



Université PARIS EST-CRETEIL



Université PARIS SACLAY



Ecole nationale Vétérinaire d'Alfort

MASTER 2<sup>ème</sup> ANNEE  
Santé publique Paris Sud-Saclay et Santé UPEC DOMINANTE  
**SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE DES MALADIES HUMAINES ET ANIMALES**

---

**RAPPORT DE STAGE**

Résistance aux antibiotiques : Entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu dans les élevages de rente à la Réunion

Présenté par  
MARTINEZ MARTINEZ Pamela

**Réalisé sous la direction de :** Dr Éric CARDINALE

**Organisme :** Centre de coopération international de recherche agronomique pour le développement (CIRAD), unité ASTRE, Sainte-Clotilde, Réunion

**Période du stage :** 15 Janvier à 15 juin 2020

**Date de soutenance :** Jeudi 25 juin 2020

**Année universitaire :** 2019-2020



## **DIFFICULTES RANCONTREES AU COURS DU STAGE EN RAISON DE LA PANDEMIE DU COVID-19**

Il a été impossible de voyager à l'Île Maurice, endroit où était prévu la collecte de données pour évaluer la résistance aux antibiotiques dans les élevages de rente, d'une part, à cause de démarches allongées au sein du consulat de Maurice à la Réunion, et de l'autre, à cause de la fermeture des frontières liée au Covid-19.

Le même sujet de stage a été gardé mais repositionné sur les animaux de rente à la Réunion.

La collecte de données prévue dans les élevages de la Réunion n'a pas été faisable en raison du confinement mis en place le 17 Mars 2020 par le gouvernement français.

Le questionnaire réalisé au début du stage a été modifié avec le but de le rendre utilisable avec la collecte de données réalisée par un employé du CIRAD auprès des éleveurs au cours de cette année. Cette collecte a été accompagnée de prélèvements d'excréments pour l'analyse respective de laboratoire au sein du CHU à Sainte Clotilde, mais, à cause de la pandémie existait une incertitude d'obtenir les résultats et il n'a pas été possible de continuer avec la saisie de données du questionnaire sur KoboToolbox.

Par conséquent, les bases de données avec lesquelles j'ai dû travailler, ont été issues d'une collecte de données qui a eu lieu entre 2017 et 2019 par l'équipe du CIRAD Astre Réunion auprès des éleveurs de la Réunion.

## RESUME COURT

Tout au long du dernier siècle, le phénomène de la résistance aux antibiotiques est devenu un véritable défi de la santé humaine et de la santé animale. La Réunion (département français d'outremer) a été l'objet de peu d'évaluations et de recherches sur ce sujet, notamment dans le secteur agroalimentaire. Ce rapport de stage explore cette voie à travers une enquête composée de 207 élevages qui ont été prélevés et d'un questionnaire réalisé auprès des éleveurs de volailles, de porcs et de ruminants. Cette investigation a permis de constater que la prévalence d'entérobactéries productrices de bêta-lactamases de spectre élargi (E-BLSE) a été plus importante chez les volailles (70%), suivi par les porcins (53%) et finalement chez les ruminants avec 9.2%. De plus, les facteurs qui favorisent l'occurrence de ces microorganismes dans les exploitations animales ont été identifiés : le partage de matériel entre les élevages, la visite d'autres éleveurs, l'usage des bâtiments de plus de 20 ans et l'utilisation récente d'antimicrobiens. De même, diverses pratiques de biosécurité comme une décontamination appropriée ont montré un effet protecteur. Aujourd'hui, le renforcement de la biosécurité dans les élevages et la sensibilisation des professionnels concernés sur un usage prudent des antibiotiques sont essentiels pour surveiller et maîtriser les risques potentiels pour le consommateur. Enfin, en raison des échanges de biens entre les îles de l'Océan Indien, il sera également nécessaire d'investiguer les productions animales dans les autres îles de la zone.

**Mots clés :** Prévalence, E-BLSE, résistance, facteurs de risque, biosécurité.

## ABSTRACT

Throughout the last century, the phenomenon of antibiotic resistance has become a real challenge to human and animal health. Reunion Island (French overseas department) has been the subject of little evaluation and research on this topic, particularly in the agri-food sector. This internship report explores this public health issue through a survey of 207 farms that were sampled and a questionnaire carried out among poultry, pig and ruminant farmers. This investigation confirmed that the prevalence of extended-spectrum beta-lactamase enterobacteria (ESBL-E) was highest in poultry (70%), followed by pigs (53%) and finally ruminants with 9.2%. Moreover, the factors associated with the occurrence of these microorganisms were identified: sharing of material between farms; visits from other farmers; animal buildings aged more than 20 years; and recent use of antimicrobials. Similarly, various biosecurity practices, such as an appropriate decontamination, showed a protective effect. Today, the reinforcement of biosecurity in livestock farms and the sensitization of stakeholders on the prudent use of antibiotics remain, essential to monitor and control the potential risks for the consumer. Finally, because of commercial links between the Indian Ocean islands, it will be necessary to investigate animal productions in the other islands of this area.

**Keywords:** Prevalence, ESBL-E, resistance, risk factors, biosecurity.

## RESUME LONG

### *Introduction*

Depuis la découverte et la mise en application des antibiotiques au long du 20<sup>ème</sup> siècle, les bactéries ont commencé à développer des mécanismes de protection et de résistance à ces médicaments. Dès lors, l'évolution de ces microorganismes est devenue un véritable enjeu pour la santé mondiale [Acar et al., 2012; Pérez, 2017; Tenover, 2006]. En effet, plusieurs mécanismes de résistance sont connus aujourd'hui, mais la production de bêta-lactamases de spectre étendu (BLSE) est considérée comme prioritaire en raison de ses conséquences en santé publique. Ces bactéries productrices de BLSE peuvent être résistantes à un grand nombre d'antibiotiques [Blaak et al., 2015; Ifeanyichukwu et al., 2015; Pérez, 2017]. Les travaux de recherche émettent au moins trois grandes hypothèses pour expliquer ce phénomène : premièrement les mauvaises pratiques d'utilisation des antimicrobiens dans la santé humaine et animale ; ensuite, l'absence de nouveaux antibiotiques ; et enfin, la présence de souches résistantes dans l'environnement et chez les animaux de rente [Hassan et al., 2016; Ifeanyichukwu et al., 2015; Liebana et al., 2013; Pérez, 2017]. C'est en ce sens que le concept ONE HEALTH devient, par conséquent, inéluctable pour mieux comprendre l'évolution de ce phénomène [One Health Commission, 2012].

