'accès à une alimentation de qualité et en bonne quantité.

Les mesures de biosécurité sont mentionnées dans le règlement de l'EU 2020/689 du 7 décembre 2019 (Parlement européen et du conseil, 2019) comme un outil permettant de sécuriser l'introduction ou la sortie des maladies au sein et vers les élevages.

## 2. Réglementation sur la biosécurité en élevage en France

Tout comme la réglementation européenne, dans la réglementation française le terme de biosécurité en élevage bovin n'est pas souvent évoqué. De ce fait, il n'y a pas actuellement de réglementation **spécifique et adaptée à l'élevage bovin** à propos de la biosécurité de façon globale. Ces différentes dispositions, bien que ne mentionnant pas explicitement la biosécurité, sont des références indirectes aux mesures de protection sanitaire à appliquer dans les exploitations agricoles.

Le Code rural et de la pêche maritime contient plusieurs articles qui abordent les mesures de biosécurité en élevage, même si elles ne sont pas explicitement mentionnées. Par exemple, les articles R223-3 à R223-8 (*Paragraphe 1 : Mesures générales de lutte dans les foyers. (Articles R223-3 à R223-8) - Légifrance, 2012*) énoncent les mesures à mettre en place en cas de maladie à déclaration obligatoire, pour la manipulation des cadavres, la désinfection des locaux et la prise en charge des animaux malades. L'article L201-5, (*Article L201-5 - Code rural et de la pêche maritime - Légifrance, s. d.*) restreint la circulation des personnes et des biens à destination ou en provenance d'un site faisant l'objet d'un arrêté de mise sous surveillance.

L'arrêté du 8 octobre 2021 (Ministère de l'agriculture et l'alimentation, 2021) présentant les mesures vis-à-vis de la **tuberculose** les articles 28 à 30 du chapitre V définissent les mesures de biosécurité à appliquer dans les élevages bovins afin d'éviter la diffusion et la nouvelle infection du troupeau une fois qu'il a été assaini. Ces articles précisent que les éleveurs des exploitations en lien épidémiologique fort avec un élevage foyer de tuberculose où sont tenus de participer à une formation sur la biosécurité vis-à-vis de la tuberculose bovine. Par ailleurs, la législation française contient des arrêtés qui précisent les mesures de biosécurité à mettre en place afin de prévenir et de lutter contre les maladies règlementées, notamment chez les volailles et les porcins.

L'article 1<sup>er</sup> du code de la santé publique (Code de la santé publique, chapitre 1 : règlements sanitaires - Article L1, 1953) établit que le préfet est tenu d'instaurer un règlement sanitaire applicable aux communes du département afin de protéger la santé publique. Ainsi, les règlements sanitaires départementaux (RSD) définissent quelques mesures de biosécurité sans les nommer ainsi. Ils imposent donc des conditions que les éleveurs doivent respecter pour l'épandage des fumiers et liquides, ainsi que des règles d'implantation et d'aménagement d'élevage. Ces règlements sont effectués par les chambres d'agriculture des différentes régions de France.

Il faut ainsi retenir que la biosécurité en élevage vise à prévenir l'introduction et la propagation d'agents pathogènes dans les élevages, ainsi que leur transmission vers d'autres exploitations et l'environnement. Elle englobe les bonnes pratiques d'élevage, la santé animale, environnementale et humaine, et doit être adaptée aux caractéristiques de chaque exploitation. La biosécurité interne concerne les mesures prises au sein de l'élevage pour limiter la circulation des agents pathogènes, tandis que la biosécurité externe contrôle leur entrée et leur sortie. La réglementation européenne reconnaît l'importance de la biosécurité dans les exploitations agricoles, mais ne fournit que des dispositions générales. Chaque pays membre peut définir sa propre réglementation nationale adaptée à sa situation. En France, bien qu'il n'existe pas de réglementation spécifique à la biosécurité en élevage bovin, des mesures sont mentionnées dans certains arrêtés et règlements, notamment en lien avec des maladies spécifiques.

### **III- Moyens de diffusion et mise en œuvre des mesures de biosécurité dans les élevages bovins français**

Au-delà des obligations réglementaires, le développement de la biosécurité passe par l'accompagnement de chaque éleveur de façon individuelle dans la mise en place d'un plan de biosécurité qui doit être adapté à son exploitation.

#### 1. Organismes impliqués de la biosécurité en élevage en France

Plusieurs organismes sont impliqués dans la mise en œuvre de la biosécurité en élevage en France. Ces organismes proposent des conseils, des formations et des outils pour aider les éleveurs dans la mise en œuvre de la biosécurité.

Les Chambres d'agriculture sont des organismes professionnels agricoles présents aux niveaux départemental et régional. Elles travaillent en étroite collaboration avec les éleveurs, les services vétérinaires et d'autres partenaires du secteur agricole pour promouvoir les bonnes pratiques de biosécurité et fournir des conseils techniques adaptés aux réalités locales. Elles peuvent proposer des formations, des guides et des informations sur les mesures de biosécurité à mettre en place pour

prévenir et contrôler les maladies animales. L'Institut technique de l'élevage (IDELE) est un organisme de recherche appliquée et de développement technologique dans le domaine de l'élevage. Il propose des outils, des conseils et des formations pour améliorer la biosécurité dans les élevages. Les Groupements de défense sanitaire (GDS) sont des associations d'éleveurs présentes au niveau départemental ou régional. Ils travaillent sur la prévention et la maîtrise des maladies animales. Dans ce cadre ils assurent un accompagnement local et personnalisé aux éleveurs, avec des conseils techniques adaptés à leurs spécificités. GDS France en est la fédération nationale et mène des actions dans différents domaines tels que : la biosécurité, le conseil et la formation des éleveurs, le bien-être animal et la recherche appliquée.

Chaque organisme apporte donc sa contribution spécifique à la biosécurité en élevage, en fournissant des conseils, des formations et des outils adaptés aux besoins des éleveurs. Leur collaboration et leur coordination permettent de renforcer les connaissances des éleveurs, de promouvoir les bonnes pratiques de biosécurité et d'assurer une mise en œuvre adéquate des mesures de prévention et de contrôle des maladies animales. Cette approche globale et coordonnée contribue à la santé des animaux et à la sécurité de l'élevage en France. Néanmoins cette liste n'est pas exhaustive, et d'autres organismes agricoles participent à l'application des mesures de biosécurité.

## 2. Outils et moyens de diffusion pour la mise en place des mesures de biosécurité

Grâce à ces organismes, les éleveurs ont accès à une variété d'informations, d'outils et de formations pour les aider à adopter des pratiques de biosécurité efficaces. La diffusion de ces ressources contribue à sensibiliser les éleveurs, à renforcer leurs connaissances et à favoriser une mise en œuvre adéquate des mesures de biosécurité, garantissant ainsi la santé et le bien-être des animaux d'élevage tout en préservant la sécurité alimentaire.

### a. Moyens de diffusion

Plusieurs organismes collaborent pour fournir aux éleveurs des informations essentielles sur la biosécurité en élevage. Le Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire met à disposition un site internet qui propose des notes informatives sur la biosécurité grâce à un moteur de recherche (Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, 2023). L'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) et l'IDELE (Institut technique de l'élevage) mènent des études scientifiques et évaluent les risques sanitaires pour identifier les meilleures pratiques de biosécurité, diffusant leurs résultats par le biais de publications, de séminaires et de formations. GDS France diffuse via son site internet (GDS France, 2023) des guides et des outils. Par ailleurs, une plateforme appelée "OK éleveur" (Ok Eleveur, 2023) regroupe l'ensemble des informations fournies par ces organismes, classées par espèces animales ou sujets, offrant ainsi une ressource complète pour les éleveurs en matière de biosécurité, y compris pour les bovins.

### b. Outils et ressources mis à disposition

Les organismes cités antérieurement, mettent à disposition des guides techniques, des brochures, des formations et des ressources en ligne pour sensibiliser les éleveurs à l'importance de la biosécurité et leur fournir les connaissances nécessaires pour mettre en œuvre ces mesures dans leurs exploitations.

Par exemple, les chambres d'agriculture diffusent des guides ainsi que des plaquettes et des fiches concernant les mesures à adopter face à la gestion des effluents et aux règles d'implantation et



d'aménagement. SECURIVO (IDELE, 2023) est un outil d'autoévaluation du niveau de biosécurité des élevages de veaux de Boucherie mis en place par l'IDELE (l'institut de l'élevage). Les GDS proposent également aux éleveurs des formations en présentiel sur la biosécurité bovine. En ce qui concerne GDS France, un MOOC (massive open online course) dédié à la biosécurité en élevage bovin a été mis en place. De plus, un guide de bonnes pratiques de biosécurité en élevage pour se protéger de la tuberculose bovine (GDS France, 2020), une grille d'autoévaluation des mesures de biosécurité est également disponible permettant aux éleveurs d'évaluer leur niveau de biosécurité, d'identifier leurs points forts et leurs points faibles et de mettre en place des améliorations (annexe 1). GDS France a également développé un guide détaillé sur les bonnes pratiques de biosécurité en élevage bovin (GDS France, 2022a), fournissant des instructions précises sur les mesures à prendre. Enfin, des plaquettes de sensibilisation ont été créées à l'intention des éleveurs et des vétérinaires, résumant les éléments clés de la biosécurité en élevage (GDS France, 2022b).

### 3. Mise en place des mesures de biosécurité dans les élevages bovins

Pour mettre en place des mesures de biosécurité adaptées en élevage bovin, quelques étapes clés doivent être suivies.

La première et la plus importante consiste à identifier les risques de l'élevage. Les éleveurs doivent faire un bilan sur leurs mesures de biosécurité dans leurs élevages afin repérer les points critiques ainsi que les points forts. Les éleveurs doivent également être conscients des maladies spécifiques auxquelles les bovins de leur exploitation sont exposés (selon la situation épidémiologique de la zone géographique dans laquelle ils se trouvent). Ils doivent se tenir informés des modes de transmission de ces maladies afin de renforcer les mesures de biosécurité au sein de leur élevage.

Les éleveurs doivent définir et mettre en place de zones spécifiques avec une signalétique appropriée qui indique les sens de circulation sur leur exploitation ainsi que les zones réservées au personnel autorisé. Cela implique la création de différentes zones avec des fonctions distinctes :

- La zone publique englobe le parking et les habitations, accessible aux visiteurs.
- La zone professionnelle permet la circulation des personnes et des véhicules autorisés, tels que les livraisons et le transport d'animaux. Elle abrite également les installations de stockage pour les produits entrants et sortants, tels que les silos d'aliments, les fumières, les stocks de litière et de matériel.
- La zone d'élevage est réservée au logement et à la circulation des animaux. Il est essentiel d'y prévoir une zone de quarantaine pour les nouveaux animaux et une infirmerie pour les animaux malades. De plus, les éleveurs doivent mettre en place des mesures de contrôle d'accès, telles que des barrières, des clôtures et des portails, afin de restreindre l'accès à la zone d'élevage.

Afin d'appliquer des mesures d'hygiène strictes, les éleveurs doivent veiller à maintenir des conditions d'hygiène rigoureuses dans leur élevage. Cela comprend le nettoyage et la désinfection régulière des installations, du matériel et des véhicules avec des produits adaptés, le port de vêtements et de bottes propres, des pédilvues et des points d'eau pour se laver les mains à l'entrée et sortie de chaque bâtiment situé dans la zone d'élevage.

Les éleveurs doivent être attentifs aux signes de maladies chez les bovins et mettre en place des procédures de surveillance régulières. Ils doivent travailler en étroite collaboration avec un vétérinaire pour réaliser des tests de dépistage, suivre les programmes de vaccination recommandés et mettre en place des protocoles de traitement appropriés. Ainsi, une visite d'introduction doit être réalisée par le vétérinaire sanitaire de l'élevage afin de s'assurer de la provenance et du statut sanitaire des animaux

introduits et éventuellement réaliser des prélèvements pour des analyses. Lors de l'introduction de nouveaux animaux dans l'élevage, les éleveurs doivent prendre des mesures de quarantaine appropriées pour évaluer leur état de santé et minimiser les risques de transmission de maladies.

Il est essentiel de former le personnel travaillant dans l'élevage sur les bonnes pratiques de biosécurité, les protocoles d'hygiène et les mesures de prévention des maladies. Cela garantit une compréhension commune et une application cohérente des mesures de biosécurité au sein de l'équipe. Il est recommandé également, que les éleveurs connaissent le statut sanitaire de leurs voisins si leurs pratiques sont en lien avec les élevages de la zone, telle que le pâturage, ou encore s'il y a un prêt de matériel entre eux.

Les intervenants en élevage (inséminateur, pareur, vétérinaire) jouent également un rôle important, puisqu'ils sont régulièrement en contact avec d'autres exploitations et parfois des animaux malades. Ils représentent donc un risque de transmission des pathogènes et doivent prendre des mesures adaptées. C'est pour cela qu'il est strictement nécessaire qu'ils aient à disposition des points de lavage des mains, des bottes et des pédiluves pour éviter l'entrée et la diffusion de pathogènes ou des bottes ou des surbottes si ces points d'eau sont compliqués à mettre en place, ils peuvent éventuellement avoir des vêtements dédiés à la zone d'élevage mis à leur disposition. Concernant l'équarisseur, il est important qu'il n'ait pas accès à la zone professionnelle et d'élevage. Pour cela, l'éleveur doit prévoir une zone d'équarrissage dans la zone publique, ainsi qu'un sens de circulation ne se croisant pas avec le sens de circulation des aliments ou animaux par exemple. Si le transporteur est une personne externe à l'élevage, il est également nécessaire qu'il prenne les mesures concernant le lavage et la désinfection des camions de transport. Il doit également privilégier les trajets directs sans mélanger les animaux provenant d'élevages différents. Quant au grand public, celui-ci ne doit circuler que dans les zones autorisées par l'éleveur et il faut limiter le contact avec les animaux.

La mise en œuvre des mesures de biosécurité dans un élevage de bovins nécessite un engagement constant et une vigilance accrue. Les éleveurs doivent être proactifs dans la gestion des risques sanitaires, en s'appuyant sur les conseils et les ressources.

Tous les intervenants sont impliqués dans le respect des mesures de biosécurité au sein des élevages. C'est bien à l'éleveur de les mettre en place et de veiller à ce que les règles soient appliquées, mais tout monde est concerné.

#### 4. La biosécurité sur le terrain

Malgré toutes ses recommandations, la « culture » de biosécurité dans les élevages bovins en France, reste faible par rapport à d'autres productions animales (productions avicoles et porcines). Il y a un manque de connaissance dans le domaine, en particulier sur les systèmes d'élevage extensif (Devienne, 2020). Le niveau de biosécurité mis en œuvre sur le terrain n'est pas toujours celui qui est attendu. Néanmoins il y a peu d'études qui portent sur le sujet.

Une étude réalisée en 2014 sur les représentations et attentes des éleveurs (Mounaix B et al., 2015), précise que les mesures de biosécurité sont encore méconnues chez les éleveurs de bovins et que les pratiques de biosécurité se heurtent aux freins techniques et à l'organisation du travail, mais peu avec aux freins économiques directs. Plus récemment, une étude sur la biosécurité dans les élevages de l'Oise (Brahim, 2019), a révélé que la prophylaxie officielle (contrôle vétérinaire obligatoire à l'achat des bovins, dépistage, quarantaine) était la seule mesure de biosécurité appliquée dans les élevages de bovins. Dans son étude il précise également que la filière a un retard sur le sujet de manière globale.

L'analyse des données issues des grilles d'autoévaluation de biosécurité en élevage bovin, développé par GDS France devrait apporter un éclairage supplémentaire sur la mise en place des mesures de biosécurité. Compte tenu du grand nombre de questions, une analyse multidimensionnelle de ces données a été ciblée.

#### IV- Les analyses multidimensionnelles

L'approche multidimensionnelle consiste à traiter simultanément plusieurs variables, dans l'objectif d'obtenir une information synthétique pertinente. En intégrant plusieurs variables à la fois, la méthode prend en compte l'ensemble des facteurs qui peuvent influencer les résultats de manière exhaustive afin d'obtenir une analyse plus complète.

Il existe deux types d'analyses multidimensionnelles : les analyses descriptives et les analyses explicatives. Les analyses descriptives ont pour objectif de résumer un ensemble d'informations données, issues de plusieurs variables. Ces méthodes ne supposent pas a priori l'existence d'un modèle sous-jacent de type probabiliste (Baccini, 2010). Les méthodes explicatives quant à elles, cherchent à expliquer une variable à l'aide de plusieurs variables explicatives.

Seules les méthodes descriptives sont décrites ci-dessous.

##### 1. Le choix de la méthode

Il existe trois méthodes classiques d'analyse multidimensionnelle descriptive, selon le type de données et l'objectif :

- **L'analyse en composantes principales (ACP)** : elle est réalisée **uniquement** sur un ensemble de variables numériques. Cette technique réduit. Cette technique permet de positionner tous les individus et toutes les variables analysées sur un espace de dimension réduite en déformant le moins possible la réalité, en fonction de la proximité de leurs réponses aux questions sélectionnées. Il s'agit donc d'obtenir le résumé le plus pertinent possible des données initiales.

- **L'analyse des correspondances multiples (ACM)** : elle permet d'analyser des données qualitatives. L'ACM donne le même poids à toutes les variables analysées. Tout comme l'ACP, cette technique permet de positionner les individus et les variables sur un plan de dimension réduite.

- **L'analyse factorielle des correspondances (AFC)** : elle permet l'étude de la liaison entre deux variables qualitatives. Elle vise à rassembler en un nombre réduit de dimensions la plus grande partie de l'information initiale en s'attachant non pas aux valeurs absolues mais aux valeurs relatives. L'AFC offre la particularité (contrairement aux ACP) de fournir un espace de représentation commun aux variables et aux individus (Laffly, s. d.).

Il existe également des méthodes plus avancées d'analyse multidimensionnelles. Parmi celles-ci **l'analyse factorielle multiple (AFM)** permet de résumer un tableau de données complexe, dans lequel les individus sont décrits par plusieurs ensembles de variables structurées en groupes. Les groupes peuvent avoir un nombre de variables différent, et la nature des variables peut varier d'un groupe à l'autre, mais à l'intérieur d'un groupe spécifique, les variables doivent être de la même nature (qualitatives ou quantitatives).

Compte tenu que les données issues des grilles d'autoévaluation sont de type qualitative, l'ACM et l'AFM sont les méthodes les plus adaptées pour les analyser.