L'île de la Réunion a subi dans les dernières années une évolution très importante dans le secteur des animaux de rente, au point d'être le département d'outremer français avec la plus grande production animale ; d'où l'importance d'établir des mesures de prévention vis-à-vis des bactéries résistantes présentes chez les animaux destinés à la chaîne alimentaire [DAAF, 2012, 2016]. C'est ainsi que les deux questions principales que cette étude vise à explorer sont, d'un côté, l'estimation de la prévalence des bactéries productrices de BLSE dans les principaux types d'élevages, et de l'autre, l'identification des facteurs qui peuvent expliquer leur occurrence.

### *Matériels et Méthodes*

La Réunion a une superficie de 2512 km<sup>2</sup> et une population de 859959 habitants au 1<sup>er</sup> janvier 2020 [« Réunion • Fiche pays • PopulationData.net », 2020]. Parmi les fermes qui participent prioritairement à la production locale se trouvent : les élevages de volailles, de porcins, et de grands et petits ruminants. Le marché local est couvert en 100% pour les œufs de consommation et la viande fraîche de porc. Concernant le lait et viande de volaille frais, les besoins locaux sont couverts environ à 95%. Cependant, le secteur de viande bovine et de petits ruminants (ovins et caprins) est le moins autosuffisant en ce qui concerne le marché local, avec une couverture de 48% et 2,6% respectivement. [DAAF, 2019f, 2019c, 2019b, 2019e, 2019a, 2019d].

Pour mener à bien l'enquête, un échantillon par tirage au sort a été réalisé pour identifier 60 élevages de volailles, 60 élevages de porcs et 87 élevages de ruminants. Afin de vérifier la présence ou l'absence d'E-BLSE, des prélèvements d'excréments dans ces différentes fermes du département ont été réalisés. De manière complémentaire, une enquête à l'aide d'un questionnaire a été réalisée auprès des éleveurs, dans le but d'identifier les possibles facteurs qui favoriseraient la présence de ces bactéries résistantes.

Les prélèvements ont été ensemencés sur gélose ChromID-ESBL (Biomérieux, Marcy, l'Etoile, France) qui permet la croissance sélective d'entérobactéries productrices de BLSE, puisque ce milieu contient plusieurs antibiotiques, dont, des céphalosporines de troisième génération.

L'estimation de la prévalence pour chaque type d'élevage a été calculée. Une analyse statistique multivariée a été conduite pour identifier les facteurs de risque associés à la présence d'E-BLSE.

### *Résultats*

Une différence significative a été trouvée entre les prévalences estimées d'E-BLSE dans les différents types d'élevage. La prévalence la plus élevée a été retrouvée chez les volailles avec une valeur de 70%, suivie par les porcins avec 53% et en dernier lieu, les ruminants avec 9.2%. (Tableau 1)

Les facteurs associés à la présence de bactéries productrices de BLSE ont différé dans les différents types d'élevages (tableau 2, 3 et 4). Les pratiques favorisant l'apparition de ces microorganismes sont : le partage de matériel entre les éleveurs, l'utilisation d'antibiotiques dans la dernière semaine avant le prélèvement, des bâtiments d'élevage anciens et la visite d'autres éleveurs. Parmi les pratiques qui contribueraient à limiter la présence de ces bactéries résistantes, on trouve : l'absence de ténébrions

dans les installations, une dératisation réalisée par un professionnel, l'utilisation du détergent pour le nettoyage et la présence d'une enceinte fermée autour de l'exploitation.

### *Discussion*

Les animaux de rente étant considérés comme possibles réservoirs d'E-BLSE [N. Geser et al., 2011], il était urgent de pouvoir effectuer une évaluation de la situation à la Réunion.

Une enquête transversale a été réalisée avec un tirage au sort des éleveurs adhérents aux différentes coopératives. La répétabilité de résultats et la standardisation des procédures ont été également assurés par le recours aux mêmes enquêteurs et au pré-test du questionnaire.

Chez les volailles, la prévalence d'E-BLSE diffère souvent aux différents échelons de la pyramide de production et dans les différents types de production (ponte et chair) ; les principales bactéries résistantes, étant *E.coli* et *Salmonella spp.* [Lee et al., 2020]. La prévalence estimée dans les fermes de poulets de chair, a été de 70% à la Réunion, 100% aux Pays-Bas [Blaak et al., 2015], de 73.3 à 100% en Espagne [Abreu et al., 2013] et de 87% en Inde [Brower Charles H. et al., 2017]. Ces différences pourraient s'expliquer par les hypothèses suivantes : tout d'abord, malgré l'interdiction européenne d'utiliser des antibiotiques depuis 2006, il faut savoir que le temps de réversion des bactéries d'un phénotype résistante à sensible peut être très différent et dépend de l'antibiotique administré et du type de bactérie présent [Dutil et al., 2010; Schrag et al., 1997] ; deuxièmement, il a été montré que l'utilisation d'antibiotiques est en général 20 fois plus importante chez les poulets de chair que chez les poules pondeuses [Blaak et al., 2015] ; et enfin, les mesures d'hygiène réalisées peuvent ne pas être suffisantes dans un contexte de climat tropical et avec une forte densité d'exploitations animales comme c'est le cas dans ce département [Etheves et al., 2018].

A la Réunion, l'estimation de la prévalence d'E-BLSE chez les porcs a été de 53%. Les enquêtes menées en Allemagne et à Madagascar ont trouvé une prévalence de 88.2% [Dahms et al., 2015] et de 86.7% [Gay et al., 2018] respectivement. En revanche, celle-ci a été estimée à 15.3% en Suisse [Nadine Geser et al., 2012]. Chez les porcins, les aliments médicamenteux sont encore utilisés très régulièrement [Batie, 2018] ; de plus, la densité d'élevages et les conditions environnementales de la Réunion sont des possibles raisons qui peuvent expliquer les différences observées, même si l'usage d'antimicrobiens est interdit comme facteurs de croissance en Europe depuis 15 ans.

En revanche, cette prévalence chez les ruminants à la Réunion a été très inférieure (9.2%) avec 8 résultats positifs, dont 6 chez les petits ruminants. Cependant celle-ci a été proche du niveau de colonisation d'E-BLSE observé en Bourgogne en France avec 6.6% [Hartmann et al., 2012]. Par contre, en Allemagne orientale, entre 2013 et 2015, la prévalence d'E-BLSE chez les bovins, était de 86.7% et 54.5% dans deux régions différentes [Dahms et al., 2015; Schmid et al., 2013]. En Hollande, cette estimation a été de 41% en 2016 [Gonggrijp et al., 2016] et à Madagascar de 66.7% [Gay et al., 2018]. Il faut souligner que les résultats de la Réunion sont issus des élevages de bovins allaitants majoritairement, c'est-à-dire, des élevages extensifs, et des petits ruminants qui sont élevés en bâtiments [DAAF, 2019]. Deux hypothèses qui pourraient expliquer ces résultats seraient également : d'un côté, l'efficacité des programmes mis en place pour une meilleure utilisation d'antimicrobiens en Europe [Ministère de l'Agriculture, 2011] ; de l'autre côté, le recours assez rare de ces médicaments chez les ruminants, quasi exclusivement réservé aux traitements de mammites, donc, dans les élevages laitiers [Snow et al., 2012].

En ce qui concerne les facteurs associés à la présence d'E-BLSE, il en existe plusieurs. Le plus décrit dans la littérature est l'usage d'antimicrobiens chez les animaux de rente [Dohmen et al., 2017; Gonggrijp et al., 2016; Lagarde et al., 2019; Snow et al., 2012]. Notamment, chez les ruminants, chez les volailles et chez les porcins, la probabilité de trouver d'E-BLSE dans les élevages a augmenté quand ils ont reçu des antibiotiques récemment (derniers jours).

Il convient de ne pas ignorer l'existence d'autres voies qui favorisent la transmission et la dissémination d'E-BLSE, comme l'exemple des rongeurs, des insectes, des personnes, les types d'installations et les mesures déficientes de biosécurité [Blaak et al., 2015; Brower Charles H. et al., 2017; Dohmen et al., 2017; Guenther et al., 2010; Liebana et al., 2013]. Ainsi, le partage de matériel entre les éleveurs de ruminants, la visite d'autres éleveurs dans les élevages de porcins et les anciens poulaillers âgés de plus de 20 ans, ont été identifiés comme des facteurs associés à l'occurrence d'E-BLSE à la Réunion.

Contrairement, la réduction de ces bactéries a été favorisée chez les porcs par un contrôle de rongeurs réalisé par un professionnel, la présence d'une enceinte fermée autour de l'exploitation et l'utilisation de détergent pour le nettoyage ; de plus, chez les volailles, un niveau inférieur de colonisation par les E-BLSE a été associé à l'absence de ténébrions dans les poulaillers.

### *Conclusion*

Certainement avec les résultats issus de cette étude et en raison des échanges commerciaux avec les autres îles de l'Océan Indien, il importe de mener des études parallèles dans les autres productions animales de la zone. Il faut également, continuer à renforcer la biosécurité des fermes et promouvoir les programmes de gestion d'antibiotiques dans les élevages de rente. Enfin, il est recommandé de poursuivre des campagnes de sensibilisations auprès des éleveurs et de professionnels de l'élevage pour pouvoir, pourquoï pas un jour, imaginer une production animale sans antibiotiques.

## **TRAVAIL PERSONNEL**

### *Bibliographie*

Une recherche exhaustive d'articles scientifiques et de littérature a été réalisée sur les antibiotiques, les types de bactéries, les mécanismes de résistances développés par les différentes bactéries, l'utilisation des antibiotiques chez les animaux de rente, la prévalence de E-BLSE dans la chaîne alimentaire, les facteurs de risque associés aux E-BLSE dans les exploitations animales, les recensements animal et humain de la Réunion, entre autres.

### *Questionnaire*

Les questions proposées pour réaliser l'enquête auprès des éleveurs ont été issues de l'identification des pratiques réalisées dans les exploitations animales qui pourraient être associées à l'objectif de cette étude. Ensuite, la construction du questionnaire a été faite à travers d'une dématérialisation avec le logiciel KoboToolBox. Finalement, une homogénéisation avec un questionnaire utilisé auparavant par le CIRAD a entraîné les suppressions des questions suivantes :

- Nom, prénom, email et géolocalisation de l'éleveur.
- Le type de bâtiment par rapport au type de production, par exemple : volailles (Louisiane, Lanterneau, Colorado) Bovins (Extensif, fermé) Porcins (Caillebotis, litière bio-maîtrisé, plein air)
- Combien de personnes s'occupent de l'élevage ?
- Existence d'un local de stockage spécifique pour les intrants ?
- Utilisation des palettes pour le rangement de la nourriture pour les animaux ?

### *Bases de données*

Une saisie de données a été initiée sur KoboCollect issue d'une collecte de données faite par un employé de l'organisme d'accueil. L'achèvement de la saisie de cette collecte n'a pas été fini à cause de l'incertitude de recevoir les résultats des prélèvements auprès du laboratoire.

Le travail de nettoyage de données a été conçu sur des autres bases de données reçues pour accomplir l'étude. A partir de chaque base de données obtenues, une pour les ruminants, une pour les volailles et une pour les porcins, a été réalisé un dictionnaire de variables.

### *Analyse statistique*

Les méthodologies utilisées pour l'analyse statistique de ce travail ont été les suivantes :

- Analyse Descriptive : Il s'agit de repérer les variables des trois bases de données.
- Analyse de correspondance multiple (ACM) : l'objet a été l'identification des éleveurs qui se détachent des autres par rapport à leurs pratiques dans l'exploitation animale.
- Analyse de facteurs de risque : Identification des variables
- associées à la variable à expliquer.

Vous trouverez les détails de ces analyses dans le point 2.5

## 1. INTRODUCTION

La résistance aux antibiotiques (RAM) est l'un des problèmes d'actualité les plus graves dans le domaine de la santé au niveau mondial [Pérez, 2017]. Ce mécanisme de protection des bactéries, rend de plus en plus difficile les traitements des infections bactériennes. La RAM est le résultat de l'adaptation, l'évolution et la survie développées par ces microorganismes contre des composés thérapeutiques administrés [Acar et al., 2012; Tenover, 2006].

Au début, les souches résistantes étaient considérées comme un effet secondaire local et indésirable du traitement [Acar et al., 2012]. Mais aujourd'hui, la RAM est considérée comme l'un des trois problèmes les plus importants pour la santé humaine, selon l'OMS [Pérez, 2017]. Une liste d'agents bactériens prioritaires a été publiée en 2017, pour accélérer la recherche et le développement de nouvelles molécules ; en première position, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* et les entérobactéries productrices de carbapénémases ainsi que les entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu (E-BLSE) [*Bêta-lactamines (pénicillines - céphalosporines)*, 2018].