## 2. L'analyse de correspondances multiples (ACM)

L'ACM se réalise à partir d'une base de données constituée de variables qualitatives (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Pour procéder à l'analyse de ces données, il est nécessaire de déterminer les individus et les variables à prendre en compte. Ceux-ci seront des individus ou des variables que l'on considère comme **actifs**. Ils auront un poids dans l'analyse et contribueront à la formation des axes.

Il est également possible de choisir des variables ou des individus qui n'apporteront pas de poids dans l'analyse, c'est-à-dire qu'ils ne participeront pas à la formation des axes, ils seront considérés comme **illustratifs** (ou supplémentaires), ceux-ci vont aider à illustrer les données. Souvent, les variables supplémentaires correspondent à des variables faisant partie de la signalétique du jeu de données (Husson, 2023). Un exemple de signalétique peut-être le sexe des individus, la région, l'âge ou encore la situation familiale.

Figure 1 Schéma du tableau de données utilisé pour une ACM

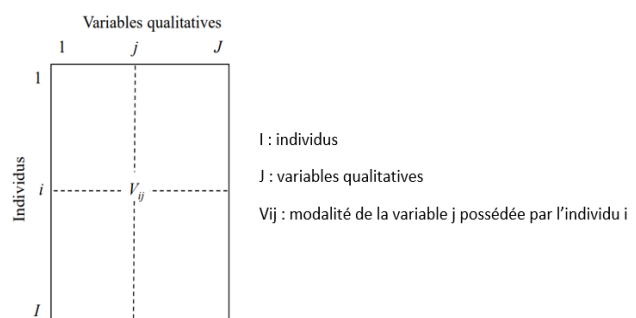
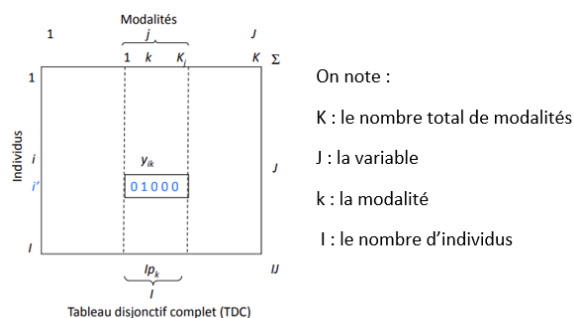


Figure 2 Schéma d'un tableau disjonctif complet (TDC)

Après la sélection des variables actives et illustratives, un tableau disjonctif complet est créé, dans lequel les lignes correspondent aux individus et les colonnes aux modalités des variables. Chaque case contient un zéro si l'individu ne possède pas la modalité de variable ou 1 si la modalité de variable en question est présente chez l'individu de cette ligne (figure 2) (Monbet, 2014).



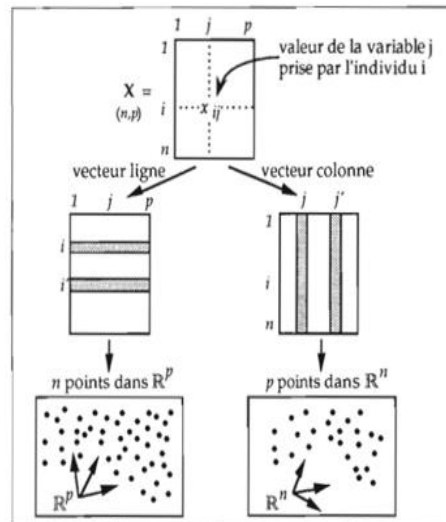
Chaque variable analysée va contribuer à la formation des axes de l'ACM. Chaque axe représente une dimension et il y aura autant de dimensions que de variables. Plus les données sont structurées et plus les premières dimensions concentreront le maximum de variance et représenteront en grande partie la variabilité du jeu de données.

Afin d'observer s'il y a des ressemblances entre les modalités des variables des réponses, les  $i$  lignes et les  $k$  colonnes du tableau de données sont représentés géométriquement par des **points** dont les coordonnées sont les éléments du tableau (figure 3). Deux nuages de points sont construits :

- Le nuage des  $n$  individus (le nuage des points-lignes) situé dans l'espace à  $p$  dimensions  $R^p$  des variables (des colonnes) : chacune des  $n$  lignes est représentée par un point à  $p$  coordonnées.

- Le nuage des  $p$  variables (le nuage des points-colonnes) situé dans l'espace à  $n$  dimensions  $\mathbb{R}^n$  des individus (des lignes) : chacune des  $p$  colonnes est représentée par un point à  $n$  coordonnées.

Figure 3 Principe de représentation géométrique des données lors d'une ACM (Lebart et al., 1995)



Afin de pouvoir obtenir les représentations graphiques, il est nécessaire de choisir les dimensions (axes factoriels) à observer. La visualisation simultanée de toutes les dimensions étant impossible, il est nécessaire de choisir un nombre limité de dimensions. Si plus de deux dimensions sont choisies, elles seront représentées deux par deux. Par exemple, s'il a été décidé d'analyser les trois premières dimensions, il faudra faire des « biplots » de la première et deuxième dimension, de la deuxième et la troisième dimension et finalement, de la première et la troisième dimension afin de voir comment les dimensions ont une influence sur la formation des nuages. Au-delà des quelques premières dimensions, peu d'information sont en général apportées.

Une fois les représentations graphiques obtenues, il faut tout d'abord observer l'allure du nuage, et déterminer s'il y a formation d'un groupe en particulier, ensuite il faut chercher si les axes séparent des modalités de variables par rapport à d'autres. Par exemple, s'ils séparent les individus adoptant certaines pratiques par rapport à d'autres individus ne les mettant pas en œuvre.

De plus, d'autres informations statistiques doivent être étudiées pour évaluer la structure de l'analyse et l'influence des variables ou modalités sur les axes factoriels :

Les **valeurs propres** mesurent la quantité de variance des données expliquée par chaque dimension. Elles sont utilisées pour déterminer le nombre optimal **d'axes factoriels** (dimensions) à retenir pour l'interprétations des résultats. Elles sont classées par ordre décroissant. Les premières dimensions sont les plus importantes car ce sont elles qui expliquent la plus grande proportion de variance des données.

Il n'y a pas de « règle générale » pour choisir le nombre de dimensions à conserver pour l'interprétation des données. Cela dépend de la question et du besoin du chercheur (Kassambara 2017). On peut se limiter aux deux premières dimensions, si celles-ci expliquent une très grande partie de la variance des données. Néanmoins il est possible de choisir un autre nombre de dimensions pour parvenir au

pourcentage de variation cherché. Cependant il est usuel de se limiter aux 3 ou 4 premières dimensions pour faciliter la lecture des résultats.

**Les  $\cos^2$**  sont une mesure statistique qui évalue la qualité de représentation des variables et des modalités sur les axes factoriels (dimensions). Ils permettent également de déterminer quelles variables ou modalités ont le plus d'impact sur chaque dimension. Ils sont calculés comme la somme des carrés des coordonnées factorielles pour chaque variable ou modalité, divisée par la somme des carrés totaux de la variable ou de la modalité. Un  $\cos^2$  élevé indique que la variable ou la modalité est bien représentée sur la dimension correspondante. Pour une variable donnée, la somme des  $\cos^2$  sur toutes les dimensions est égale à 1.

Le tableau des **contributions** permet d'identifier les variables ou modalités qui ont le plus d'impact sur l'analyse. Les variables ou modalités avec des contributions élevées pour une dimension particulière sont considérées comme les plus importantes (celles qui ont le plus d'influence) pour cette dimension.

L'ACM donne donc une vue d'ensemble des données, mais il est parfois nécessaire de résumer ces données afin de faciliter la compréhension de celles-ci.

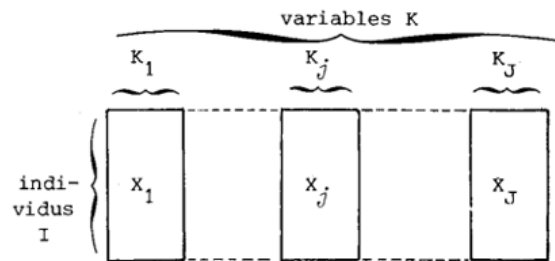
### 3. L'analyse Factorielle Multiple (AFM)

La méthode d'analyse factorielle multiple permet de résumer et visualiser un tableau de données complexe dans lequel les variables sont structurées en groupes (Kassambara 2017). L'AFM vise à analyser simultanément des individus en croisant ceux-ci avec différents groupes de variables (qui peuvent être qualitatives ou numériques). Elle détermine les relations entre les différentes variables au sein de chaque groupe, ainsi que les relations entre plusieurs groupes de variables. Ce qui réduit leur nombre et facilite leur analyse.

Il est nécessaire de choisir des groupes de variables en fonction des objectifs de l'analyse, les variables regroupées doivent représenter une thématique commune, puisque l'analyse va comparer les groupes entre eux. Par exemple, s'il s'agit d'une étude voulant analyser la qualité d'un certain nombre de fromages, les fromages seront considérés comme des individus et situés en lignes et les variables en colonnes. Il sera possible de créer des groupes selon ce qui est recherché, par exemple, un groupe pourrait définir les qualités organoleptiques du fromage et les variables qui peuvent être incluses dans ce groupe, seraient : le goût, l'apparence, l'odeur et la texture du fromage.

La caractéristique essentielle est d'exploiter le plus possible les relations entre des objectifs divers, ainsi pour chaque groupe de variables, un tableau va lui correspondre, dans lequel les lignes correspondront aux individus et les colonnes aux variables appartenantes au groupe. Comme toutes les variables sont définies grâce au même ensemble d'individus il est possible de juxtaposer tous les tableaux définissant les différents groupes afin de former qu'un seul grand tableau comme il est observable à la figure 4 (Pages, 1984).

Figure 4 Représentation graphique du tableau X utilisé pour l'AFM (Pages, 1984)



Nous notons : X le tableau complet ; I l'ensemble des individus ; K l'ensemble des variables (tous groupes confondus) ; J l'ensemble de sous-tableaux ; K<sub>j</sub> l'ensemble des variables du groupe j (K = U K<sub>j</sub>) ; X<sub>j</sub> le tableau associé au groupe.

En ce qui concerne les résultats, ceux-ci seront similaires à ceux de l'ACM, c'est-à-dire qu'on obtiendra le « *biplot* » des individus et des groupes de variables observées, des cercles de corrélation de groupes de variables ainsi que les tableaux de *valeurs propres*, *coordonnées*, *cos<sup>2</sup>* et de *contributions*.

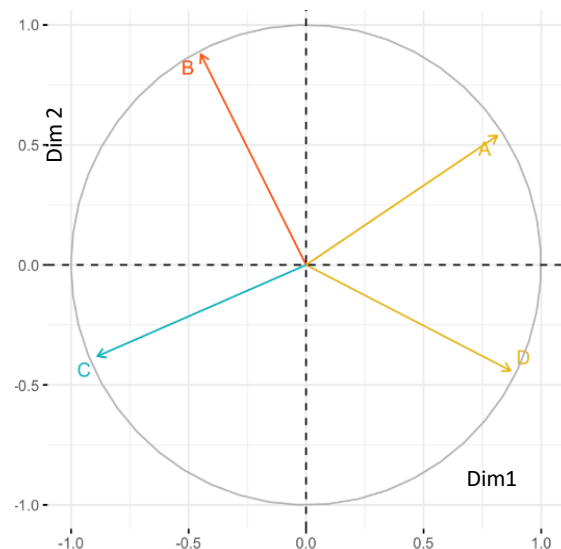
L'interprétation du cercle de corrélation se fait en observant les flèches des groupes des variables

**Le cercle de corrélation** montre l'association entre les groupes de variables et leurs corrélations avec les dimensions. Les groupes présentant une corrélation positive sont regroupées ensemble, tandis que ceux qui ont une corrélation négative sont positionnés dans des quadrants opposés par rapport à l'origine du graphique. Ainsi, plus l'angle est petit entre les groupes de variables, plus il y a de corrélation, et inversement, plus l'angle est grand, moins il y a de corrélation. Si un angle est égal à 90° entre deux groupes de variables, alors il n'y a aucun lien. Au contraire, si l'angle est égal à 180°, il y a une opposition entre les groupes. Finalement, si l'angle a une valeur comprise entre 90° et 180°, alors leur corrélation est faible. Il se peut qu'il n'y ait pas d'angle entre certains groupes observés, ils seront alors colinéaires et seront très fortement liés.

Les groupes qui se trouvent loin de l'origine sont considérés comme bien représentés. Enfin, lorsque l'on examine une dimension spécifique, les groupes de variables les plus fortement corrélés à cette dimension sont situés à proximité de celle-ci (donc des axes). Ces observations fournissent des informations utiles pour comprendre les relations entre les groupes de variables et interpréter les résultats de manière pertinente.

La figure 5, représente le schéma d'un cercle de corrélation. En supposant que chaque lettre représente un groupe de variables, ce cercle de corrélation permet d'identifier la relation que les groupes de variables ont entre eux, grâce à l'angle qui sépare chaque groupe et à la position à laquelle ils se trouvent. S'ils sont positionnés dans la partie positive ou négative en rapport d'une dimension, et s'ils ont

Figure 5 Principe de représentation d'un cercle de corrélation dans une AFM



une corrélation forte ou faible entre deux groupes (sachant que plus ils sont proches, plus la corrélation va être forte).

## Travail personnel

### I- Matériels et méthodes

#### 1. Source de données

Dans le cadre du plan de relance du Ministère de l'Agriculture, GDS France a élaboré fin 2020, une grille d'autoévaluation des mesures de biosécurité en élevage bovin. Cette grille permet aux éleveurs de se sensibiliser à la biosécurité en estimant le niveau de biosécurité de leur élevage. À partir de janvier 2021, cette grille a été mise à disposition des éleveurs de bovins souhaitant la remplir en format papier (PDF imprimable disponible en ligne) ou en ligne à partir du site internet de GDS France. La grille d'autoévaluation peut être remplie par les éleveurs de manière individuelle, lors des formations sur la biosécurité dans les élevages proposés par les GDS, ou avec l'appui d'un conseiller lors d'une visite au sein de l'exploitation.

Le questionnaire en ligne est administré *via* le logiciel Lime Survey et fourni à la fin de la saisie, un résumé en PDF téléchargeable des réponses à destination du répondant. La grille a été mise à jour en décembre 2021 afin d'ajouter les champs « typologie de l'élevage » et « département », et a été à nouveau remise à jour en août 2022 pour ajouter un champ afin d'indiquer si la grille a été complétée seule ou à l'aide d'un conseiller.

La grille d'autoévaluation (annexe 1) comprend une première partie de signalétique permettant de recueillir des informations générales sur le répondant et son élevage : nom, prénom, numéro d'EDE, et raison sociale, département, typologie d'élevage et appui par un conseiller. Seules ces trois dernières informations sont à caractère obligatoires. La seconde partie de la grille comporte 32 questions sur les pratiques de biosécurité dans l'élevage.

Les questions sont réparties en six thèmes :

- Risques sanitaires liés au pâturage
- Risques sanitaires liés aux introductions et aux mélanges de troupeaux
- Risques sanitaires liés aux intervenants/visiteurs et au matériel en commun
- Risques sanitaires liés à l'abreuvement, l'alimentation et l'environnement
- Bonnes pratiques d'hygiène et de conduite de troupeau
- Bonnes pratiques pour ne pas contaminer les cheptels voisins et les humains

Ces questions sont à réponses obligatoire et à choix unique. Trois modalités de réponses sont possibles :

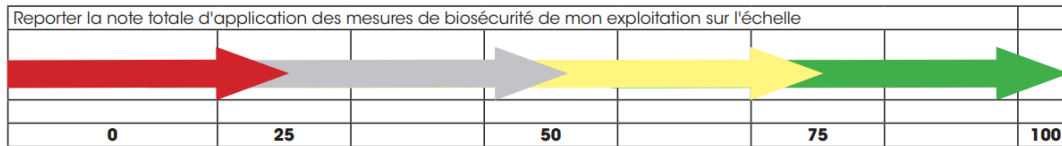
- 0 : si la mesure de biosécurité n'est pas appliquée ;
- 1 : si la mesure de biosécurité n'est appliquée que partiellement ;
- 2 : si la mesure de biosécurité est appliquée correctement ou si l'élevage n'est pas concerné par le risque.

Pour chaque question, GDS France a associé sur la base d'un consensus, un coefficient multiplicateur allant de 1 jusqu'à 4 selon l'importance de la mesure dans la gestion du risque. Ce coefficient permet



de calculer une note pour chaque thématique ainsi qu'un score général reporté dans le rapport PDF. Ce score permet ainsi à l'éleveur de se positionner sur une échelle allant de 0 si l'éleveur n'a aucune gestion des risques jusqu'à 100 si celui-ci a une maîtrise parfaite de la gestion des risques dans son élevage (Figure 6). *Figure 6 Échelle de la gestion des risques sanitaires proposée à l'éleveur répondant pour se positionner suite à ses réponses à la grille d'autoévaluation de biosécurité bovine de GDS France*

Estimation sur un total maximal de risque de 100

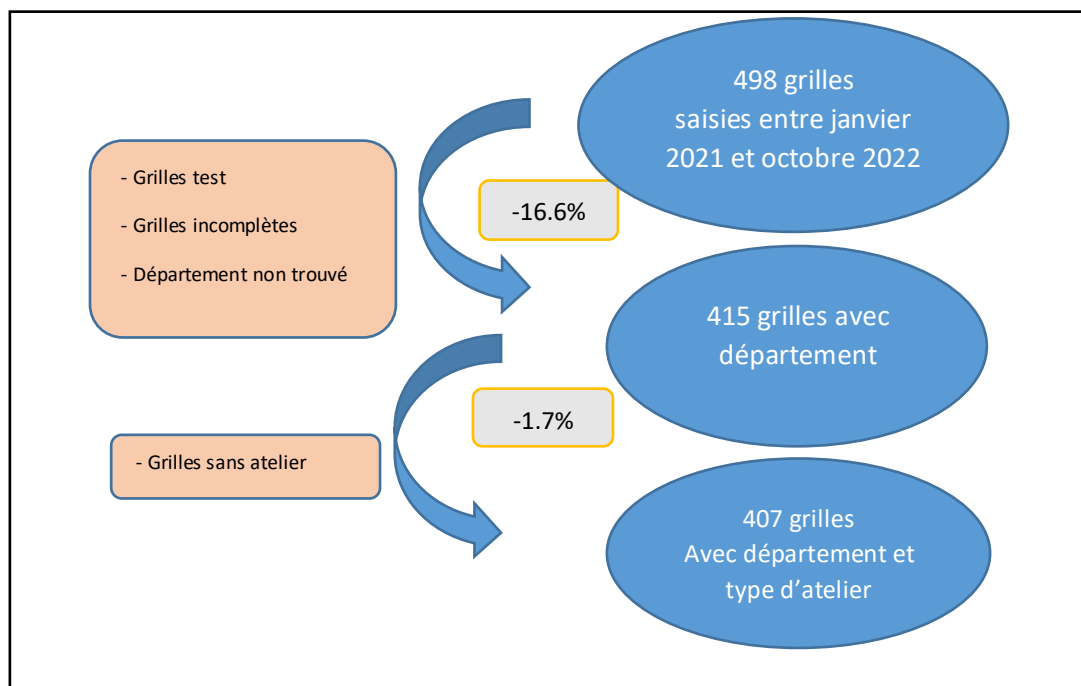


Avec 100 : aucune mesure corrective n'est à mettre en place (très bonne gestion du risque), à 0 : des mesures correctives prioritaires sont à mettre en place (très faible gestion du risque) - Rapprochez-vous de votre vétérinaire et/ou de votre GDS.