Il existe plusieurs types de résistances aux antibiotiques ; celles-ci sont développées par les bactéries et non par les antibiotiques, les patients et/ou les hôtes [Ifeanyichukwu et al., 2015]. La plus régulièrement citée en termes d'impact en santé publique est la résistance aux céphalosporines de troisième génération produite à cause de l'apparition de bêta-lactamases de spectre étendu (BLSE), chez les entérobactéries particulièrement. Cette résistance est grave du fait de ses conséquences, à savoir, l'accroissement de cas intraitables, l'augmentation des coûts médicaux et la mortalité élevée en santé humaine. Mais celle-ci a aussi des retentissements en santé animale, dans l'environnement et en sécurité alimentaire [Blaak et al., 2015; Pérez, 2017]. Les BLSE sont la plus grande défense des bactéries gram-négatives contre les bêta-lactamines [George A. & Munoz-Price, 2005], mais elles procurent aussi des résistances à d'autres classes d'antibiotiques. De ce fait, la notion d' « antibiotiques de dernier recours » a été développée, incluant les carbapénèmes ou/et les céphalosporines de 4<sup>ème</sup> génération, pour indiquer l'importance de conserver ces antibiotiques dans les cas les plus extrêmes en santé humaine [Blaak et al., 2015].

Les taux croissants de la RAM constituent un objet d'étude prioritaire aujourd'hui. Plusieurs arguments peuvent expliquer cette résistance [Akinduti et al., 2018; Pérez, 2017] : pour l'humain, l'utilisation démesurée d'antibiotiques, l'automédication, les traitements incomplets par les patients et l'absence de nouveaux antimicrobiens [Ifeanyichukwu et al., 2015; Pérez, 2017] ; pour l'animal, les antibiotiques ont eu un usage prophylactique et thérapeutique, mais ils ont surtout été utilisés comme facteurs de croissance depuis les années 50. En conséquence, des résistances se sont développées dans la chaîne alimentaire et aussi dans l'environnement avec notamment la mise en évidence de nombreuses E-BLSE [Hassan et al., 2016; Liebana et al., 2013]. Il apparaît, de fait, que la RAM est bien une problématique multifactorielle et seule une approche « One Health » est pertinente pour la compréhension et le contrôle de ce phénomène [One Health Commission, 2012].

Dans la zone de l'Océan Indien, il a été montré qu'il existe une haute prévalence d'E-BLSE dans les populations humaines et animales. Les animaux de rente sont fortement contaminés à Madagascar, Mayotte et la Réunion (sauf chez les ruminants) [Gay et al., 2018].

L'île compte aujourd'hui sept filières de diversification animale, dont cinq (laitière, viande bovine, porcine, volaille et cunicole) sont organisées au sein des organisations interprofessionnelles et réunies au sein de l'ARIBEV (Association réunionnaise interprofessionnelle pour le bétail et les viandes) et l'ARIV (Association réunionnaise interprofessionnelle de la volaille) [DAAF, 2012].

Avec un chiffre d'affaires de 38%, l'agroalimentaire est le premier secteur industriel de la Réunion [DAAF, 2012], dont, 32% est attribué aux animaux de rente [DAAF, 2016]. Les élevages ont eu un développement très important dans la dernière trentaine d'années, devenant ainsi le DROM mieux représenté dans la production animale.

Dans ce contexte, la nécessité de mettre en place des mesures de prévention contre les bactéries résistantes dans les élevages est incontournable.

L'objectif de ce travail est donc d'estimer l'occurrence des bactéries résistantes dans les élevages à la Réunion, notamment celles résistantes aux bêta-lactamines et d'identifier leurs facteurs associés, afin

de mieux maîtriser l'évolution incessante de la résistance et de prévenir tout risque potentiel pour le consommateur.

## 2. MATERIELS ET METHODES

La collecte de données (questionnaire et prélèvements), le travail de terrain et l'obtention des résultats des analyses de laboratoire n'ont pas pu être réalisés à cause de la pandémie de COVID-19. Par conséquent, le déroulement de ce travail a été adapté aux restrictions rencontrées :

### 2.1 Population d'étude

La Réunion est un département d'outremer français (DROM) qui se situe dans le continent africain. Il est situé au sud-ouest de l'Océan Indien à environ 700 km à l'est de Madagascar ; avec une superficie de 2512 km<sup>2</sup>, une population de 859959 habitants au 1<sup>er</sup> janvier 2020 et une densité de 342,34 habitants/km<sup>2</sup> [« Réunion • Fiche pays • PopulationData.net », 2020].

Parmi les catégories socioprofessionnelles en 2016 : 9% d'entre elles correspond aux agriculteurs exploitants avec un total de 6141 [Insee, 2020]. Parmi eux, les éleveurs faisant partie des organisations officielles de reproduction (coopératives) et qui seront traités dans cet article, il y a 156 éleveurs de volailles, 340 éleveurs de porcs [Gay et al., 2018], 62 éleveurs d'ovins, 29 éleveurs de caprins, [DAAF, 2019] et 405 éleveurs de bovins, dont, 68 laitiers [DAAF, 2019].

Dans la filière avicole pour l'année 2018, 125,6 millions d'œufs et 16 111 tonnes équivalent carcasse ont été produits sur l'île à la fois par les éleveurs des filières et ceux indépendants. Ce DROM est auto-suffisant en œufs de consommation et couvre 95% des besoins de la consommation totale de viande volaille fraîche [DAAF, 2019a, 2019b].

En ce qui concerne la porciculture en 2018, les éleveurs de filières et ceux indépendants sur l'île ont produit 11 027 tonnes équivalent carcasse, ce qui couvre 100% du marché local en frais [DAAF, 2019]. Pour le secteur bovin en 2018, 18,2 millions de litres de lait ont été livrés couvrant ainsi 96% du marché local de lait frais et 1 590 tonnes équivalent carcasse (filiale + indépendantes) qui ont couvert 48% des besoins de consommation locale en frais [DAAF, 2019b, 2019a].

Egalement pour cette année, la filière ovine et caprine a produit 32,7 et 15,5 tonnes équivalent carcasse des ovins et caprins respectivement. Cette production couvre le 2,6% des besoins locaux du marché [DAAF, 2019].

### 2.2 Echantillonnage

Les données utilisées pour cette étude et la méthode de collecte sont celles décrites par Gay et al. (2018). Elles sont basées sur des prélèvements faits dans les différentes fermes de l'île de la Réunion, sur des populations de porcins, volailles et ruminants. Une collecte d'excréments a été réalisée selon un protocole établi par l'Anses, afin de prélever des excréments frais et représentatifs de la population. Ces prélèvements étaient réalisés dans les bâtiments (poulaillers, porcheries, étables) et/ou les zones avec un rassemblement animal important (points d'eau, abreuvoirs) dans chaque élevage. Ces prélèvements ont été faits avec des pédichiffonnettes stériles en coton tissé absorbant et chaque pair permettait de couvrir 100m<sup>2</sup> par bâtiment. Pour chacun d'entre eux était attribué un suremballage hermétique à fermeture par lien métallique, qui garantissait l'imperméabilité des échantillons. La traçabilité et la fiabilité des résultats étant aussi garanties grâce à l'identification complète et systématique des prélèvements réalisés. L'unité épidémiologique dans cette enquête est l'élevage.