Données utilisées pour l'analyse Pour ce travail, nous avons utilisé un jeu de données déjà préparés en amont, à l'occasion d'une première analyse descriptive simple des données.

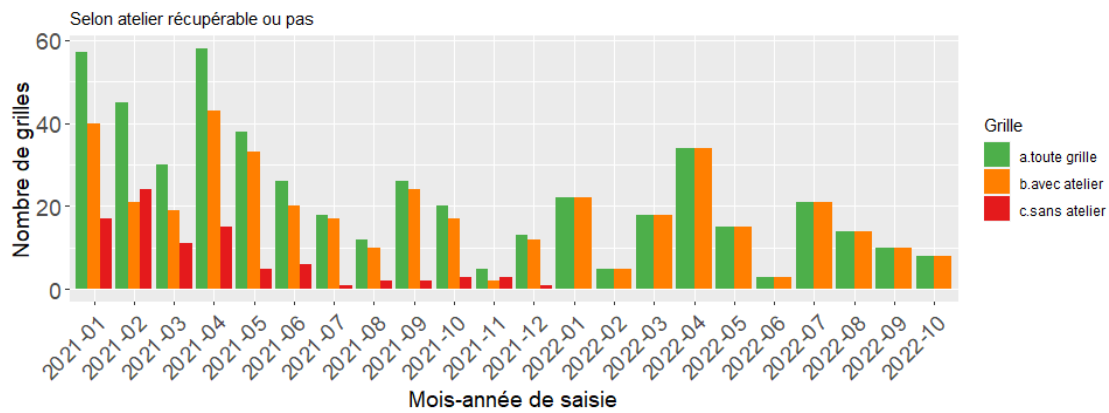
Ce jeu de donnée correspondait à une extraction des grilles d'auto-évaluation saisies en ligne entre le 1er janvier 2021 et le 25 octobre 2022. Dans ce jeu, le type des élevages pour les grilles saisies avant décembre 2021, avait été déterminé selon la typologie d'élevage développée pour OMAR (observatoire de la mortalité des animaux et de rente) (Sala et al., 2019). Le département avait été identifié grâce au numéro EDE renseignés par les éleveurs. Les grilles incomplètes ou correspondant à des tests (indication claire dans les champs texte) ainsi que les grilles pour lesquelles le type d'élevage et/ou le département n'avaient pas pu être retrouvés avaient été exclues. Finalement, un jeu de 407 grilles a été utilisé pour notre analyse (figure 7).

*Figure 7 Schéma représentant la sélection des grilles d'autoévaluation du niveau de biosécurité dans les élevages bovins utilisées pour l'analyse des données*



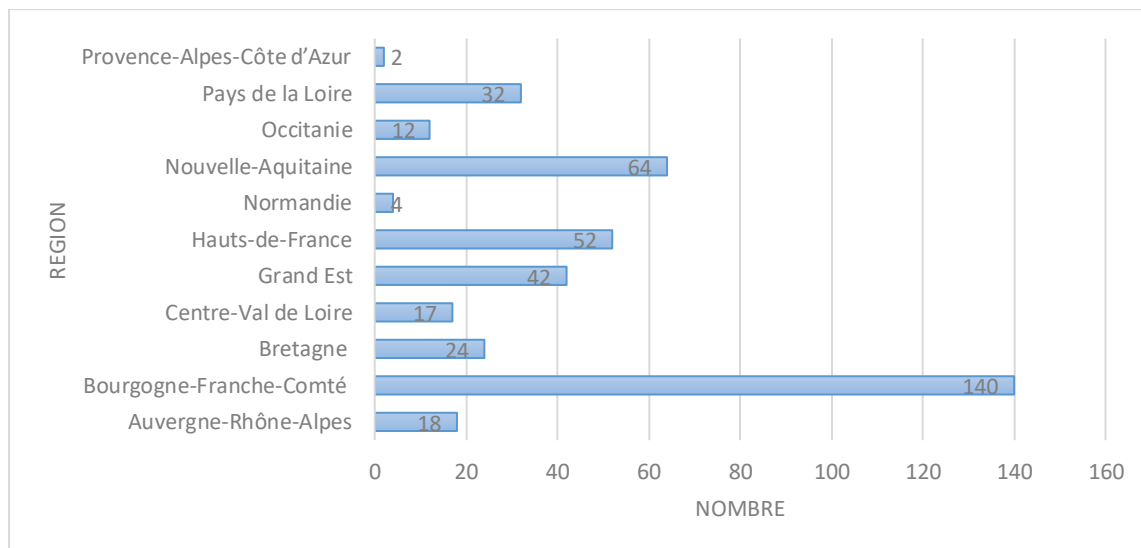
Le nombre de grilles saisies au fil du temps n'était pas homogène. Le nombre de saisies a été variable au fil du temps et ne présentent pas une tendance évidente (figure 8).

Figure 8 Nombre de grilles saisies au cours du temps



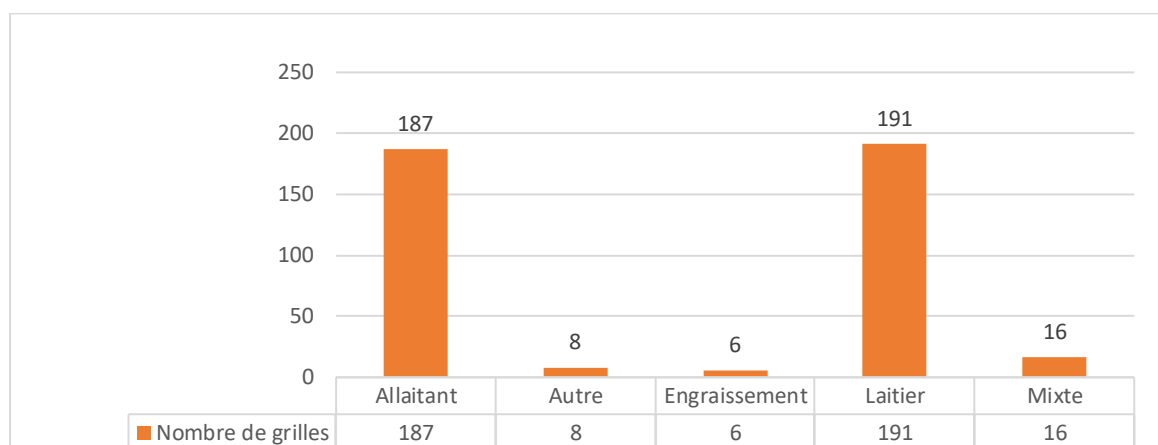
Dans notre jeu de données, les grilles d'autoévaluation provenaient de 12 régions françaises, les régions de Nouvelle Aquitaine et de Bourgogne-Franche-Comté étaient surreprésentés (figure 9).

Figure 9 Graphique du nombre de grilles saisies selon les régions



Les élevages qui ont participé à la saisie des grilles étaient majoritairement des élevages laitiers et allaitants, d'autres type d'élevages ont également participé, mais ils étaient moins représentés (Figure 10).

Figure 10 Graphique de la répartition du type d'atelier en fonction des grilles saisies



## 2. Préparation des données

Les variables ont été renommées afin de raccourcir leur nom et d'avoir une meilleure visibilité de celles-ci sur les graphiques (annexe 2). Les coefficients multiplicateurs des questions ainsi que les scores n'ont pas été utilisés dans l'analyse.

Conformément à ce qui est recommandé, les modalités de réponse dont la fréquence était inférieure à 5% (

tableau 1) ont été regroupées. En effet, l'ACM et l'AFM, sont sensibles aux taux de réponse faibles, qui peuvent entraîner des biais dans l'interprétation des résultats.

Ainsi, si la modalité présentait un taux inférieur à 5%, cette modalité était regroupée avec la deuxième modalité présentant le plus faible taux de réponse. La nouvelle modalité ainsi créée a été nommée de façon à refléter ce regroupement (par exemple, elle était nommée 0\_1 si elle avait été obtenue par le regroupement des modalités de réponse 0 et 1). Les variables pour lesquelles ce regroupement a été réalisé avaient donc 2 modalités de réponse et non 3.

Les modalités 0 et 1 ont donc été regroupées pour 19 variables, surlignées en jaune dans le tableau 1. Ce qui signifie qu'un total de 75 variables seront analysées.

Tableau 1 Tableau de fréquences des modalités de réponse des variables

Nom de variable	Modalités de réponse			Nom de variable	Modalités de réponse		
	0	1	2		0	1	2
qual_clot	0,74	9,58	89,68	abreuv_com	8,6	34,89	56,51
maitrise_pat	3,44	25,55	71,01	qualite_abreuv	7,37	30,96	61,67
double_clot	27,03	21,87	51,11	prot_stockalim	10,57	22,6	66,83
risq_pat	14,25	11,79	73,96	gest_cadavre	13,76	33,17	53,07
achat_lim	2,95	25,55	71,5	gest_ependage	1,47	8,85	89,68
test_avintro	14,74	21,87	63,39	biosec_interne	2,46	12,04	85,5
transp_direct	1,97	13,76	84,28	decl_avort	1,72	17,2	81,08
test_apachat	2,46	9,58	87,96	abon_sante	0	7,62	92,38
iso_intro	8,11	21,38	70,52	marche_avant	4,67	43	52,33
conc_controle	5,9	8,6	85,5	nett_bat	3,93	53,32	42,75
patsai_controle	3,93	2,46	93,61	gest_nuisible	6,14	31,2	62,65
pas_melange	7,13	3,69	89,19	biosec_ext	1,47	4,67	93,86
gest_interv	15,48	48,4	36,12	depist_sortie	1,97	4,67	93,37
nett_matcom	6,63	33,17	60,2	ecart_amalade	0	0,49	99,51
plan_circu	18,92	34,15	46,93	gest_visiteur	2,21	15,97	81,82
fumier_ext	1,97	4,42	93,61	gest_zoonose	1,72	15,72	82,56
abreuv_com	8,6	34,89	56,51				

Il a également été décidé d'exclure de l'analyse la question concernant à l'écartement des animaux du circuit commercial lorsqu'ils sont malades (« ecart\_malade »), puisque cette variable avait 0.0% du taux de réponse pour la modalité 0, et un taux de 0.5% de réponse pour la modalité 1 ainsi que 99.5% du taux de réponse pour la modalité 2. Sachant que les faibles taux de réponse prennent beaucoup de poids dans l'analyse, il a été décidé de l'enlever afin d'éviter d'avoir des valeurs aberrantes dans l'analyse des données.

### 3. Analyse des données

Une ACM et des AFM ont été réalisées avec le logiciel R et son interface RStudio (RStudio Team, 2015) et les packages Rmarkdown (Xie, 2012), FactomineR (Husson et al., 2008).

#### ACM- Analyse par correspondances multiples

L'ACM a été réalisée avec le package FactomineR et sa fonction « MCA ». Il a été décidé que tous les individus allaient être actifs ainsi que les 31 questions concernant les mesures de biosécurité. Seule la typologie d'élevage appartenant à la partie « signalétique » était considérée comme une variable illustrative. Cette fonction a lancé les résultats des analyses en créant également des tableaux informatifs concernant les valeurs propres des dimensions, les coordonnées et les cos<sup>2</sup>.

#### AFM- Analyse factorielle multiple

Pour les AFM, des groupes de variables ont été construits. Ils ont été choisis en concertation avec le groupe de suivi de biosécurité bovine de GDS France. L'objectif était de regrouper des questions qui portaient sur les mêmes types de mesures.

Cela a abouti à 3 propositions de regroupement détaillées en annexe 2 et pour chaque regroupement, une AFM a été réalisée. Les variables ont été regroupées selon des thématiques proposées par le

groupe de suivi de GDS France pour la première AFM, suivant les thématiques du guide de biosécurité bovine du GDS France pour la seconde AFM et selon les thématiques de la grille d'autoévaluation pour la troisième AFM.

Les AFM sont ainsi organisées de la manière suivante :

#### **AFM 1 :**

- Groupe 1 : introduction d'animaux - 5 questions
- Groupe 2 : Gestion du voisinage - 4 questions
- Groupe 3 : Soins aux animaux et désinfection - 3 questions
- Groupe 4 : Gestion des animaux malades et risques au sein de l'élevage - 3 questions
- Groupe 5 : Gestion des intervenants et des visiteurs - 4 questions
- Groupe 6 : Faune sauvage - 3 questions
- Groupe 7 : Effluents et cadavres - 2 questions
- Groupe 8 : Risque de transmission - 2 questions
- Groupe 9 : Risque exogène (intrants) – 5 questions

#### **L'AFM 2 :**

- Groupe 1 : Risques sanitaires liés au pâturage – 4 questions
- Groupe 2 : Risques sanitaires liés aux introductions et au mélange de troupeaux – 8 questions
- Groupe 3 : Risques sanitaires liés aux intervenants, aux visiteurs et au matériel en commun – 3 questions
- Groupe 4 : Risques sanitaires liés à l'abreuvement, l'alimentation et l'environnement – 6 questions
- Groupe 5 : Bonnes pratiques d'hygiène et de conduite du troupeau – 6 questions
- Groupe 6 : Bonnes pratiques pour ne pas contaminer les cheptels voisins et les humains – 4 questions

#### **AFM 3**

- Groupe 1 : Gestion de l'introduction de pathogènes – 20 questions
- Groupe 2 : Circulation et installation de pathogènes – 5 questions
- Groupe 3 : Diffusion de pathogènes – 6 questions
- 

Les AFM, ont été réalisées grâce à la fonction « MFA » du package Factominer.

## **II- Résultats**

Comme il est compliqué d'analyser plusieurs dimensions en même temps, il a été décidé de garder les 3 premières dimensions dans l'analyse de tous les ACM et AFM effectués.

### 1. Analyse des correspondances multiples

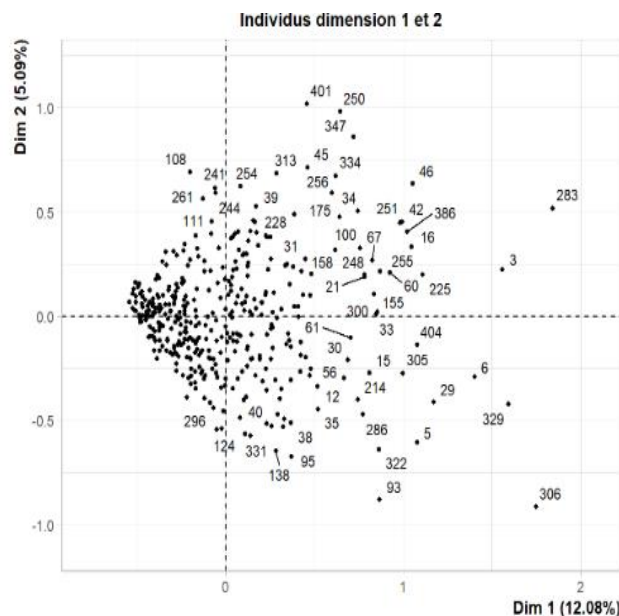
Les deux premiers axes factoriels représentaient 17,17% de la variance totale du jeu de données. Il fallait 24 dimensions pour obtenir 75% de variance totale (tableau 2).

Tableau 2 Extrait des valeurs propres des 24 premières dimension de l'ACM

Dimension	Valeurs propres	Pourcentage de variance	Pourcentage de variance cumulée
1	0,17	12,08	12,08
2	0,07	5,09	17,17
3	0,07	4,79	21,96
4	0,06	4,54	26,51
5	0,05	3,81	30,32
6	0,05	3,45	33,77
7	0,04	3,10	36,87
8	0,04	2,98	39,84
9	0,04	2,92	42,77
10	0,04	2,82	45,59
...	.....	.....	.....
23	0,03	1,82	74,07
24	0,03	1,79	75,86

Le nuage de points de la figure 11 permettaient de visualiser l'ensemble des individus selon les dimensions observées. Ses individus conformaient un nuage de points homogène, néanmoins un rassemblement d'individus était observable du côté gauche.

Figure 11 Représentation graphique des individus selon les 2 premières dimensions analysées de l' ACM



La représentation des variables-modalités de l'ACM sur les deux premiers axes factoriels sont présentés en figure 12. La première dimension séparait les éleveurs ayant répondu bien appliquer les mesures de biosécurité ou n'étant pas concernés par le risque (à gauche), les éleveurs ayant répondu ne pas appliquer ou appliquer partiellement les mesures (à droite).

Tandis que la deuxième dimension séparait d'un côté, les individus qui **n'appliquent pas** certaines mesures concernant la **biosécurité interne**, telles que le plan de circulation pour les véhicules extérieurs, la gestion des intervenants et des visiteurs, le nettoyage du matériel en commun, la gestion des zoonoses, la gestion du fumier extérieur ainsi que de l'épandage, le respect de la marche en avant et la participation à des concours dont le statut sanitaire était contrôlé. Et de l'autre côté se situaient (en bas du graphique) les individus qui appliquaient **plus ou moins** les mesures concernant la gestion des nuisibles et les mesures de **biosécurité externe** telles que l'installation des doubles clôtures, l'interdiction de l'abreuvement en commun avec des animaux d'élevages voisins et le pâturage avec des bovins ou des animaux d'autres élevages.

Les modalités de réponse qui contribuaient le plus à la formation de la première dimension étaient les modalités de réponse 0 et 1 qui concernaient les mesures de biosécurité sur la gestion de l'épandage, le transport direct et les tests après achat (annexe 3). Celles qui représentaient le plus à la formation de la deuxième dimension étaient les modalités de réponse 0 pour les mesures de biosécurité concernant la gestion des intervenants, le plan de circulation des véhicules extérieurs et la gestion des nuisibles avec la modalité de réponse 1.

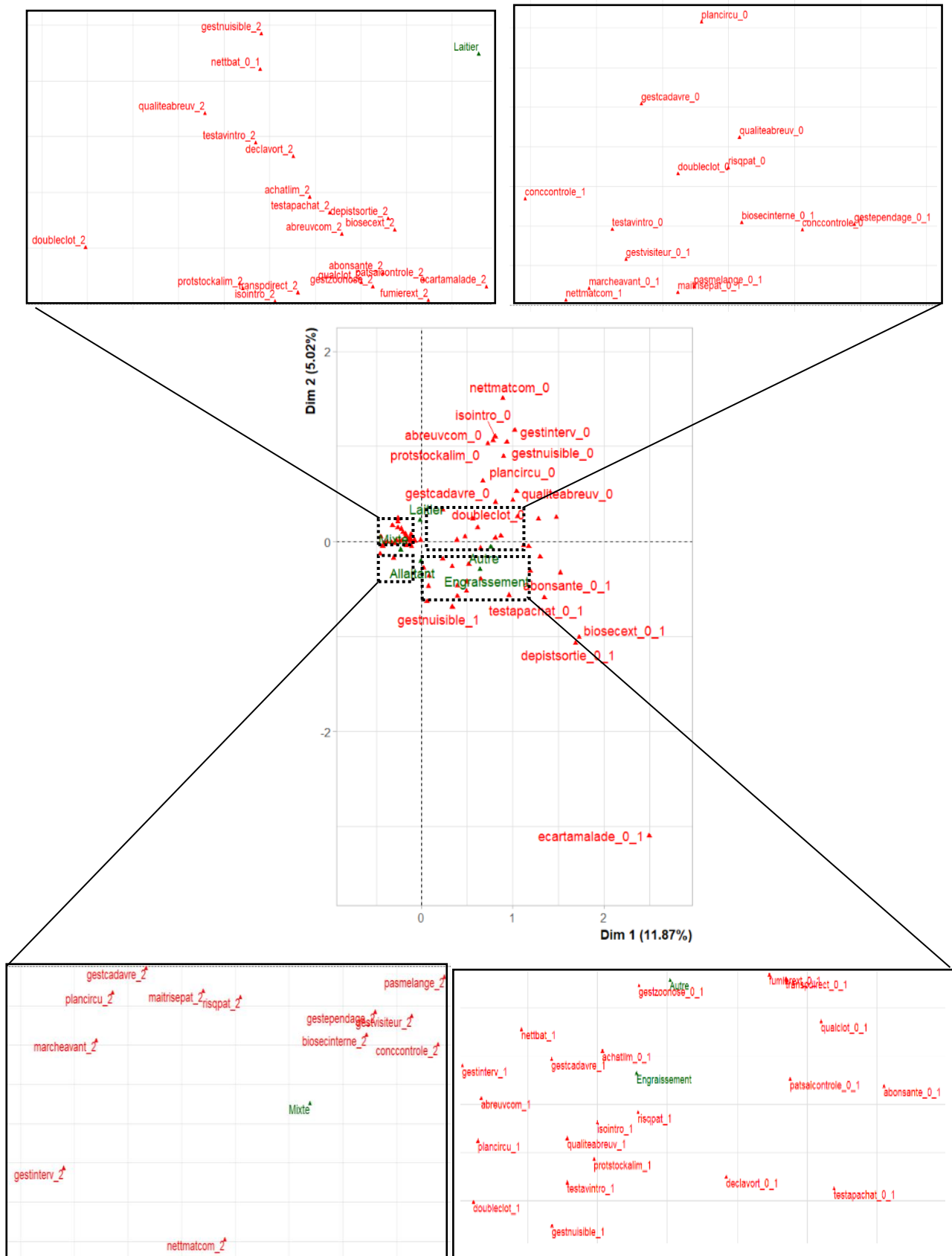
Les variables précédemment mentionnées, avaient un  $\cos^2$  élevé en comparaison des autres variables des deux dimensions (annexe 4).

Les variables illustratives représentées en vert sur les graphiques de la figure 12, illustrent la position des types d'élevages par rapport aux mesures de biosécurité, ainsi elle illustre les élevages laitiers qui se caractérisent par une coordonnée positive des axes représentant la dimension 2, et les élevages allaitants qui ont une coordonnée négative sur le même axe. Ces variables illustratives ont un  $\cos^2$  faible (tableau 3).

Tableau 3  $\cos^2$  des variables illustratives de l'ACM

Type d'élevage	Dim 1	Dim 2
Allaitant	0,000	0,050
Autre	0,012	0,001
Engraissement	0,006	0,001
Laitier	0,000	0,062
Mixte	0,002	0,001

Figure 12 Représentation des variables-modalités de l'ACM sur les deux premières dimensions





Pour l'ensemble des AFM, les quatre premières dimensions étaient celles qui apportaient une plus grande part de la variance, néanmoins seuls les résultats des deux premières dimensions seront présentés suite à la faible information qu'apportaient les autres dimensions dans leurs ensembles.

### 2.1 AFM – 1 (9 groupes)

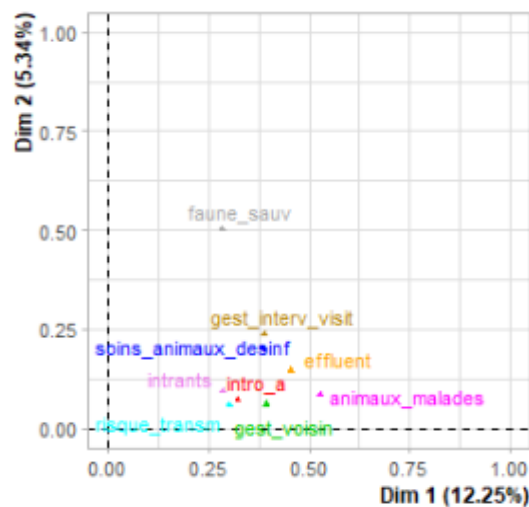
Les deux premiers axes factoriels représentaient 17.6% de la variance totale de l'AFM 1, et il fallait au minimum 23 dimensions afin d'obtenir 75% de la variance totale (tableau 4).

Tableau 4 Valeurs propres des 23 premières dimensions de l'AFM1

<i>Dimension</i>	<i>Valeurs propres</i>	<i>Pourcentage de variance</i>	<i>Pourcentage de variance cumulée</i>
<b>1</b>	3,34	12,25	12,25
<b>2</b>	1,46	5,34	17,59
<b>3</b>	1,33	4,89	22,48
<b>4</b>	1,15	4,20	26,68
<b>5</b>	0,96	3,53	30,21
<b>6</b>	0,95	3,47	33,68
<b>7</b>	0,92	3,39	37,07
<b>8</b>	0,88	3,22	40,29
<b>9</b>	0,86	3,17	43,46
<b>10</b>	0,84	3,09	46,55
....	.....	.....	.....
<b>23</b>	0,48	1,77	75,59

La représentation des groupes de variables sur les deux premiers axes factoriels sont présentés dans la figure 13. Les groupes qui concernaient les risques de transmission, l'introduction d'animaux et les risques exogènes liés aux intrants étaient les plus proches et avaient tendance à être plus corrélés que les autres, tandis que les groupes sur la gestion des animaux malades et la faune sauvage étaient situés aux extrêmes.

Figure 13 Représentation graphique des groupes de l'AFM 1 pour les 3 dimensions



Les deux groupes situés aux extrêmes étaient ceux qui contribuaient le plus à la formation des deux dimensions (tableau 5). Ainsi, les groupes sur la gestion des animaux malades, la gestion des effluents et la gestion du voisinage sont ceux qui contribuaient le plus à la construction de la première dimension. Tandis que les groupes sur les mesures de biosécurité concernant la faune sauvage et la gestion des intervenants et des visiteurs étaient ceux qui contribuaient le plus à la formation de la seconde dimension.

Tableau 5 Contributions des groupes des variables aux axes de l'AFM 1

<b>Groupe</b>	<b>Dim 1</b>	<b>Groupe</b>	<b>Dim 2</b>
<b>animaux_malades</b>	0,73	<b>faune_sauv</b>	0,75
<b>effluent</b>	0,68	<b>gest_interv_visit</b>	0,57
<b>gest_voisin</b>	0,63	<b>soins_animaux_desinf</b>	0,47
<b>gest_interv_visit</b>	0,63	<b>effluent</b>	0,40
<b>soins_animaux_desinf</b>	0,63	<b>intro_a</b>	0,39
<b>intro_a</b>	0,58	<b>intrants</b>	0,38
<b>intrants</b>	0,56	<b>animaux_malades</b>	0,35
<b>risque_transm</b>	0,55	<b>gest_voisin</b>	0,31
<b>faune_sauv</b>	0,54	<b>risque_transm</b>	0,24

Leurs  $\cos^2$  dans leurs ensemble sont très faibles (tableau 6), les groupes sur les mesures qui concernaient les soins aux animaux et la désinfection des bâtiments ainsi que ceux qui concernaient la gestion du voisinage étaient ceux qui avaient une meilleure qualité de représentation dimension 1. Les groupes sur la gestion des intervenants et visiteurs étaient ceux qui représentaient au mieux la deuxième dimension.

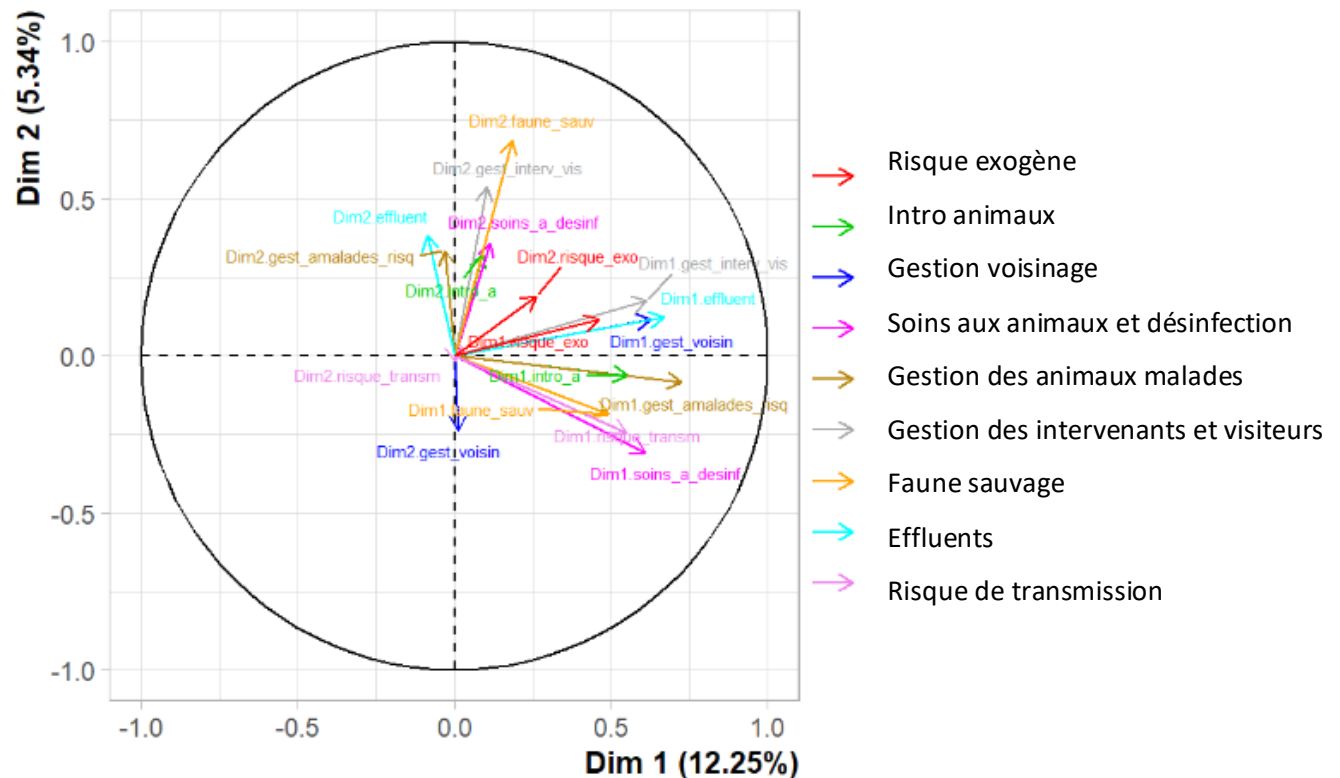
Tableau 6  $\cos^2$  des groupes de variables de l'AFM 1

<b>Groupe</b>	<b>Dim.1</b>	<b>Groupe</b>	<b>Dim.2</b>
<b>soins_animaux_desinf</b>	0,15	<b>gest_interv_vis</b>	0,07
<b>gest_voisin</b>	0,09	<b>animaux_malades</b>	0,02
<b>faune_sauv</b>	0,09	<b>rassemblement</b>	0,02
<b>risque_transm</b>	0,08	<b>faune_sauv</b>	0,01
<b>animaux_malades</b>	0,07	<b>soins_animaux_desinf</b>	0,00
<b>rassemblement</b>	0,06	<b>intrants</b>	0,00
<b>intro_a</b>	0,06	<b>risque_transm</b>	0,00
<b>intrants</b>	0,03	<b>intro_a</b>	0,00
<b>gest_interv_vis</b>	0,02	<b>gest_voisin</b>	0,00

Le cercle de corrélation de la figure 16, mettait en évidence que les groupes de la première dimension étaient tous situés sur la partie positive de l'axe et que l'ensemble de ces groupes avaient donc une forte corrélation avec cet axe. D'ailleurs plusieurs groupes présentaient une colinéarité, comme celui qui concernait la gestion du voisinage avec celui des effluents, ainsi que ceux qui reposaient sur l'introduction d'animaux et la gestion des animaux malades.

Pour la deuxième dimension, la plupart des groupes se situaient sur la partie positive de l'axe, avec le groupe gestion du voisinage qui se retrouvait dans la partie négative de l'axe, donc en bas.

Figure 14 Cercle de corrélation des groupes de l'AFM 1



## 2.2 AFM – 2 (6 groupes)

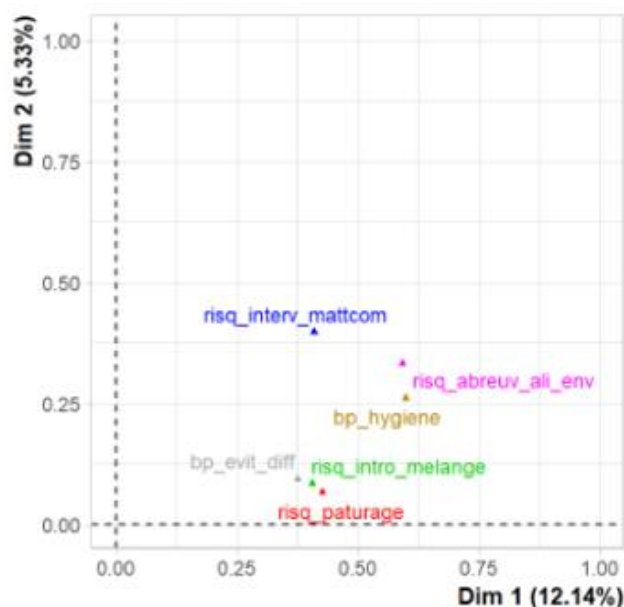
Les deux premières dimensions de cette AFM illustrent 17,47% de la variance totale du jeu de données, néanmoins, il fallait utiliser au minimum les 24 premières dimensions afin d'avoir une représentation de 75% de la variance totale (tableau 7).

Tableau 7 Valeurs propres des 24 premières dimensions de l'AFM 2

Dimension	Valeurs propres	Pourcentage de variance	Pourcentage de variance cumulée
1	2,81	12,14	12,14
2	1,23	5,33	17,46
3	1,12	4,82	22,28
4	1,02	4,42	26,70
5	0,83	3,59	30,29
6	0,76	3,29	33,58
7	0,76	3,28	36,86
8	0,73	3,13	40,00
9	0,67	2,92	42,91
10	0,66	2,87	45,78
.....	.....	.....	.....
23	0,42	1,83	74,75

La Figure 15, présente la position des groupes de variables sur les deux premiers axes factoriels. Les groupes dans lequel les pratiques de biosécurité concernaient les bonnes pratiques afin d'éviter la diffusion de maladies, le risque d'introduction de maladies liés au mélange d'animaux et les risques liés au pâturages étaient ceux qui avaient le plus de corrélation. Tandis que les groupes sur les bonnes pratiques d'hygiène, les risques liés à l'abreuvement l'alimentation et l'environnement ainsi que le celui des risques liés aux intervenants et au matériel en commun étaient plus dispersés.

Figure 15 Représentation graphique des groupes de l'AFM 2 pour les 3 premières dimensions



Ces derniers groupes sont ceux qui contribuaient le plus à la formation des deux dimensions (tableau 8). La première dimension était formée par une contribution de 21,33% pour le groupe concernant les bonnes pratiques d'hygiène et 21,07% pour celui des risques liés à l'abreuvement, l'alimentation et l'environnement. Tandis que le groupe sur les risques liés aux intervenants et au matériel en commun apportait une contribution de 32,19% et celui des risques liés à l'abreuvement, l'alimentation et l'environnement contribuait avec 26,94% à la formation de la deuxième dimension.

Tableau 8 Contributions des groupes de l'AFM 2

Groupe	Dim.1	Groupe	Dim.2
bp_hygiene	21,33	risq_interv_mattcom	32,19
risq_abreuv_ali_env	21,07	risq_abreuv_ali_env	26,94
risq_paturage	15,20	bp_hygiene	21,17
risq_interv_mattcom	14,58	bp_evit_diff	7,55
risq_intro_melange	14,44	risq_intro_melange	6,79
bp_evit_diff	13,38	risq_paturage	5,36

Les groupes qui contribuaient le plus à la formation des axes n'avaient pas une bonne qualité de représentation puisque leurs  $\cos^2$  étaient faibles dans leur ensemble (tableau 9).