Les tailles d'échantillon ont été calculées par un sondage simple sur la base des prévalences attendues issues d'une enquête précédente [Ramin 2016] et d'une précision relative d'au moins 30% pour chaque type de production. Au total, 207 élevages ont été choisis par tirage au sort, correspondants à 60 élevages de porcs, 60 de volailles et 87 de ruminants. L'accord pour participer dans l'étude a été donné par la suite. Dans les fermes prélevées, si la culture bactérienne révélait la présence de BLSE, celles-ci étaient considérées comme positives. Notre variable à expliquer est donc dichotomique : présence ou absence d'E-BLSE.

## 2.3 Questionnaire

Le questionnaire initialement conçu pour la collecte de données a été annulé à cause de la crise sanitaire. Il est composé de 137 questions qui sont adaptées aux différents types de production étudiés. Il a été dématérialisé par le logiciel *KoboToolbox* et à l'application *KoboCollect* pour smartphone. Il est constitué principalement de questions fermées et de quelques-unes ouvertes. Les réponses sont données en sélection multiple : binaire, nominale ou ordinale. (Annexe 4)

L'enquête a été réalisée auprès des éleveurs par une équipe du CIRAD Astre Réunion [Gay et al. 2018] dans le but de collecter des données sur la composition des élevages, les caractéristiques des installations, les mesures de biosécurité mises en place, le contrôle vectoriel, la gestion de déchets organiques et l'utilisation d'antibiotiques, visant l'identification de facteurs de risque associés à la résistance aux antibiotiques chez les animaux de rente. Les questionnaires ont été pré-testés dans 5 exploitations avant d'entamer l'enquête en tant que telle.

## 2.4 Laboratoire

### 2.4.1 ENRICHISSEMENT ET ISOLEMENT DES EBLSE

Le transport s'est effectué dans une glacière pour garantir une température basse de +/-4°C jusqu'à sa réception au laboratoire. Les échantillons ont été conservés à +/-4°C ou à -20°C si le délai de traitement était supérieur à 3 jours. Pour l'investigation, le protocole utilisé a été celui décrit par Gay et al. (2018) où l'on a procédé à une décongélation lente de chaque pédichiffonnette, puis un enrichissement à température ambiante dans un bouillon cœur cervelle. Après homogénéisation, 10µL de la suspension sont ensemencés sur gélose de type ChromID-ESBL (Biomérieux, Marcy, l'Etoile, France) de façon aérobie à 35+/-2°C pendant 18 à 24h. Cette gélose contient un mélange d'antibiotiques conçu spécifiquement pour permettre la croissance sélective des entérobactéries productrices de bêtalactamases à spectre élargi (E-BLSE). En effet, ce milieu contient des céphalosporines 3G, nous permettant ainsi l'identification des bactéries d'intérêt pour cette étude.

## 2.5 Analyses de données

Une estimation de la prévalence d'entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu a été faite pour les volailles, les porcs et les ruminants. Ensuite, une comparaison de ces pourcentages avec un test de Chi2 a été réalisée.

Pour chaque base de données, une extraction de variables a été conduite par rapport à deux critères. Tout d'abord, les variables dont la fréquence de données manquantes était supérieure ou égale à une des modalités ont été retirées. Dans un second temps, si une modalité possédait plus de 90% des observations d'une variable, alors elle était également enlevée du jeu de données.

Pour finir, trois modalités maximum ont été gardées pour les variables qualitatives et les variables numériques ont été simplifiées pour devenir des qualitatives à deux modalités (boîte à moustaches).

La variable binaire BLSE (présence ou pas dans l'élevage) a été établie comme variable à expliquer pour l'analyse et elle a été comparée avec chaque variable explicative avec un test d'indépendance de Chi2 pour évaluer le degré d'association. Nous avons d'abord gardé les valeurs explicatives dont la p-valeur était inférieure à 0.2 au test précédent. L'objectif était ensuite de tester la colinéarité de ces variables deux à deux via des tests de Fisher.

Finalement, les variables non-corrélées entre elles mais associées avec la variable à expliquer ont été utilisées pour une analyse multivariée de type régression logistique en excluant les données manquantes, pour finaliser avec un calcul des Odds Ratio et ses intervalles de confiance. Les modèles ont été comparés au modèle complet à l'aide du critère d'information d'Akaike [Akaike, 1979] et ceux présentant le critère les plus faibles ont été conservés. La validité et la qualité d'ajustement du modèle final ont été évaluées à l'aide du test de  $\chi^2$  de Pearson et de la mesure de la déviance résiduelle (pseudo-R2).

Pour ce faire, le traitement de données a été fait avec R version 3.6.1, un logiciel gratuit qui permet la réalisation de la statistique informatique.

### 3. RESULTATS

#### 3.1 Prévalence observée chez les animaux de rente

Une faible prévalence de BLSE a été observée dans les élevages de ruminants. Pour les bovins, 2 élevages parmi 54 ont eu un résultat positif et pour les petits ruminants 6 élevages parmi 33. Chez les volailles, 42 fermes ont été trouvées positives parmi les 60 étudiées. En ce qui concerne les élevages de porcs 32 ont été positifs parmi les 60 prélevés. (Tableau 1)

Il existe une différence significative entre les prévalences obtenues pour ces trois types de productions animales.

**Tableau 1. Prévalence observée chez les élevages des animaux de rente à la Réunion**

<i>Elevage</i>	<i>Prévalence BLSE</i>	<i>IC 95%</i>	<i>Incertitude absolue</i>	<i>Incertitude relative</i>	<i>Chi2</i>	<i>α</i>
<i>Ruminants</i>	9.2%	[3.1% ; 15%]	0.06	0.67	<0.0001	5%
<i>Volailles</i>	70%	[58% ; 82%]	0.11	0.17		
<i>Porcins</i>	53%	[40.4% ; 65.5%]	0.13	0.24		

#### 3.2 Facteurs associés à la présence de BLSE dans les élevages

Des Odds Ratio ajustés ont été mesurés pour chaque variable identifiée comme associée à la présence d'E-BLSE dans chaque type d'élevage, calculés par des analyses multivariées. (Table 2, 3 et 4)

Dans notre échantillon de ruminants, il n'existait pas une association complètement significative ( $p < 0.06$ ), entre la fréquence d'entrée dans le bâtiment de l'élevage supérieur à 3 fois par jour et la présence d'E-BLSE avec un OR de 10.55 et un IC 95% [0.88 ; 126.4] ; en revanche, il y avait une association significative entre le partage de matériel entre les éleveurs et l'utilisation d'antibiotiques récente (inférieur à une semaine) avec la présence d'E-BLSE dans les élevages.

Chez les volailles, il existait dans notre échantillon, une association significative entre les bâtiments âgés de plus de 20 ans et la présence d'E-BLSE dans les élevages avec un OR de 4.07 [1.02 ; 16.21] ; par contre l'utilisation récente d'antibiotiques (moins d'une semaine) n'était pas totalement associée significativement à la présence d'E-BLSE avec un p-value de 0.08. Toutefois, l'absence de ténébrions avait une association significative avec l'absence d'E-BLSE avec un p-value de 0.04.

En ce qui concerne les élevages de porcs échantillonnés, il y avait une association significative entre la visite d'autres éleveurs et l'utilisation récente d'antibiotiques (<7 jours) dans l'élevage, avec la présence d'E-BLSE. En revanche, l'existence d'une enceinte fermée, la dératisation fait par une société extérieure et l'utilisation de détergent dans les élevages avaient une association significative avec l'absence d'E-BLSE.

**Tableau 2. Facteurs associés à la présence de BLSE chez les ruminants à la Réunion.**

<i>Elevage</i>	<i>Variable</i>	<i>OR</i>	<i>IC 95%</i>	<i>P-value</i>
<i>Ruminants</i>	<i>Entrées dans le bâtiment &lt;3</i>	<i>Référence</i>	-	-
	<i>Entrées dans le bâtiment &gt;3</i>	10.55	[0.88 ; 126.4]	0.06
	<i>Partage de matériel avec d'autres éleveurs (Non)</i>	<i>Référence</i>	-	-
	<i>Partage de matériel avec d'autres éleveurs (oui)</i>	16.64	[1.53 ; 180.8]	0.02
	<i>Utilisation d'antibiotiques (&gt;7 jours ou absence)</i>	<i>Référence</i>	-	-
	<i>Utilisation d'antibiotiques (&lt;7 jours)</i>	12.82	[1.59 ; 94.6]	0.01

*Intercept = -6.249 ; null deviance = 53.424 ; df = 5 ; AIC = 35.84*

**Tableau 3. Facteurs associés à la présence de BLSE chez les volailles à la Réunion.**

<i>Elevage</i>	<i>Variable</i>	<i>OR</i>	<i>IC 95%</i>	<i>P-value</i>
Volailles	Age du bâtiment >2000s	Référence	-	-
	Age du bâtiment <2000s	4.07	[1.02 ; 16.21]	0.04
	Présence de ténébrions	Référence	-	-
	Absence de ténébrions	0.17	[0.03 ; 0.95]	0.04
	Utilisation d'antibiotiques (>7 jours ou absence)	Référence	-	-
	Utilisation d'antibiotiques (<7 jours)	4.48	[0.80 ; 24.8]	0.08

*Intercept = 1.2210 ; null deviance = 73.304 ; df = 5 ; AIC = 64.89*

**Tableau 4. Facteurs associés à la présence de BLSE chez les porcins à la Réunion.**

<i>Elevages</i>	<i>Variabes</i>	<i>OR</i>	<i>IC 95%</i>	<i>p-value</i>
Porcins	Enceinte fermée (Non)	Référence	-	-
	Enceinte fermée (oui)	0.09	[0.01 ; 0.80]	0.03
	Dératisation faite par l'éleveur	Référence	-	-
	Dératisation faite par une société extérieure	0.01	[0.002 ; 0.173]	0.0003
	Utilisation de détergent (Non)	Référence	-	-
	Utilisation de détergent (oui)	0.03	[0.002 ; 0.710]	0.028
	Visite d'autres éleveurs (Non)	Référence	-	-
	Visite d'autres éleveurs (oui)	14.74	[1.31 ; 165.57]	0.029
	Utilisation d'antibiotiques (>7 jours ou absence)	Référence	-	-
Utilisation d'antibiotiques (<7 jours)	41.89	[3.79 ; 462.62]	0.002	

*Intercept = 3.934 ; null deviance = 82.911 ; df = 9 ; AIC = 51.57*

#### 4. DISCUSSION

La résistance aux antibiotiques est un problème de la santé humaine et animale ; d'où l'importance de réaliser une évaluation approfondie des animaux de rente comme possibles réservoirs d'entérobactéries résistantes dans la chaîne alimentaire [N. Geser et al., 2011]. Dans cette étude, nous avons pu estimer la prévalence d'E-BLSE à la Réunion dans les trois types de production (ruminants, volailles et porcs) et identifier les possibles facteurs de risque liés à leur occurrence.

L'étude réalisée a été une enquête transversale. Le tirage au sort s'est effectué sur les listes des coopératives qui réunissent la plupart des éleveurs du département. Seuls quelques éleveurs ont refusé de participer à l'enquête. L'équipe en charge des enquêtes terrain a toujours été la même, ce qui assure une répétabilité au travail. De même, les analyses bactériologiques étaient standardisées et les critères utilisés ceux du CILS [Barry et al., 1970].

La prévalence de E-BLSE dans les élevages de volailles à la Réunion est considérable avec 70% des élevages enquêtés contaminés ; la prévalence détectée dans les élevages de porcs est également conséquente (53%) et seuls les élevages de ruminants sont moins colonisés (9.2%).

Chez les volailles, il est fréquent de retrouver des bactéries productrices de BLSE aux différents étages de la pyramide de production, tant chez les parentaux que chez les animaux de production ; la plupart de ces bactéries sont *E. coli* et *Salmonella spp.* [Lee et al., 2020].