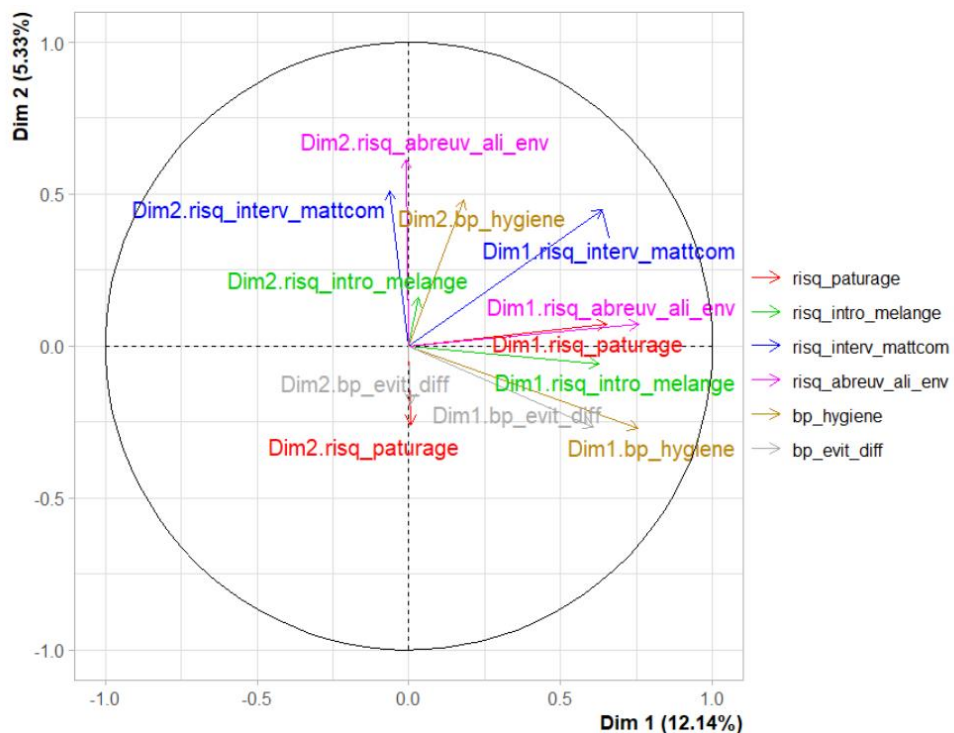
Tableau 9  $\cos^2$  des groupes de l'AFM 2

Groupe	Dim.1	Groupe	Dim.2
bp_hygiene	0,14	risq_interv_mattcom	0,07
risq_paturage	0,10	risq_abreuv_ali_env	0,03
risq_abreuv_ali_env	0,09	bp_hygiene	0,03
bp_evit_diff	0,08	bp_evit_diff	0,01
risq_interv_mattcom	0,07	risq_intro_melange	0,00
risq_intro_melange	0,07	risq_paturage	0,00

Le cercle de corrélation de la figure 16, indiquait que les groupes de la première dimension étaient tous situés sur la partie positive de l'axe, et mettaient en évidence que ces groupes avaient une forte corrélation avec cet axe. Il n'y avait aucune colinéarité entre les groupes qui étaient représentés.

Dans la deuxième dimension, la plupart des groupes se situaient sur la partie positive de l'axe, les groupes bonnes pratiques pour éviter la diffusion ainsi que les risques liés au pâturage, étaient colinéaires et en opposition du groupe risques liés à l'abreuvement, l'alimentation et l'environnement.

Figure 16 Cercle de corrélation des groupes de l'AFM 2



### 2.3 AFM – 3 (3 groupes)

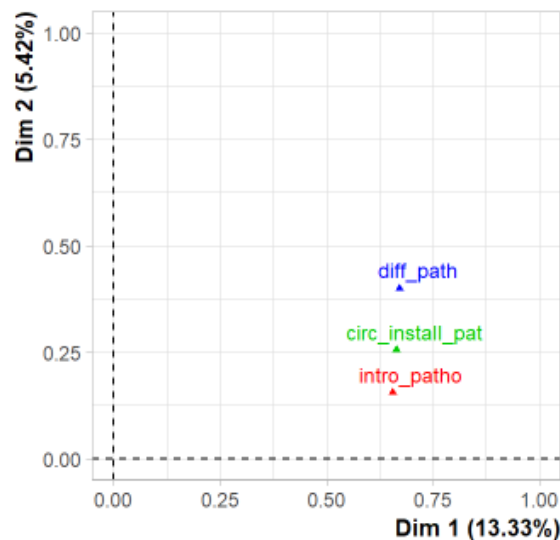
Les deux premières dimensions de cette AFM illustrent 18.75% de la variance totale du jeu de données, cependant, il fallait utiliser au minimum les 22 premières dimensions afin d’avoir une représentation de 75% de la variance totale (tableau 10).

Tableau 10 Valeurs propres des 22 premières dimensions de l'AFM 3

Dimension	Valeurs propres	Pourcentage de variance	Pourcentage de variance cumulée
1	1,99	13,33	13,33
2	0,81	5,42	18,75
3	0,78	5,23	23,98
4	0,70	4,69	28,67
5	0,58	3,91	32,58
6	0,55	3,66	36,24
7	0,52	3,51	39,75
8	0,50	3,34	43,08
9	0,47	3,17	46,25
...	.....	.....	.....
21	0,26	1,76	74,86
22	0,25	1,69	76,55

La figure 17 montrait la position des groupes de variables sur les deux premiers axes factoriels. Les trois groupes avaient des valeurs très proches sur la première dimension. Le groupe le plus corrélé à la deuxième dimension était celui qui concernait la diffusion des pathogènes.

Figure 17 Représentation graphique des groupes de l'AFM 3



Les trois groupes contribuaient presque de manière égale à la formation de la première dimension. Néanmoins, la contribution du groupe sur la diffusion de pathogènes, était légèrement augmentée par

rapport aux deux autres groupes. La deuxième dimension quant à elle, était formée principalement par le groupe sur les mesures de biosécurité concernant la diffusion de pathogènes, qui était celui qui apportait une plus grande contribution en comparaison des deux autres groupes (tableau 11).

Tableau 11 Contribution des groupes de l'AFM2

Groupe	Dim.1	Groupe	Dim.2
diff_path	33,73	diff_path	49,36
circ_install_pat	33,36	circ_install_pat	31,49
intro_patho	32,91	intro_patho	19,15

La qualité de représentation de ces groupes était faible. Cependant le  $\cos^2$  des groupes sur la circulation et l'installation des pathogènes ainsi que de la diffusion des pathogènes pour la première dimension était égale.

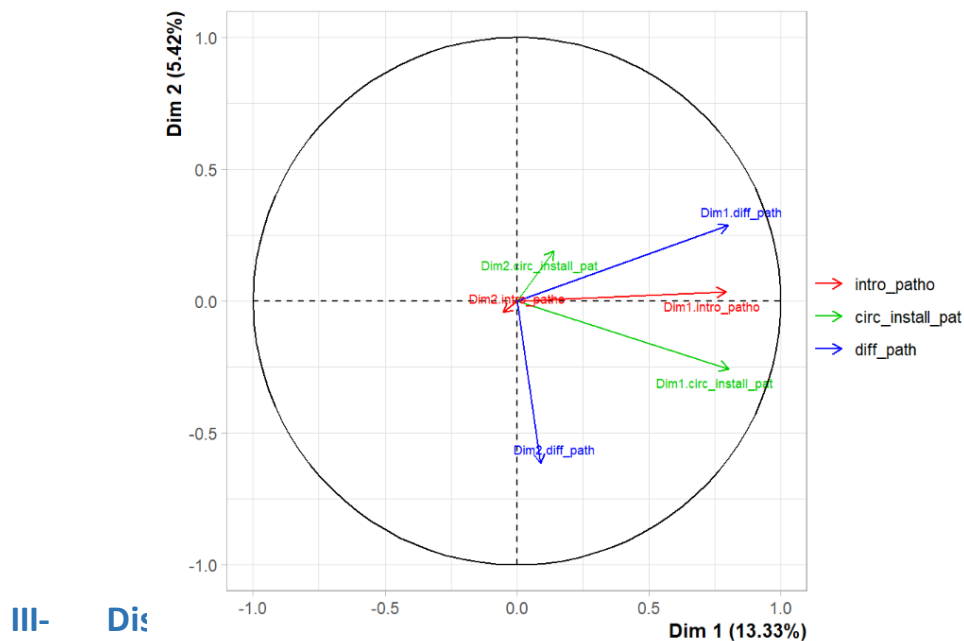
Tableau 12  $\cos^2$  des groupes de l'AFM 3

Les groupes de la première dimension de la figure 18 étaient tous situés sur la partie positive de la première dimension, tandis que les groupes de la deuxième dimension étaient tous situés dans un

Variable	Dim.1	Variable	Dim.2
circ_install_pat	0,20	diff_path	0,07
diff_path	0,20	circ_install_pat	0,03
intro_patho	0,15	intro_patho	0,01

cadran différent.

Figure 18 Cercle des corrélations des groupes de l'AFM 3



III- Dis

## 1. Matériel

### Nombre de grilles

Il était difficile de déterminer si le nombre de grilles analysées correspondait à l'ensemble des grilles remplies par les éleveurs, car il était impossible de savoir si toutes les grilles remplies en version papier avaient effectivement été soumises en ligne. Cette incertitude découle de la nature du processus de collecte des données, dans lequel il existe une possibilité de perte d'information ou de non-transmission des grilles papier à la plateforme en ligne. Par conséquent, l'exhaustivité des données disponibles pour l'analyse peut être compromise, ce qui nécessite une reconnaissance de cette limitation potentielle lors de l'interprétation des résultats.

La grille d'évaluation dispose d'une version imprimable qui permet de calculer le score final en utilisant des coefficients multiplicateurs spécifiques à chaque question. Cependant, il faut reconnaître que ces coefficients peuvent influencer les réponses des éleveurs et même limiter la saisie en ligne. D'un autre côté, la version papier de la grille facilite les échanges avec le conseiller lors des visites aux élevages. Cependant, pour que les données puissent être traitées par GDS France, il est nécessaire que le conseiller saisisse la grille en ligne. Malheureusement, cette exigence de saisie en ligne peut constituer un obstacle, car cela peut prendre du temps et doit être réalisé de manière continue, sans interruption. Il est donc essentiel de trouver un équilibre entre les avantages offerts par la version imprimable de la grille, tels que les échanges entre les éleveurs et le conseiller et les avantages de la version en ligne, tels que la facilité de traitement des données par le GDS France.

Les données étaient maintenues de manière anonyme, ce qui signifie que les GDS n'avaient pas accès aux résultats de leurs éleveurs adhérents. Cette restriction potentielle d'accès aux données individuelles des éleveurs, pourrait avoir entraîné une diminution de la motivation des GDS à diffuser la grille d'évaluation à leurs adhérents. De plus, l'accès à la grille d'auto-évaluation n'est pas disponible sur tous les sites internet des GDS. Néanmoins le dernier changement effectué par GDS France sur la grille en 2022, inclus la possibilité de transmettre les résultats au GDS si les grilles ont été réalisées dans le cadre d'une formation. Ceci dans l'objectif de continuer à stimuler les GDS à diffuser la grille et le renseignement de celles-ci.

Comme il n'y a pas eu de valorisation des résultats des évaluations précédentes, les GDS ainsi que les éleveurs peuvent percevoir ces exercices d'auto-évaluation comme dépourvus de pertinence. En conséquence, cela peut réduire leur engagement et leur motivation à participer activement à ces processus d'évaluation de la biosécurité.

### Représentativité

Comme certaines régions participantes à l'analyse étaient surreprésentées telles que l régions de Bourgogne-Franche-Comté ou Nouvelle Aquitaine, ceci a pu possiblement conduire à un biais de représentativité, car en France, le secteur de l'élevage bovin présente une répartition géographique spécifique. Ce qui conduit à une spécialisation régionale en termes de types d'élevages et de pratiques mises en œuvre. Cette diversité régionale dans les méthodes d'élevage reflète les conditions climatiques, les ressources disponibles, les traditions agricoles et les préférences locales. Ainsi, d'une région à l'autre, on observe des différences significatives dans les pratiques de gestion des troupeaux bovins. Par exemple, le pâturage collectif saisonnier concerne davantage les départements de montagne ou proches de la mer. Comprendre et prendre en compte ces variations régionales est crucial pour une analyse approfondie de la biosécurité dans l'élevage bovin en France, car cela permet d'appréhender les spécificités locales et d'adapter les mesures de biosécurité en fonction des besoins



et des réalités de chaque région. Néanmoins pour que ceci soit possible, il est nécessaire que l'ensemble des éleveurs de ces régions participent à l'autoévaluation afin que les régions soient représentées.

De plus, le questionnaire a été modifié afin que les éleveurs ne puissent plus indiquer qu'ils ont un élevage mixte, ils doivent compléter la grille pour chaque atelier.

#### Limite sur la qualité des données

Dans la version en ligne, les questions ne sont pas accompagnées du commentaire expliquant le risque à maîtriser avec la mesure de biosécurité présente dans la question. Ce manque d'explications, implique que les éleveurs ont pu interpréter le questionnaire de manière différente, et distincte à ce qui était réellement attendu. Ceci a pu entraîner une répercussion sur la fiabilité et la qualité des réponses. Par exemple la question 1 indiquait « je vérifie la qualité de mes clôtures et je les entretiens régulièrement » (annexe 1) mais il n'était pas indiqué combien de temps les éleveurs devaient vérifier l'état de leurs clôtures, ou encore comment ils devaient les vérifier, ou quels étaient les critères de vérification de celles-ci. Bien que le questionnaire en version imprimable fournisse des explications concernant les mesures de biosécurité pour chaque question, il ne précise pas les critères qui permettent de guider l'éleveur lors de l'évaluation de ses mesures de biosécurité. Par conséquent, les réponses étaient sujettes à une certaine subjectivité individuelle.

Certaines questions de la grille contiennent plusieurs pratiques et n'étaient pas très précises. Pour ces questions, dès lors que l'éleveur répondait maîtriser partiellement les mesures il était impossible de savoir si c'était parce que l'ensemble des mesures étaient partiellement maîtrisées ou si une des mesures seulement était moins bien maîtrisée. Par exemple, la question 17 de la grille (annexe 1) indiquait : « les animaux ont accès à une eau propre. Je nettoie et désinfecte régulièrement les abreuvoirs. En cas d'utilisation d'eau de puit, de forage ou de source je fais analyser l'eau régulièrement » cette question adresse trois points différents indépendants mais une seule réponse était possible pour l'ensemble de ces points.

Par ailleurs, certaines modalités de réponses manquaient de précision face aux questions posées. Par exemple, la même question utilisée dans l'exemple précédent avait 3 modalités de réponses qui correspondaient à « 2 = oui, 1 = oui sauf dans certains pâturages, 0 = non pas de nettoyage dans des mares ou jamais d'analyses ». Lorsque l'éleveur répondait « 2 = oui », on ne savait pas si la réponse avait été donnée car les animaux avaient accès à une eau propre, ou parce qu'il nettoyait les abreuvoirs sans que les animaux aient accès à une eau propre, ou parce que les animaux avaient accès à l'eau de puit mais qui est considérée comme étant propre pour l'éleveur, ou qu'il a répondu oui car il fait des analyses régulières à l'eau mais ne nettoie ou ne désinfecte pas régulièrement les abreuvoirs.

Enfin, pour l'ensemble des questions, lorsque les éleveurs n'étaient pas concernés par un risque, aucune modalité de réponse était prévue spécifiquement pour cela. En effet si l'éleveur maîtrisait le risque ou n'était pas concerné la modalité de réponse était 2. Ceci a pu également entraîner une surestimation de la correcte application de certaines mesures (tableau 1) puisque la plupart des mesures ont un fort taux de réponse à la modalité 2, alors que pour certaines modalités (telles que la question 11 concernant le pâturage saisonnier), la plupart des éleveurs ont répondu avec la modalité de réponse 2 alors qu'ils ne sont sûrement pas concernés par la mesure.

En dernier, le questionnaire ne contenait pas de question concernant la taille des élevages. Cette information, aurait pu aider à l'interprétation des résultats des grilles d'autoévaluation, et cette donnée aurait pu être notamment utilisée comme une donnée illustrative dans les analyses

## 2. Méthode

L'ACM présente plusieurs avantages. Elle offre la possibilité de visualiser les individus et les variables dans un même plan, ce qui facilite l'interprétation des relations entre les différentes catégories. Cependant, il est important de noter que les ACM sont sensibles à la structure des données et à la variance qu'elles contiennent. Lorsque le jeu de données présente une structure peu claire ou est mal structuré, les résultats de l'ACM peuvent être moins interprétables et de moindre qualité. De plus, l'interprétation des résultats de l'ACM peut être complexe lorsque la quantité de variables est élevée. Il peut être difficile de les représenter toutes sur le même plan graphique, ce qui peut limiter la visualisation et la compréhension des relations entre les variables.

L'avantage de l'AFM c'est qu'elle permet de regrouper les variables, ceci diminue la complexité d'interprétation des résultats en résumant les relations entre les variables. L'AFM a la capacité à gérer une grande quantité de variables lorsqu'il est difficile de les visualiser et de les interpréter sur un même plan. Elle permet de réduire la dimensionnalité des données, tout en préservant l'information essentielle. Néanmoins lorsque le nombre de groupes sont élevés, l'interprétation des cercles de corrélation devient difficile, et les informations données sont ainsi moins claires.

## 3. Résultats

Les premières dimensions de l'ACM et de l'AFM confirment une faible variabilité du jeu de données car celles-ci étaient inférieures à 20% dans les deux premières dimensions. Sachant, que la variance dépend de l'association forte des variables et de la complexité des structures qui sont présentes dans les données, cette variance nous indiquait que ces dimensions ont capturé une partie moins importante de la structure des données par rapport à ce qui était réellement attendu. Les attentes concernant le pourcentage de variance, varient selon les chercheurs, mais l'auteur Celestino S, indique dans sa thèse doctorale qu'il est nécessaire de choisir l'ensemble des dimensions ayant recueillies 75% de la variance totale du jeu de données (Celestino S, 2013). Le fait d'avoir une variance plus faible à ce pourcentage, a entraîné des difficultés lors de l'interprétation des résultats, néanmoins il a été possible dans les analyses effectuées, d'identifier certaines tendances, regroupements et relations entre les variables.

Les graphiques des individus, ont permis de comprendre la répartition des individus selon les dimensions analysées. Les rassemblements de ceux-ci ont indiqué que la plupart des individus avaient une tendance à être situés du côté gauche du graphique et non loin de l'origine. Ceci a indiqué qu'ils présentaient des similarités dans leurs pratiques de biosécurité, et que la plupart considérait avoir une correcte application des mesures, puisque le côté gauche du graphique rassemblait les modalités de réponse 2. Les individus étant du côté droit du graphique, avaient des pratiques de biosécurité qui n'étaient pas correctement appliquées, néanmoins il s'agissait d'individus ayant un profil de réponses particulières puisqu'ils se trouvaient plus dispersés les uns des autres ainsi que plus loin de l'origine.