A la Réunion, 70% des élevages de volailles prélevés ont été positifs aux E-BLSE ; ce niveau est inférieur ou comparable aux autres études menées aux Pays-Bas, 100% [Blaak et al., 2015] entre 2009 et 2011, en Espagne de 73.3 à 100% [Abreu et al., 2013] et en Inde 87% [Brower Charles H. et al., 2017]. Néanmoins, il faut souligner que ces résultats sont issus de fermes de poulets de chair. Ces

prévalences diffèrent en effet par rapport aux deux types majeurs de production de volailles, volailles de ponte et volailles de chair ; celle-ci peut s'expliquer, en partie, par une utilisation plus importante d'antibiotiques chez les poulets de chair comme démontré en Hollande [Blaak et al., 2015]. Pourtant, en Europe, y compris la Réunion, l'utilisation des antibiotiques comme facteurs de croissance est interdite depuis 2006. Premièrement, malgré cette interdiction, lorsqu'un antibiotique est abandonné, le temps de réversion des bactéries, c'est-à-dire d'une forme résistante à une forme sensible peut être très différent. Par exemple, en abandonnant le ceftiofur, céphalosporine de 3<sup>ème</sup> génération, *S. Heidelberg* est très rapidement revenu sensible comme son phénotype sauvage [Dutil et al., 2010], mais dans certains cas, en particulier l'utilisation de pénicillines ou de C2G, certains *E.coli* restent très longtemps résistantes, car le poids génétique de cette évolution ne constitue pas une dépense « écologique » particulière pour la bactérie [Schrag et al., 1997]. Deuxièmement, avec une haute densité d'exploitations animales, comme cela peut être le cas dans certaines parties de la Réunion, les mesures d'hygiène et de biosécurité effectuées ne sont pas suffisantes pour se débarrasser du microbisme ambiant ; par exemple, il a été montré que les méthodes de désinfection ou de nettoyage étaient insuffisantes [Etheves et al., 2018]. Les bactéries présentes dans l'environnement et notamment les E-BLSE sont donc retrouvées sur des bandes consécutives [Mo et al., 2016]. Enfin, nous avons également montré que 30% des éleveurs de poulets de chair avaient encore recours aux antibiotiques assez régulièrement à la Réunion.

Dans la filière porcine, la prévalence observée dans notre étude est de 53%. Les différentes enquêtes conduites ailleurs dans le monde indiquent que celle-ci varie environ entre 10% et 45% et la principale bactérie productrice de BLSE est *E. coli* [Lee et al., 2020].

D'autres études menées en Allemagne ont estimé leur présence à 88.2% [Dahms et al., 2015] ; alors que, en Suisse, celle-ci est plus faible avec uniquement 15.3% des élevages contaminés [Nadine Geser et al., 2012]. Cette prévalence est en revanche très élevée à Madagascar (86.7%) [Gay et al., 2018]. Outre, les explications précédentes sur la contamination environnementale et la persistance d'E-BLSE dans le milieu d'élevage, nous avons également montré que 56.6% des éleveurs porcins avaient utilisé des antibiotiques dans les 7 derniers jours avant notre prélèvement. Dans les élevages de porcs, le recours aux aliments médicamenteux reste encore régulier et inscrit dans les comportements des éleveurs dans le registre de la métaphylaxie [Batie, 2018] et ce d'autant plus que le microbisme ambiant en forte densité d'élevages et en milieu tropical demeure très élevé.

En revanche, à la Réunion, les fermes de ruminants ont montré le plus faible niveau de colonisation des E-BLSE avec 9.2% contaminées. Chez les bovins, il faut souligner que la plupart des exploitations étaient allaitantes donc avec un système d'élevage plus extensif que les élevages laitiers qui utilisent davantage d'antibiotiques. Chez les petits ruminants, le niveau de colonisation était plus important puisque 6 fermes sur 33 se sont révélées positives aux E-BLSE, mais la plupart de ces animaux sont élevés en milieu clos [DAAF, 2019]. Des études faites pour évaluer la présence d'*Escherichia spp.* productrice de BLSE chez les bovins (laitier et allaitant) en Allemagne, ont mis en évidence une prévalence de 86.7% dans les élevages prélevés dans la région de la Bavière et de 54.5% dans celle de Poméranie occidentale [Dahms et al., 2015; Schmid et al., 2013]. Dans les fermes laitières en Hollande, celle-ci a été estimée à 41% [Gonggrijp et al., 2016]. Chez les bovins allaitants à Madagascar le niveau de colonisation a été de 66.7% [Gay et al., 2018]. En revanche, le niveau observé à la Réunion est proche de celui observé en Bourgogne en France avec 6.6% [Hartmann et al., 2012]. Deux possibles explications de ce niveau de prévalence seraient : tout d'abord, l'efficacité des programmes français visant à réduire l'utilisation des antibiotiques, depuis 2012 par rapport aux autres pays [Ministère de l'Agriculture, 2011]. Après, nous remarquons que le recours aux antibiotiques est toujours plus conséquent chez les monogastriques qui sont directement sous la dépendance humaine et élevés dans des conditions de densité animale considérable. Chez les ruminants, leur utilisation reste exceptionnelle à part de le traitement des mammites et donc surtout dans les élevages laitiers [Snow et al., 2012].

L'utilisation d'antibiotiques chez les animaux de rente a été largement citée comme responsable de l'apparition d'E-BLSE dans les élevages, autant chez les ruminants et les porcins que chez les volailles. En particulier, l'administration de céphalosporines de troisième ou quatrième génération favorise l'apparition d'E-BLSE [Dohmen et al., 2017; Gonggrijp et al., 2016; Lagarde et al., 2019; Snow et al., 2012]. En accord avec ces auteurs, nos résultats ont montré en effet qu'une utilisation récente d'antibiotiques dans les élevages à la Réunion était un facteur associé à l'apparition d'E-BLSE dans tous les types de production.

Mais, l'utilisation des antimicrobiens n'est pas le seul facteur responsable de l'occurrence d'E-BLSE dans les troupeaux [Santman-Berends et al., 2017].

Parmi ces facteurs, la contamination extérieure, qu'elle provienne de comportements humains ou de la présence de vecteurs est régulièrement citée [Blaak et al., 2015].

Chez les ruminants, la fréquence d'entrées du personnel dans les bâtiments supérieure à 3 fois par jour a en effet été identifiée comme un facteur associé à la présence d'E-BLSE. De même, le partage de matériel et la visite d'autres éleveurs dans les élevages des porcins, ont été identifiés comme tels. Dans une étude menée en France, Lagarde et al. (2019) ont ainsi observé que le contact des animaux avec un grand nombre de personnes (>5) augmentait 35,7 fois plus la probabilité d'occurrence d'E-BLSE dans les locaux d'élevages. D'ailleurs, Mo et al. (2016) confirment qu'un nombre réduit de personnes qui entrent dans les bâtiments de volailles contribue à une réduction de l'incidence d'E-BLSE dans les élevages en Norvège. Même à la Réunion, Cardinale et al. (2010) ont montré que la probabilité d'infection des porcs par *Salmonella spp.* diminuait grâce à une limitation des visites des employés (<1/mois).