L'ACM a également permis d'identifier les pratiques les plus corrélées. Les variables qui avaient la modalité 2 étaient toutes situées dans la partie négative de la première dimension, cependant c'est la deuxième dimension qui sépare ces variables en deux groupes distincts. Ainsi, la plupart des pratiques liées à la biosécurité interne étaient situées dans le quadrant bas du graphique, tandis que celles étant liées à la biosécurité externe ainsi que les variables liées aux contrôles des cadavres et de la maîtrise des pâturages, étaient situées dans le quadrant opposé (celui du haut).

Les individus qui avaient plutôt tendance à gérer correctement les pratiques de biosécurité interne, avaient également tendance à gérer moins bien les pratiques concernant la biosécurité externe, le

contrôle de la gestion des cadavres, le nettoyage des bâtiments et les pratiques ayant un lien avec le pâturage. Ces individus s'opposaient à ceux qui avaient une meilleure maîtrise de la biosécurité externe, de la gestion des cadavres, du nettoyage des bâtiments et des pratiques liées au pâturage.

De plus, les variables illustratives supposaient que les élevages laitiers avaient certaines tendances à appliquer correctement les mesures concernant la biosécurité externe, le contrôle du pâturage, la gestion des cadavres et le nettoyage des bâtiments par rapport aux élevages allaitants. Ce qui peut être en lien avec les pratiques qui caractérisent l'élevage laitier. Par exemple, les mouvements d'animaux sont inférieurs chez les élevages laitiers que chez les allaitants, il y a moins d'achats et plus d'auto-renouvellement du troupeau, ainsi que les pratiques de biosécurité interne qui sont appliquées de manière routinière lors de la traite.

Le regroupement des variables dans l'AFM n'a pas eu un impact sur la variance des résultats. Cela peut être attribué à la faible variabilité des réponses présentes dans le jeu de données. En d'autres termes, les réponses fournies par les participants étaient relativement similaires et peu variables, ce qui a limité la capacité de l'AFM à identifier des modèles distincts ou de grandes différences entre les groupes. Cependant, parmi les trois méthodes d'AFM, c'est la troisième méthode qui a démontré une meilleure variance. De plus, les valeurs de  $\cos^2$  des groupes étaient plus élevées dans cette AFM par rapport aux autres méthodes. Ces résultats suggèrent que les groupes formés pour l'AFM3 ont donné de meilleurs résultats et ils étaient plus fiables que celles des autres méthodes. De plus, des valeurs de  $\cos^2$  plus élevées pour les groupes indiquent une meilleure représentation des variables associées à ces groupes dans l'AFM.

#### IV- Conclusion et perspectives

La grille d'autoévaluation mise en place par GDS France permet de recueillir des informations importantes sur les pratiques et les comportements des éleveurs, ce qui peut contribuer à une meilleure compréhension de la situation actuelle.

Cependant, il est important de souligner qu'il existe des possibilités d'amélioration de cette grille. Des ajustements sont nécessaires afin de garantir sa pertinence, sa fiabilité et sa validité dans la collecte des données. Par exemple, il pourrait être utile d'ajouter des indicateurs spécifiques pour évaluer certains aspects clés de la biosécurité afin de standardiser les réponses, d'améliorer la clarté des questions en ajoutant des commentaires dans la version en ligne et de rajouter une modalité de réponse qui corresponde à l'option « je ne suis pas concerné par la mesure ».

Il est également essentiel de stimuler l'utilisation de cette grille par les éleveurs. Une communication efficace et une sensibilisation appropriée doivent être remises en place pour expliquer les avantages de l'autoévaluation et encourager la participation active des éleveurs. En faisant cela, il sera possible de recueillir des informations plus complètes et représentatives de l'ensemble du territoire, ce qui permettra d'obtenir une image plus précise des pratiques de biosécurité dans les élevages bovins en France.

La perspective encourageante des éleveurs peut être perçue comme un signe positif dans le contexte de la mise en place des mesures de biosécurité dans les élevages. Cela suggère que les éleveurs sont conscients de l'importance de ces mesures pour prévenir les maladies et protéger la santé de leur cheptel. Leur vision optimiste peut également indiquer un engagement envers les bonnes pratiques et une volonté de mettre en œuvre les mesures de biosécurité de manière efficace. Cependant, il est

essentiel d'adopter une approche critique et d'évaluer si ces perspectives positives sont un reflet réaliste de la situation sur le terrain. Il est possible que les éleveurs aient une perception biaisée envers la mise en place des mesures, en surestimant leur niveau d'application ou en minimisant les problèmes ou les défis rencontrés.

Afin d'évaluer la cohérence entre les perspectives des éleveurs et la réalité de la mise en place des mesures de biosécurité, il est nécessaire de faire des études basées sur des données concrètes. Cela peut impliquer des méthodes telles que la saisie de la grille d'autoévaluation par des conseillers de GDS dans l'ensemble des régions afin d'obtenir une image plus précise et réelle sur les pratiques de biosécurité dans les élevages de bovins.

Une fois ces écarts identifiés, des actions appropriées pourraient être entreprises pour améliorer les outils de formation afin de cibler sur les pratiques les plus difficiles à mettre en place pour les éleveurs.

En résumé, bien que la perspective encourageante des éleveurs puisse être perçue positivement, il est important de l'évaluer de manière critique et de vérifier si elle reflète réellement la mise en place des mesures de biosécurité. Des investigations objectives basées sur des données concrètes sont nécessaires pour identifier les écarts potentiels et prendre des mesures appropriées pour améliorer la situation.

Finalement, ce travail a apporté des résultats limités puisqu'il a été basé sur les résultats apportés par les méthodes d'ACM et d'AFM, néanmoins il est recommandé d'effectuer une classification hiérarchique ascendante (CAH). Ceci pourrait permettre de mieux comprendre les différentes typologies d'élevages en termes de mise en place des mesures de biosécurité, en identifiant des sous-groupes distincts avec des profils spécifiques. Ceci aiderait également à mettre en évidence des différences dans les pratiques, les attitudes ou les obstacles qui sont rencontrés par les éleveurs.

## Références bibliographiques :

*Article L201-5—Code rural et de la pêche maritime—Légifrance*. (2010). Consulté 24 mai 2023, à l'adresse [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000044233206](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000044233206)

- Baccini, A. (2010). *Statistique Descriptive Multidimensionnelle (pour les nuls)*. Institut de mathématiques de l'université de Toulouse, 33 p. <https://www.math.univ-toulouse.fr/~baccini/zpedago/asde.pdf>
- Brahim, A. (2019). *LA BIOSÉCURITÉ DANS LES ÉLEVAGES DE L'OISE* (p. 60) [Mémoire]. <https://ensv-fvi.fr/wp-content/uploads/2021/05/BRAHIM-M%C3%A9moire-CEAV-Etat-des-lieux-Maillage-v%C3%A9rinaire.pdf>
- Celestino S, M. A. (2013). *Modelos Multivariantes para describir las estructuras de covariación entre Inteligencia Emocional, Desgaste Profesional y Salud General* [Département de statistique, Université de Salamanque]. <https://docplayer.es/9593160-Universidad-de-salamanca.html>
- Code de la santé publique, chapitre 1: Règlements sanitaires—Article L1, (1953). [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000006692154/1953-10-07](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000006692154/1953-10-07)
- Confédération nationale de l'élevage (CNE). (2011). *Guide de bonnes pratiques d'hygiène. Elevage de gros bovins, veaux de boucherie, ovins et caprins*. Journaux officiels. [https://agriculture.gouv.fr/sites/default/files/documents/pdf/gph\\_\\_bovins\\_veaux\\_ovins\\_caprins\\_20145952\\_0001\\_p000\\_cle0f3116.pdf](https://agriculture.gouv.fr/sites/default/files/documents/pdf/gph__bovins_veaux_ovins_caprins_20145952_0001_p000_cle0f3116.pdf)
- Devienne, C. (2020). *Diagnostics biosécurité dans les exploitations agricoles d'EPLEFPA de la région Nouvelle Aquitaine—ateliers bovins* [Ecole nationale vétérinaire de Toulouse]. [https://oatao.univ-toulouse.fr/27936/1/Devienne\\_27936.pdf](https://oatao.univ-toulouse.fr/27936/1/Devienne_27936.pdf)
- Garin, E. (2021, décembre). LA BIOSÉCURITÉ PARTICIPE AUSSI AU BIEN-ÊTRE DES ANIMAUX ET DES PERSONNES AU QUOTIDIEN. *Réussir Pâtre*, 689, 1. Santé animale.
- GDS France. (2020). *Guide des bonnes pratiques de biosécurité pour se protéger de la tuberculose bovine*. <https://www.gdsfrance.org/wp-content/uploads/Guide-Biosecurite-Tuberculose.pdf>
- GDS France. (2022a). *Guide des bonnes pratiques de biosécurité en élevage bovin*. [https://www.frgds-occitanie.fr/IMG/pdf/bovin-guide-pratique-biosecurite\\_janv\\_2022.pdf](https://www.frgds-occitanie.fr/IMG/pdf/bovin-guide-pratique-biosecurite_janv_2022.pdf)
- GDS France. (2022b). *L'essentiel de la biosécurité en élevage*. <https://www.gdsfrance.org/wp-content/uploads/BOVIN-Plaquette-Biosecurite.pdf>
- GDS France. (2023, avril 26). *Site du GDS France—L'action sanitaire ensemble*. GDS France. <https://www.gdsfrance.org/>
- Husson, F. (2023). *MOOC analyse de données* [Pédagogique]. François Husson. <https://husson.github.io/index.html>
- Husson, F., Josse, J., & Lê, S. (2008). *FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis*. (2.7).
- IDELE. (2021). *Biosécurité en élevage ovin viande*. 10.
- IDELE, I. de l'élevage. (2023). *SECURIVO*. <https://securivo.idele.fr/accueil>
- Laffly, D. (s. d.). *Support de cours Introduction à l'analyse factorielle des correspondances*. Laboratoire Société Environnement Territoire UMR 5603 du CNRS et Université de Pau. Consulté 17 mai 2023, à l'adresse [https://web-new.univ-pau.fr/RECHERCHE/SET/LAFLY/docs\\_laffly/INTRODUCTION\\_AFC.pdf](https://web-new.univ-pau.fr/RECHERCHE/SET/LAFLY/docs_laffly/INTRODUCTION_AFC.pdf)
- Lebart, L., Morineau, A., & Piron, M. (1995). *Statistique exploratoire multidimensionnelle* (Dunod). Dunod, Paris. [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers11-10/010007837.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-10/010007837.pdf)
- Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. (2023). *Site du Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire*. Site internet du Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. <https://agriculture.gouv.fr/>
- Ministère de l'agriculture et l'alimentation. (2021). *Arrêté du 8 octobre 2021 fixant les mesures techniques et administratives relatives à la prévention, la surveillance et la police sanitaire de l'infection par le complexe Mycobacterium tuberculosis des animaux des espèces bovine, caprine et porcine ainsi que des élevages de camélidés et de cervidés—Légifrance*. [https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044206674?init=true&page=1&query=bios%C3%A9curit%C3%A9+%C3%A9levages&searchField=ALL&tab\\_selection=all](https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044206674?init=true&page=1&query=bios%C3%A9curit%C3%A9+%C3%A9levages&searchField=ALL&tab_selection=all)

- Monbet, V. (2014). *Notes de cours analyse des données master statistique et économétrie*. Université de Rennes. [https://perso.univ-rennes1.fr/valerie.monbet/Cours\\_AD/cours\\_2013-14.pdf](https://perso.univ-rennes1.fr/valerie.monbet/Cours_AD/cours_2013-14.pdf)
- Mounaix B, Thirion M, & David V. (2015). *Biosécurité dans les élevages bovins français : Représentations et attentes des éleveurs Biosecurity in French cattle farms : Attitudes and expectations of farmers*. 1.
- Ok Eleveur. (2023). *Site de Ok Eleveur*. OK Eleveur. <https://www.okeleveur.com/>
- Pages, B. E. J. (1984). *L'analyse factorielle multiple*.
- Paragraphe 1 : Mesures générales de lutte dans les foyers. (Articles R223-3 à R223-8)—*Légifrance*. (2012). [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section\\_lc/LEGITEXT000006071367/LEGISCTA000006193829/#LEGISCTA000006193829](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006071367/LEGISCTA000006193829/#LEGISCTA000006193829)
- Parlement européen et du conseil. (2004). *Règlement (CE) n° 852/2004 du Parlement européen et du Conseil*.
- Parlement européen et du conseil. (2018). *Règlement (UE) 2018/848 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques, et abrogeant le règlement (CE) no 834/2007 du Conseil*.
- Parlement européen et du conseil. (2019). *Règlement délégué (UE) 2020/689 de la Commission du 17 décembre 2019 complétant le règlement (UE) 2016/429 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les règles applicables à la surveillance, aux programmes d'éradication et au statut indemne de certaines maladies répertoriées et émergentes (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0689&from=fr>
- RStudio Team. (2015). *RStudio : Integrated Development Environment for R*. (2022.12.0+353).
- Sala, C., Vinard, J.-L., & Perrin, J.-B. (2019). Cattle herd typology for epidemiology, surveillance, and animal welfare : Method and applications in France. *Preventive Veterinary Medicine*, 167, 108-112. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.04.003>
- Xie, Y. (2012). *Rmarkdown : Dynamic Documents for R*. R (2.20). <https://rmarkdown.rstudio.com/>

## Annexes.

Annexe 1 Grille d'autoévaluation des mesures de biosécurité dans les élevages bovins (GDS France, dernière version –v3)

RISQUES SANITAIRES LIÉS AU PÂTURAGE						
MESURES OPTIMALES	Je compare les pratiques dans mon élevage avec les mesures recommandées pour gérer les risques	Mon auto évaluation 0, 1 ou 2	Coefficient multiplicateur	Ma note	Mesures correctives que j'envisage de mettre en place	Commentaires
<b>1. Je vérifie la qualité de mes clôtures et je les entretiens régulièrement</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui, mais à « peu près » Note 0 : j'ai des clôtures en mauvais état		X 2=			Il s'agit d'éviter les mélanges de troupeaux par divagation. C'est une mesure essentielle pour limiter les risques de contamination par la plupart des maladies transmissibles d'un bovin à l'autre. C'est aussi une mesure qui prévient des pathologies qui pourraient se transmettre par contamination de l'environnement: tuberculose, paratuberculose...
<b>2. J'ai de bonnes clôtures et je ne prends pas de mesures supplémentaires mais j'ai peu de voisins de parc et je connais leurs statuts sanitaires</b>	Note 2 : oui ou pas concerné (si mesures supplémentaires) Note 1 : peu de voisins mais je ne connais pas leur statut Note 0 : j'ai des clôtures en mauvais état, et/ou j'ai beaucoup de voisins, et/ou je ne connais pas leur statut ou ils sont à risque.		X 1=			Le risque est la dépendance à d'éventuels changements de statut sanitaire des voisins.
<b>3. En concertation avec mes voisins, nous avons installé des doubles clôtures ou nous avons mis en place une stratégie de pâturage alterné</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui avec certains voisins Note 0 : non		X 3=			Il s'agit de se mettre d'accord avec ses voisins pour que les bovins ne se retrouvent jamais en contact de part et d'autre de la clôture (pâturage alterné) ou ne puissent pas se toucher (double clôture). Ces mesures préviennent de la contamination par les maladies qui peuvent se transmettre de muflle à muflle: la tuberculose, l'IBR, le BVD... Le pâturage alterné est la seule mesure efficace pour se protéger de la besnoitiose au pâturage.
<b>4. J'ai des zones de contact de voisinage à haut risque et j'ai installé une double clôture (ou je pratique le pâturage alterné ou je réserve la parcelle pour les stocks de fourrage)</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui, mais à « peu près » Note 0 : pas de précautions particulières avec ces voisins		X 4=			On parle de voisinage à haut risque pour des bovins d'un atelier d'engraissement à l'herbe, d'une exploitation d'un négociant (de nombreux achats), d'un troupeau pâturant à distance (statut inconnu) ou d'un troupeau connu infecté par une maladie transmissible.
<b>Total bonnes pratiques face aux risques liés au pâturage</b>					<b>/20</b>	
<p><b>Priorité dans mon élevage :</b> J'indique le niveau de priorité, selon moi, pour la mise en place de ces mesures dans mon exploitation</p> <p><b>A :</b> mesures prioritaires que je vais mettre en place très rapidement  <b>B :</b> mesures importantes mais à mettre en place plus tard  <b>C :</b> mesures peu importantes, mise en place éventuelle  <b>D :</b> mesures considérées comme non importantes, pas de mesure corrective envisagée  <b>E :</b> mesures importantes, mais qui demandent des changements importants dans mon système ou que je ne peux pas mettre en place pour l'instant</p>						

## RISQUES SANITAIRES LIÉS AUX INTRODUCTIONS ET AUX MÉLANGES DE TROUPEAUX

MESURES OPTIMALES	Je compare les pratiques dans mon élevage avec les mesures recommandées pour gérer les risques	Mon auto évaluation 0, 1 ou 2	Coefficient multiplicateur	Ma note	Mesures correctives que j'envisage de mettre en place	Commentaires
<b>5. Je limite le nombre de troupeaux auprès desquels je m'approvisionne</b>	Note 2 : oui ou pas concerné (si pas d'achats) Note 1 : oui, le plus souvent Note 0 : Non de nombreux achats, de multiples vendeurs		X 2=			En ne s'approvisionnant qu'auprès du ou des mêmes éleveurs, dont on connaît les statuts et l'historique sanitaires et les pratiques d'élevage, on limite le risque d'introduction de nouveaux pathogènes.
<b>6. Je privilégie un test avant introduction (chez le vendeur)</b>	Note 2 : oui ou pas concerné (si pas d'achats) Note 1 : oui, le plus souvent Note 0 : Non		X 2=			Les résultats des tests doivent accompagner le bovin, ou être facilement accessibles. Si le bovin provient d'un élevage à risque tuberculose, le contrôle avant départ est obligatoire. Si ce contrôle avant départ n'a pas été réalisé, je dépiste l'animal chez moi et je l'isole jusqu'à réception du résultat. Le dépistage d'autres maladies chez le vendeur est recommandé: BVD, paratuberculose, besnoitiose, néosporose, ... Le statut du cheptel vendeur doit être vérifié (IBR, BVD...) Un billet de garantie conventionnelle permet de s'assurer que le vendeur reprendra le bovin en cas de résultat non-négatif.
<b>7. Je privilégie un transport direct et maîtrisé d'un élevage à l'autre (camion propre et désinfecté)</b>	Note 2 : oui ou pas concerné (si pas d'achats) Note 1 : oui : le plus souvent Note 0 : Non		X 2=			Les mélanges d'animaux dans les camions, centres de rassemblement et marchés représentent un risque que l'éleveur ne peut pas gérer. C'est une mesure essentielle pour la plupart des maladies transmissibles
<b>8. Je teste les animaux achetés, je les examine</b>	Note 2 : oui ou pas concerné (si pas d'achats) Note 1 : oui, parfois Note 0 : Non que l'obligatoire		X 2=			Au-delà des dépistages obligatoires, s'assurer du statut de l'animal acheté est indispensable pour éviter d'introduire une pathologie dans l'élevage. Dans le cas particulier de la BVD, en plus du risque d'introduire un IPI, ou un virémique transitoire, il est possible d'acheter une femelle gestante d'un IPI. L'isolement au vêlage des femelles achetées gestantes, et le dépistage du veau à la naissance complètent les mesures prises à l'introduction. De même l'examen du bovin acheté est nécessaire afin de repérer des signes de maladies (mortellaro par ex), des parasites externes, des anomalies morphologiques...
<b>9. J'isole systématiquement les animaux introduits</b>	Note 2 : oui ou pas concerné (si pas d'achats) Note 1 : oui, parfois (en été) Note 0 : Non		X 2=			C'est une mesure essentielle et obligatoire pour se protéger des maladies transmissibles, dans l'attente d'un résultat d'analyse (BVD, IBR, etc...), ou d'un examen clinique (parasites externes, mortellaro...). La qualité de cette « quarantaine » dépend de la durée d'isolement (qui doit être suffisamment longue pour que l'animal se débarrasse des infections transitoires récentes) et du lieu d'isolement (qui doit être adapté aux modes de transmission des pathogènes et régulièrement nettoyé et désinfecté).
<b>10. Je ne participe qu'à des concours ou comices dont le règlement sanitaire est exigeant. J'isole les bovins au retour dans mon cheptel</b>	Note 2 : oui ou pas concerné (si pas de concours) Note 1 : oui, mais pas d'isolement au retour Note 0 : Non		X 1=			Les risques liés aux mélanges d'animaux peuvent être réduits par la connaissance du statut sanitaire des élevages et du règlement sanitaire du lieu de rassemblement (qui doit aller au delà des obligations réglementaires). Au retour dans l'élevage, les animaux concernés doivent être isolés du reste du troupeau. Les mélanges de troupeaux augmentent les risques de contamination pour toutes les maladies transmissibles.



## RISQUES SANITAIRES LIÉS AUX INTRODUCTIONS ET AUX MÉLANGES DE TROUPEAUX

<b>11. Je ne participe qu'à des pâturages saisonniers dont le règlement sanitaire est exigeant (au-delà des obligations réglementaires)</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui, mais exigence que sur quelques risques Note 0 : Non		X 2=			Il s'agit de pratiques à risque qui peuvent être gérées par la connaissance du statut sanitaire des élevages et du règlement sanitaire du lieu de rassemblement. Les animaux concernés doivent être isolés du reste du troupeau au retour. Les mélanges de troupeaux augmentent les risques de contamination pour toutes les maladies transmissibles.
<b>12. Je ne mélange pas mes bovins avec ceux d'autres cheptels : pensions, prêts de taureaux...</b>	Note 2 : oui Note 1 : oui, mais tests et isolement systématiques Note 0 : Non que l'obligatoire et encore...		X 2=			Il faut proscrire tout mouvement non tracé (ex: prêt de taureau non déclaré, etc...) Les pensions doivent être gérées comme des achats.
<b>Total bonnes pratiques face aux risques liés aux introductions et aux mélanges de troupeaux</b>						<b>/30</b>
<p><b>Priorité dans mon élevage :</b> J'indique le niveau de priorité, selon moi, pour la mise en place de ces mesures dans mon exploitation</p> <p><b>A :</b> mesures prioritaires que je vais mettre en place très rapidement  <b>B :</b> mesures importantes mais à mettre en place plus tard  <b>C :</b> mesures peu importantes, mise en place éventuelle  <b>D :</b> mesures considérées comme non importantes, pas de mesure corrective envisagée  <b>E :</b> mesures importantes, mais qui demandent des changements importants dans mon système ou que je ne peux pas mettre en place pour l'instant</p>						

## RISQUES SANITAIRES LIÉS AUX INTERVENANTS/VISITEURS ET AU MATÉRIEL EN COMMUN

MESURES OPTIMALES	Je compare les pratiques dans mon élevage avec les mesures recommandées pour gérer les risques	Mon auto évaluation 0, 1 ou 2	Coefficient multiplicateur	Ma note	Mesures correctives que j'envisage de mettre en place	Commentaires
<b>13. Je me protège des visiteurs extérieurs en limitant leur circulation dans l'élevage et en leur imposant le passage dans un pédiluve ou en leur fournissant un équipement (bottes ; sur-bottes, cotte...). Je facilite le lavage des bottes à l'entrée et sortie de la zone d'élevage</b>	Note 2 : oui sectorisation de l'élevage Note 1 : oui, mais ça dépend des visiteurs Note 0 : Non		X 2=			Bactéries et virus peuvent être transportés dans les déjections ou salissures présentes sur les bottes ou les vêtements. Le désinfectant du pédiluve doit être régulièrement renouvelé. Les bottes doivent être lavées avant de passer dans le pédiluve. Toutes les personnes travaillant sur l'élevage doivent respecter les règles d'hygiène dès lors qu'ils vont vers ou reviennent d'un autre élevage. Cette mesure protège également de nombreux pathogènes: Coronavirus des veaux, cryptosporidiose...
<b>14. Je nettoie et désinfecte systématiquement le matériel partagé avant de l'utiliser sur mon site d'élevage</b>	Note 2 : oui à chaque fois Note 1 : oui, à «peu près» Note 0 : Non		X 2=			Le matériel partagé pour des activités en contact avec les bovins peut transporter des germes d'une exploitation à l'autre, voire d'un lot à l'autre. Le nettoyage et la désinfection sont indispensables avant et après chaque changement d'exploitation. Il peut être préférable de ne pas utiliser de matériel en commun pour des activités d'élevage si le nettoyage et la désinfection ne sont pas toujours possibles dans de très bonnes conditions

## RISQUES SANITAIRES LIÉS AUX INTERVENANTS/VISITEURS ET AU MATÉRIEL EN COMMUN

<b>15. Je prévois un plan de circulation des véhicules extérieurs pour préserver mes animaux de contacts indirects avec des matières souillées (équarisseur, opérateurs commerciaux,...)</b>	Note 2 : oui sectorisation de l'élevage Note 1 : oui, mais ça dépend des visiteurs Note 0 : Non		X 2=			Les véhicules des visiteurs ne doivent pas avoir accès à l'ensemble du site. Un plan de circulation doit concrétiser cette exigence. Il est souhaitable de définir une zone d'élevage, à l'accès très limité, une zone professionnelle dont l'accès est réservé aux visiteurs habillés et enfin, une zone publique où les visiteurs vont se garer. Une signalétique doit clairement guider le visiteur. Les visiteurs dont le véhicule a eu le plus de risque de passer dans d'autres élevages doivent rester en zone publique. Quai d'embarquement et plateforme de dépôt de cadavre ne doivent pas être en zone d'élevage.
<b>Total bonnes pratiques face aux risques liés aux intervenants/visiteurs et au matériel en commun</b>				<b>/12</b>		
<p><b>Priorité dans mon élevage :</b> J'indique le niveau de priorité, selon moi, pour la mise en place de ces mesures dans mon exploitation</p> <p><b>A :</b> mesures prioritaires que je vais mettre en place très rapidement  <b>B :</b> mesures importantes mais à mettre en place plus tard  <b>C :</b> mesures peu importantes, mise en place éventuelle  <b>D :</b> mesures considérées comme non importantes, pas de mesure corrective envisagée  <b>E :</b> mesures importantes, mais qui demandent des changements importants dans mon système ou que je ne peux pas mettre en place pour l'instant</p>						

## RISQUES SANITAIRES LIÉS À L'ABREUVEMENT, L'ALIMENTATION ET L'ENVIRONNEMENT

MESURES OPTIMALES	Je compare les pratiques dans mon élevage avec les mesures recommandées pour gérer les risques	Mon auto évaluation 0, 1 ou 2	Coef-ficient multipli-cateur	Ma note	Mesures correctives que j'envisage de mettre en place	Commentaires
<b>Risques liés à l'abreuvement</b>						
<b>16. Je n'ai pas de points d'abreuvement en commun avec des bovins, ovins, caprins d'autres cheptels ou accessibles à la faune sauvage</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui, sauf en rivière Note 0 : non plusieurs points d'abreuvement en commun		X 1 =			Des pathologies peuvent se transmettre par l'eau, ou du fait des contacts d'animaux qui viendraient boire au même lieu (BVD, IBR, paratuberculose, tuberculose, etc...)
<b>17. Les animaux ont accès à une eau propre. Je nettoie et désinfecte régulièrement les abreuvoirs. En cas d'utilisation d'eau de puit, de forage ou de source je fais analyser l'eau régulièrement</b>	Note 2 : oui Note 1 : oui sauf dans certains pâturages Note 0 : non pas de nettoyage et/ou abreuvement dans des mares, ou jamais d'analyses		X 1 =			
<b>Risques liés aux aliments</b>						
<b>18. J'empêche l'accès des animaux sauvages ou domestiques aux stocks d'aliments (silos fermés ou protection par bâche, électrification...)</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui, essaie mais pas de bons résultats Note 0 : non		X 1 =			Les animaux sauvages sont attirés par les aliments stockés dans et autour des bâtiments. Le risque est fortement augmenté si les bâtiments sont situés loin des lieux d'habitation.
<b>Risques liés aux effluents et autres déchets organiques</b>						
<b>19. J'écarte les avortons, placentas et cadavres d'animaux du reste du troupeau et je les place dans un lieu dédié (bac d'équarrissage, cloche), à l'abri des autres animaux de l'exploitation et des animaux domestiques et sauvages.</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui, sauf pour gros cadavres Note 0 : non		X 1 =			Les placentas infectés peuvent contaminer les animaux qui les consomment ou les approchent (Néospora, Fièvre Q...)
<b>20. Je n'utilise pas de fumiers d'autres élevages sur mes prairies</b>	Note 2 : oui pas d'utilisation Note 1 : non mais après compostage en station Note 0 : non je le pratique		X 1 =			Dans les zones où la tuberculose est présente, l'utilisation de fumier de voisins sur prairies est potentiellement un moyen de contaminer ses bovins. Utile également vis-à-vis de la paratuberculose.

## RISQUES SANITAIRES LIÉS À L'ABREUVEMENT, L'ALIMENTATION ET L'ENVIRONNEMENT

Risques liés aux effluents et autres déchets organiques						
<b>21. Je stocke le fumier suffisamment longtemps et j'adapte les pratiques d'épandage selon ma situation sanitaire</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui, sauf si fortes contraintes Note 0 : non			X 1=		
<b>Total bonnes pratiques face aux risques liés à l'abreuvement, l'alimentation et l'environnement</b>						/12
<p><b>Priorité dans mon élevage</b> : J'indique le niveau de priorité, selon moi, pour la mise en place de ces mesures dans mon exploitation</p> <p><b>A</b> : mesures prioritaires que je vais mettre en place très rapidement  <b>B</b> : mesures importantes mais à mettre en place plus tard  <b>C</b> : mesures peu importantes, mise en place éventuelle  <b>D</b> : mesures considérées comme non importantes, pas de mesure corrective envisagée  <b>E</b> : mesures importantes, mais qui demandent des changements importants dans mon système ou que je ne peux pas mettre en place pour l'instant</p>						

## BONNES PRATIQUES D'HYGIÈNE ET DE CONDUITE DU TROUPEAU

MESURES OPTIMALES	Je compare les pratiques dans mon élevage avec les mesures recommandées pour gérer les risques	Mon auto évaluation 0, 1 ou 2	Coefficient multiplicateur	Ma note	Mesures correctives que j'envisage de mettre en place	Commentaires
<b>22. En cas de présence d'ateliers à risques particuliers ou d'espèces différentes, je prends toutes mesures pour ne pas transporter de pathogènes d'un atelier à l'autre</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui, j'essaie mais difficile de l'appliquer toujours Note 0 : non		X 2=			Les ateliers à risque particulier sont par exemple des ateliers d'engraissement approvisionnés par de multiples achats (veaux, taurillons, vaches de réforme...). Ce type d'atelier fait peser un risque important à un troupeau de souche présent sur le même site si la séparation entre les ateliers n'est pas parfaite.
<b>23. Je déclare les avortements et en recherche la cause, je fais appel à mon vétérinaire en cas de mortalité excessive ou de symptômes alarmants</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui, j'essaie mais difficile de l'appliquer toujours Note 0 : non		X 1=			La déclaration des avortements est obligatoire.
<b>24. Je maintiens mes bovins en bonne santé en leur assurant un logement et une alimentation adaptée à leurs besoins, en limitant le stress lors du transport et des manipulations. Je les déparasite si besoin</b>	Note 2 : oui et les résultats sont visibles Note 1 : oui, j'essaie mais j'ai des difficultés (trésorerie etc...) Note 0 : non		X 1=			Des animaux en bonne santé auront plus de chance d'éviter de déclarer une maladie grave en cas de contact avec un pathogène. La vaccination contre certaines pathologies peut renforcer cet objectif. En s'assurant de la quantité et de la qualité du colostrum on permet aux jeunes veaux de mieux faire face aux pathogènes présents dans l'élevage. L'infirmier ne doit pas être le box dédié au vêlage; elle doit être désinfectée après chaque utilisation.
<b>25. J'isole mes animaux malades et je ne circule pas des animaux malades aux animaux sains sans précautions. Je respecte la marche en avant en allant des animaux les plus sensibles vers les moins sensibles puis vers les malades</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui, j'essaie mais difficile de l'appliquer toujours Note 0 : non		X 2=			C'est une mesure essentielle pour toutes les maladies transmissibles. Le lieu d'isolement doit éviter les contaminations par les déjections et les gouttelettes respiratoires. Il doit être soigneusement nettoyé et désinfecté. L'éleveur doit prendre des précautions après avoir soigné le bovin malade: nettoyage des mains, désinfection des bottes, changement de coiffe.
<b>26. Je nettoie et désinfecte régulièrement mes bâtiments</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui, nettoyage mais pas désinfection Note 0 : non		X 1=			Certains pathogènes dont les mycobactéries peuvent vivre longtemps dans les matières organiques des bâtiments et dans les biofilms des abreuvoirs. La désinfection doit toujours être précédée d'un nettoyage visant à enlever les matières organiques. Le produit de désinfection doit être efficace contre les pathogènes que l'on veut détruire. La formalisation par écrit d'un protocole de nettoyage et de désinfection permet l'application de la bonne méthode par tous les associés et salariés de la même façon.

## BONNES PRATIQUES D'HYGIÈNE ET DE CONDUITE DU TROUPEAU

<b>27. Je maîtrise les rongeurs et oiseaux sur le site d'élevage</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui, « quand ça pullule » Note 0 : non		X 1=		Les rats et souris peuvent être des vecteurs de pathologies, ainsi que les oiseaux, en accédant aux aliments ou en nichant dans les bâtiments d'élevage.
<b>Total des bonnes pratiques d'hygiène et de conduite du troupeau</b>				<b>/16</b>	
<p><b>Priorité dans mon élevage :</b> J'indique le niveau de priorité, selon moi, pour la mise en place de ces mesures dans mon exploitation</p> <p><b>A :</b> mesures prioritaires que je vais mettre en place très rapidement  <b>B :</b> mesures importantes mais à mettre en place plus tard  <b>C :</b> mesures peu importantes, mise en place éventuelle  <b>D :</b> mesures considérées comme non importantes, pas de mesure corrective envisagée  <b>E :</b> mesures importantes, mais qui demandent des changements importants dans mon système ou que je ne peux pas mettre en place pour l'instant</p>					

## BONNES PRATIQUES POUR NE PAS CONTAMINER LES CHEPTELS VOISINS ET LES HUMAINS

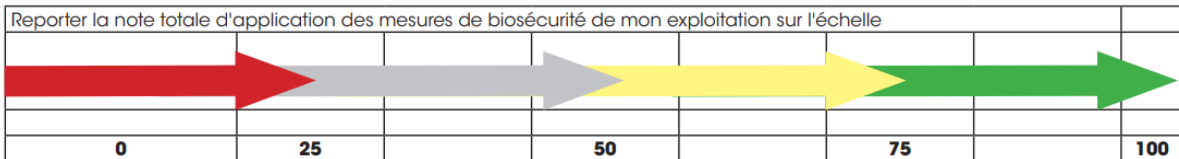
MESURES OPTIMALES	Je compare les pratiques dans mon élevage avec les mesures recommandées pour gérer les risques	Mon auto évaluation 0, 1 ou 2	Coefficient multiplicateur	Ma note	Mesures correctives que j'envisage de mettre en place	Commentaires
<b>Bonnes pratiques pour ne pas contaminer les cheptels voisins</b>						
<b>28. En cas d'infection, je prends des précautions avant d'aller dans d'autres élevages, j'informe mes voisins les plus proches. Je ne fais pas pâturer les bovins infectés à proximité de troupeaux voisins</b>	Note 2 : oui ou je le ferais Note 1 : oui, peut être, ça dépend du voisin Note 0 : non, si ce n'est pas obligatoire		X 1=			Cette mesure sert à protéger les voisins mais est également efficace pour éviter que la circulation des pathogènes ne reviennent pas dans l'élevage au bout d'un certain temps (effet boomerang).
<b>29. En cas d'infection, je teste mes bovins avant la vente, j'informe l'acheteur de mon statut</b>	Note 2 : oui ou je le ferais si j'étais concerné Note 1 : oui, peut être, ça dépend de l'acheteur Note 0 : non, si ce n'est pas obligatoire		X 1=			Les statuts ou indicateurs sanitaires du troupeau (IBR, BVD, paratuberculose, néosporose, besnoitiose ...) peuvent être fournis par le GDS.
<b>Bonnes pratiques pour ne pas contaminer les humains</b>						
<b>30. Je repère les animaux dont la viande ou le lait sont impropres à la consommation (lait avec résidus, pathologies mammaires, femelles avortées...) et je les écarte du circuit commercial pendant le temps nécessaire ou réglementé (temps d'attente des traitements)</b>	Note 2, oui ou je le ferai quand je serai concerné Note 1 : Oui, mais j'oublie parfois Note 0, non		X 1=			La réglementation sur la qualité sanitaire des produits alimentaires issus des élevages protège les consommateurs et engage la responsabilité du producteur. En cas de vente d'un bovin, l'ICA (Information sur la Chaîne Alimentaire) doit être soigneusement renseignée sur la carte verte.
<b>31. En cas d'accueil du public, j'anticipe l'accueil des visiteurs et je les accompagne lors de leurs déplacements ou je mets en place des règles de circulation et d'hygiène entre les différentes zones</b>	Note 2 : oui ou pas concerné Note 1 : oui, je les accompagne simplement Note 0 : non		X 1=			Les visiteurs peuvent transporter des pathogènes, en particulier s'ils circulent de ferme en ferme. Ils pourraient aussi être contaminés si le troupeau est infecté par certaines zoonoses (FQ, salmonellose...). Parmi les règles d'hygiène, il faut prévoir un point de lavage des mains (ou la mise à disposition de gel hydro-alcoolique) et la fourniture de surbottes.

## BONNES PRATIQUES POUR NE PAS CONTAMINER LES CHEPTELS VOISINS ET LES HUMAINS

<b>32. En cas d'infection à risque de transmission aux humains, en particulier lors d'épisode d'avortements en série, je prends des précautions vis-à-vis des personnes sensibles proches de l'élevage et des visiteurs</b>	Note 2 : oui ou c'est une préoccupation Note 1 : oui, peut être, mais je devrai être conseillé Note 0 : non, si ce n'est pas obligatoire		X 1=		Certaines maladies des bovins se transmettent aussi aux humains (FQ, listériose, salmonellose, tuberculose...). Les personnes les plus à risque (femmes enceintes, personnes âgées ou immunodéprimées, très jeunes enfants...) doivent être protégées en cas de symptômes évocateurs de ces pathologies. Les conseils en matière de prévention peuvent être apportés par le vétérinaire, la DDcsPP, le GDS et la MSA.
<b>Total des bonnes pratiques pour ne pas contaminer les humains et les cheptels voisins</b>				<b>/10</b>	
<b>Priorité dans mon élevage</b> : J'indique le niveau de priorité, selon moi, pour la mise en place de ces mesures dans mon exploitation <b>A</b> : mesures prioritaires que je vais mettre en place très rapidement <b>B</b> : mesures importantes mais à mettre en place plus tard <b>C</b> : mesures peu importantes, mise en place éventuelle <b>D</b> : mesures considérées comme non importantes, pas de mesure corrective envisagée <b>E</b> : mesures importantes, mais qui demandent des changements importants dans mon système ou que je ne peux pas mettre en place pour l'instant					
<b>TOTAL DE L'ÉVALUATION DES BONNES PRATIQUES DE BIOSECURITE DANS MON EXPLOITATION</b>				<b>/100</b>	

### ÉCHELLE DE GESTION DES RISQUES SANITAIRES DANS MON EXPLOITATION

Estimation sur un total maximal de risque de 100



Avec 100 : aucune mesure corrective n'est à mettre en place (très bonne gestion du risque), à 0 : des mesures correctives prioritaires sont à mettre en place (très faible gestion du risque) - Rapprochez-vous de votre vétérinaire et/ou de votre GDS.

Annexe 2 Nom des variables correspondant aux questions de la grille d'autoévaluation et leurs groupes d'appartenance pour chaque AFM réalisée

Questions	Nom Variable	Groupes des AFM		
		AFM1	AFM2	AFM3
1. Je vérifie la qualité de mes clôtures et je les entretiens régulièrement	qual_clot	Gestion du voisinage	Risques liés au pâturage	Gestion de l'introduction de pathogènes
2. J'ai de bonnes clôtures et je ne prends pas de mesures supplémentaires mais j'ai peu de voisins de parc et je connais leurs statuts	maitrise_pat			
3. En concertation avec mes voisins, nous avons installé des doubles clôtures ou nous avons mis en place une stratégie de pâturage alterné	double_clot			
4. J'ai des zones de contact de voisinage à haut risque et j'ai installé une double clôture	risq_pat			
5. Je limite le nombre de troupeaux auprès desquels je m'approvisionne	achat_lim	Introduction d'animaux	Risques sanitaires liés aux introductions et aux mélanges de troupeaux	
6. Je privilégie un test avant introduction (chez le vendeur)	test_avintro			
7. Je privilégie un transport direct et maîtrisé d'un élevage à l'autre	transp_direct			
8. Je teste les animaux achetés, je les examine	test_apachat			
9. J'isole systématiquement les animaux introduits	iso_intro	Risque exogène		
10. Je ne participe qu'à des concours ou comices dont le règlement sanitaire est exigeant. J'isole les bovins au retour dans mon cheptel	conc_controle			
11. Je ne participe qu'à des pâturages saisonniers dont le règlement sanitaire est exigeant	patsai_controle			
12. Je ne mélange pas mes bovins avec ceux d'autres cheptels : pensions, prêts taureaux	pas_melange			
13. Je me protège des visiteurs extérieurs en limitant leur circulation dans l'élevage et en leur imposant le passage dans un pédiluve ou en leur fournissant un équipement (bottes ; surbottes, cotte...). Je facilite le lavage des bottes à l'entrée et sortie de la zone d'élevage	gest_interv	Gestion des intervenants et visiteurs	Risques sanitaires liés aux intervenants	
14. Je nettoie et désinfecte systématiquement le matériel partagé avant de l'utiliser sur mon site d'élevage	nett_matcom	Risque exogène		

15. Je prévois un plan de circulation des véhicules extérieurs pour préserver mes animaux de contacts indirects avec des matières souillées (équarisseur, opérateurs commerciaux ...)	plan_circu	Gestion des intervenants et visiteurs	/visiteurs et au matériel commun	
16. Je n'ai pas de points d'abreuvement en commun avec des bovins, ovins, caprins d'autres cheptels ou accessibles à la faune sauvage	abreuv_com	Faune sauvage	Risques sanitaires liés à l'abreuvement, l'alimentation et l'environnement	
17. Les animaux ont accès à une eau propre. Je nettoie et désinfecte régulièrement les abreuvoirs. En cas d'utilisation d'eau de puit, de forage ou de source je fais analyser l'eau régulièrement	qual_abreuv	Soins aux animaux et désinfection		Circulation et installation de pathogènes
18. J'empêche l'accès des animaux sauvages ou domestiques aux stocks d'aliments (silos fermés ou protection par bâche, électrification...)	prot_stockalim	Faune sauvage		Gestion de l'introduction de pathogènes
19. J'écarte les avortons, placentas et cadavres d'animaux du reste du troupeau et je les place dans un lieu dédié (bac d'équarrissage, cloche), à l'abri des autres animaux de l'exploitation et des animaux domestiques et sauvages.	gest_cadavre	Effluents et cadavres		Diffusion de pathogènes
20. Je n'utilise pas de fumiers d'autres élevages sur mes prairies	fumier_ext	Risque exogène		Gestion de l'introduction de pathogènes
21. Je stocke le fumier suffisamment longtemps et j'adapte les pratiques d'épandage selon ma situation sanitaire	gest_epandage	Effluents et cadavres	Diffusion de pathogènes	
22. En cas de présence d'ateliers à risques particuliers ou d'espèces différentes, je prends toutes mesures pour ne pas transporter de pathogènes d'un atelier à l'autre	biosec_interne	Gestion des animaux malades et risques au sein de l'élevage	Bonnes pratiques d'hygiène et de conduite du troupeau	Gestion de l'introduction de pathogènes
23. Je déclare les avortements et en recherche la cause, je fais appel à mon vétérinaire en cas de mortalité excessive ou de symptômes alarmants	decl_avort			
24. Je maintiens mes bovins en bonne santé en leur assurant un logement et une alimentation adaptée à leurs besoins, en limitant le stress lors du transport et des manipulations. Je les déparasite si besoin	abon_sante	Soins aux animaux et désinfection	Circulation et installation de pathogènes	
25. J'isole mes animaux malades et je ne circule pas des animaux malades aux animaux sains sans précautions. Je respecte la marche en avant en allant des animaux les plus sensibles vers les moins sensibles puis vers les malades	marche_avant	Gestion des animaux malades et risques au sein de l'élevage		
26. Je nettoie et désinfecte régulièrement mes bâtiments	nett_bat	Soins aux animaux et désinfection		

<b>27. Je maîtrise les rongeurs et oiseaux sur le site d'élevage</b>	gest_nuisible	Faune sauvage		
<b>28. En cas d'infection, je prends des précautions avant d'aller dans d'autres élevages, j'informe mes voisins les plus proches. Je ne fais pas pâturer les bovins infectés à proximité de troupeaux voisins</b>	biosec_externe	Risque de transmission	Bonnes pratiques pour ne pas contaminer les cheptels voisins et les humains	Diffusion de pathogènes
<b>29. En cas d'infection, je teste mes bovins avant la vente, j'informe l'acheteur de mon statut</b>	depist_sortie			
<b>30. Je repère les animaux dont la viande ou le lait sont impropres à la consommation (lait avec résidus, pathologies mammaires, femelles avortées...) et je les écarte du circuit commercial pendant le temps nécessaire ou réglementé (temps d'attente des traitements)</b>	ecart_amalade	Exclue des analyses		
<b>31. En cas d'accueil du public, j'anticipe l'accueil des visiteurs et je les accompagne lors de leurs déplacements ou je mets en place des règles de circulation et d'hygiène entre les différentes zones</b>	gest_visiteur	Gestion des intervenants et visiteurs	Bonnes pratiques pour ne pas contaminer les cheptels voisins et les humains	Diffusion de pathogènes
<b>32. En cas d'infection à risque de transmission aux humains, en particulier lors d'épisode d'avortements en série, je prends des précautions vis-à-vis des personnes sensibles proches de l'élevage et des visiteurs</b>	gest_zoonose			



Annexe 3 Contributions des variables de l'ACM

<b>Variable</b>	<b>Dim. 1</b>	<b>Variable</b>	<b>Dim. 2</b>
abon_sante_0_1	3,30	abon_sante_0_1	0,27
abon_sante_2	0,27	abon_sante_2	0,02
abreuv_com_0	1,02	abreuv_com_0	3,71
abreuv_com_1	0,05	abreuv_com_1	2,69
abreuv_com_2	0,32	abreuv_com_2	0,29
achat_lim_0_1	1,48	achat_lim_0_1	1,85
achat_lim_2	0,59	achat_lim_2	0,74
biosec_ext_0_1	3,28	biosec_ext_0_1	1,13
biosec_ext_2	0,21	biosec_ext_2	0,07
biosec_interne_0_1	3,01	biosec_interne_0_1	0,49
biosec_interne_2	0,51	biosec_interne_2	0,08
conc_controle_0	1,77	conc_controle_0	0,77
conc_controle_1	0,08	conc_controle_1	0,74
conc_controle_2	0,19	conc_controle_2	0,25
decl_avort_0_1	3,23	decl_avort_0_1	1,96
decl_avort_2	0,75	decl_avort_2	0,46
depist_sortie_0_1	3,42	depist_sortie_0_1	2,04
depist_sortie_2	0,24	depist_sortie_2	0,15
double_clot_0	3,36	double_clot_0	1,93
double_clot_1	0,01	double_clot_1	4,87
double_clot_2	1,99	double_clot_2	0,19
fumier_ext_0_1	1,45	fumier_ext_0_1	0,11
fumier_ext_2	0,10	fumier_ext_2	0,01
gest_cadavre_0	1,19	gest_cadavre_0	2,09
gest_cadavre_1	0,70	gest_cadavre_1	1,16
gest_cadavre_2	1,49	gest_cadavre_2	0,01
gest_ependage_0_1	4,29	gest_ependage_0_1	0,33
gest_ependage_2	0,49	gest_ependage_2	0,04
gest_interv_0	3,10	gest_interv_0	8,40
gest_interv_1	0,00	gest_interv_1	1,70
gest_interv_2	1,47	gest_interv_2	0,15
gest_nuisible_0	1,03	gest_nuisible_0	2,31
gest_nuisible_1	0,65	gest_nuisible_1	6,68
gest_nuisible_2	0,78	gest_nuisible_2	1,81
gest_visiteur_0_1	1,27	gest_visiteur_0_1	0,51
gest_visiteur_2	0,28	gest_visiteur_2	0,11
gest_zoonose_0_1	1,33	gest_zoonose_0_1	0,04
gest_zoonose_2	0,28	gest_zoonose_2	0,01

iso_intro_0	1,01	iso_intro_0	4,89
iso_intro_1	1,03	iso_intro_1	2,58
iso_intro_2	0,81	iso_intro_2	0,02
maitrise_pat_0_1	3,56	maitrise_pat_0_1	0,01
maitrise_pat_2	1,45	maitrise_pat_2	0,01
marche_avant_0_1	2,00	marche_avant_0_1	0,04
marche_avant_2	1,82	marche_avant_2	0,03
nett_bat_0_1	0,60	nett_bat_0_1	0,83
nett_bat_1	0,53	nett_bat_1	0,72
nett_matcom_0	1,02	nett_matcom_0	5,43
nett_matcom_1	0,92	nett_matcom_1	0,06
nett_matcom_2	1,10	nett_matcom_2	0,93
pas_melange_0_1	1,51	pas_melange_0_1	0,17
pas_melange_2	0,18	pas_melange_2	0,02
patsai_controle_0_1	1,66	patsai_controle_0_1	0,00
patsai_controle_2	0,11	patsai_controle_2	0,00
plan_circu_0	2,94	plan_circu_0	5,67
plan_circu_1	0,03	plan_circu_1	3,10
plan_circu_2	1,54	plan_circu_2	0,00
prot_stockalim_0	1,03	prot_stockalim_0	5,59
prot_stockalim_1	1,01	prot_stockalim_1	3,55
prot_stockalim_2	0,98	prot_stockalim_2	0,02
qual_clot_0_1	3,32	qual_clot_0_1	0,12
qual_clot_2	0,38	qual_clot_2	0,01
qualite_abreuv_0	1,54	qualite_abreuv_0	0,49
qualite_abreuv_1	0,87	qualite_abreuv_1	2,93
qualite_abreuv_2	1,19	qualite_abreuv_2	0,94
risq_pat_0	2,68	risq_pat_0	1,28
risq_pat_1	0,95	risq_pat_1	1,75
risq_pat_2	1,22	risq_pat_2	0,00
test_apachat_0_1	4,11	test_apachat_0_1	2,55
test_apachat_2	0,56	test_apachat_2	0,35
test_avintro_0	0,90	test_avintro_0	0,02
test_avintro_1	0,63	test_avintro_1	4,04
test_avintro_2	0,85	test_avintro_2	1,25
transp_direct_0_1	4,16	transp_direct_0_1	0,34
transp_direct_2	0,78	transp_direct_2	0,06

Annexe 4 Cos2 des variables de l'ACM

<b>Variable</b>	<b>Dimension 1</b>	<b>Dimension 2</b>
abon_sante_0_1	0,19	0,01
abon_sante_2	0,19	0,01
abreuv_com_0	0,06	0,09
abreuv_com_1	0,00	0,09
abreuv_com_2	0,04	0,02
achat_lim_0_1	0,11	0,06
achat_lim_2	0,11	0,06
biosec_ext_0_1	0,19	0,03
biosec_ext_2	0,19	0,03
biosec_interne_0_1	0,19	0,01
biosec_interne_2	0,19	0,01
conc_controle_0	0,10	0,02
conc_controle_1	0,00	0,02
conc_controle_2	0,07	0,04
decl_avort_0_1	0,21	0,05
decl_avort_2	0,21	0,05
depist_sortie_0_1	0,20	0,05
depist_sortie_2	0,20	0,05
double_clot_0	0,24	0,06
double_clot_1	0,00	0,14
double_clot_2	0,22	0,01
fumier_ext_0_1	0,08	0,00
fumier_ext_2	0,08	0,00
gest_cadavre_0	0,07	0,05
gest_cadavre_1	0,06	0,04
gest_cadavre_2	0,17	0,00
gest_ependage_0_1	0,25	0,01
gest_ependage_2	0,25	0,01
gest_interv_0	0,20	0,22
gest_interv_1	0,00	0,07
gest_interv_2	0,12	0,01
gest_nuisible_0	0,06	0,06
gest_nuisible_1	0,05	0,22
gest_nuisible_2	0,11	0,11
gest_visiteur_0_1	0,08	0,01
gest_visiteur_2	0,08	0,01
gest_zoonose_0_1	0,09	0,00
gest_zoonose_2	0,09	0,00
iso_intro_0	0,06	0,12
iso_intro_1	0,07	0,07
iso_intro_2	0,15	0,00

maitrise_pat_0_1	0,27	0,00
maitrise_pat_2	0,67	0,00
marche_avant_0_1	0,20	0,00
marche_avant_2	0,20	0,00
nett_bat_0_1	0,06	0,04
nett_bat_1	0,06	0,04
nett_matcom_0	0,06	0,13
nett_matcom_1	0,07	0,00
nett_matcom_2	0,15	0,05
pas_melange_0_1	0,09	0,00
pas_melange_2	0,09	0,00
patsai_controle_0_1	0,09	0,00
patsai_controle_2	0,09	0,00
plan_circu_0	0,19	0,16
plan_circu_1	0,00	0,11
plan_circu_2	0,15	0,00
prot_stockalim_0	0,06	0,14
prot_stockalim_1	0,07	0,10
prot_stockalim_2	0,16	0,00
qual_clot_0_1	0,20	0,00
qual_clot_2	0,20	0,00
qualite_abreuv_0	0,09	0,01
qualite_abreuv_1	0,07	0,10
qualite_abreuv_2	0,17	0,06
risq_pat_0	0,17	0,03
risq_pat_1	0,06	0,05
risq_pat_2	0,25	0,00
test_apachat_0_1	0,25	0,07
test_apachat_2	0,25	0,07
test_avintro_0	0,06	0,00
test_avintro_1	0,04	0,12
test_avintro_2	0,12	0,08
transp_direct_0_1	0,26	0,01
transp_direct_2	0,26	0,01