Mais la contamination environnementale peut également se produire par l'intermédiaire de vecteurs [Blaak et al., 2015]. A la Réunion, ils sont nombreux dans les exploitations animales, à cause notamment de la proximité des champs de canne à sucre [Etheves et al., 2018] : les rongeurs ont un rôle très important comme diffuseurs d'*E. coli* productrice de BLSE [Guenther et al., 2010]. Snow et al. (2012) et Dohmen et al. (2017) ont aussi mis en évidence la réduction d'E-BLSE dans les fermes laitières du Royaume-Uni et dans les élevages de porcs en Hollande, par la mise en place des mesures professionnelles de dératisation. Ces résultats confirment la diminution de la présence d'E-BLSE dans les élevages de porcs à la Réunion, quand la dératisation est assurée par une société extérieure. Les insectes transportent aussi ces microorganismes et participent à leur propagation ; *Salmonella spp.* par exemple, est disséminée dans les poulaillers et porcheries réunionnais, par des mouches et de cafards [Blaak et al., 2015; Cardinale et al., 2010; Etheves et al., 2018]. De fait, l'absence de ténébrions a été identifiée comme ayant un effet protecteur par rapport à la présence d'E-BLSE.

Ainsi, une protection contre la contamination environnementale extérieure permet de limiter la présence d'E-BLSE au sein de l'exploitation. Nous avons en effet montré que les élevages de porcs avec une enceinte extérieure présentaient une contamination plus faible. Cette barrière extérieure, souvent assez hermétique, limite vraisemblablement l'introduction de vecteurs biologiques ou mécaniques présents dans le proche environnement de l'exploitation [Dohmen et al. 2017].

Dans ce contexte, seules des mesures strictes de biosécurité permettent de limiter la présence de ces bactéries résistantes, en particulier dans les élevages de monogastriques en raison des conditions d'élevage avec une haute densité animale et directement sous la dépendance humaine [Dohmen et al., 2017; Liebana et al., 2013; Maddox et al., 2012]. Nous avons ainsi démontré dans notre étude que l'utilisation d'un détergent lors du nettoyage permettait de limiter la contamination par des E-BLSE ; de même, des bâtiments récents construits avec des matériaux faciles à nettoyer et désinfecter étaient associés avec une moindre contamination [Etheves et al., 2018].

Mo et al. (2016), décrivent ainsi des procédures de nettoyage et désinfection, surtout des sols, entre deux cycles de production de volailles de chair pour diminuer la présence d'*E.coli* résistante aux céphalosporines en Norvège. En outre, Dewulf et al. (2007) signalent la persistance d'E-BLSE dans les élevages de porcs défaillants sur les mesures d'hygiène en Belgique. De même, dans les porcheries de la Réunion la présence de *Salmonella* augmentait quand il n'y avait pas de désinfection avant l'étape de l'engraissement [Cardinale et al., 2010]. Les étapes de ND sont essentielles pour éliminer des déchets organiques et inorganiques des surfaces qui pourrait héberger de microorganismes [Etheves et al., 2018].

A la Réunion, les résultats obtenus nous montrent que les poulaillers âgés avant les années 2000 augmentent la probabilité d'incidence de BLSE-E dans les élevages. En effet, Cardinale et al., (2004) et Etheves et al., (2018) signalent l'importance des matériaux utilisés pour construire les bâtiments, surtout le béton pour les accès et les matériaux des poulaillers. Les vieilles structures rendent difficile le nettoyage favorisant le cumul de déchets. Ainsi, Etheves et al., (2018) ont trouvé une prévalence supérieure de *Salmonella spp.* dans les poulaillers qui dataient de plus de 12 ans (33.3% contre 17.8%).

## 5. CONCLUSION

Cette étude a permis d'estimer la prévalence des trois types de productions avec un niveau d'E-BLSE très important pour les volailles et les porcins et un niveau nettement plus faible pour les ruminants. Les facteurs de risque identifiés ont pour certains déjà été cités dans la littérature. Il s'agit notamment de l'utilisation des antibiotiques avec un impact direct sur le développement consécutif de la résistance ou encore des facteurs liés à l'hygiène et à la biosécurité des exploitations agricoles permettant de limiter la contamination environnementale.

Dans notre contexte de milieu tropical chaud et humide et avec des densités d'élevage souvent conséquentes, seules des mesures de protection adaptées peuvent limiter la colonisation par E-BLSE ; c'est pour cette raison que les étapes de nettoyage et désinfection en particulier dans les élevages de monogastriques sont essentielles.

Malgré les plans Ecoantibio 1 et 2 qui ont permis de réduire l'utilisation globale des antibiotiques dans les élevages de rente, notre étude montre que les efforts en matière de sensibilisation des professionnels de l'élevage et en faveur d'une biosécurité adaptée, doivent être poursuivis.

Enfin, en raison des échanges de biens, de services et de personnes dans la zone de l'Océan Indien, il apparaît également nécessaire de suivre l'évolution de la résistance dans les autres îles de l'Océan Indien, afin d'évaluer les réservoirs potentiels de bactéries multirésistantes et de prendre de mesures idoines pour éviter une catastrophe sanitaire.

## 6. REFERENCES

- Abreu, R., Castro-Hernández, B., Madueño, A., & de, C. (2013). *Hig Sanid Ambient* 13\_4\_ 1091-1096 \_2013\_. 6.
- Acar, J., Moulin, G., & Page, S. W. (2012). Antimicrobial resistance in animal and public health : Introduction and classification of antimicrobial agents: -EN- -FR- L'antibiorésistance en santé animale et en santé publique : introduction et classification des agents antimicrobiens -ES- La resistencia a los agentes antimicrobianos en sanidad animal y salud pública: introducción y clasificación de antimicrobianos. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 31(1), 15-21. <https://doi.org/10.20506/rst.31.1.2093>
- Akaike, H. (1979). A Bayesian extension of the minimum AIC procedure of autoregressive model fitting. *Biometrika*, 66(2), 237-242. <https://doi.org/10.1093/biomet/66.2.23>
- Akinduti, P. A., Olasehinde, G. I., Oluwaseun, E., Olugbenga, T. S., & Obafemi, Y. D. (2018). Fecal carriage and phylo-diversity of community-acquired bla<sub>TEM</sub> Enteric bacilli in Southwest Nigeria. *Infection and Drug Resistance*, Volume 11, 2425-2433. <https://doi.org/10.2147/IDR.S178243>
- Barry, A. L., Garcia, F., & Thrupp, L. D. (1970). An Improved Single-disk Method for Testing the Antibiotic Susceptibility of Rapidly-growing Pathogens. *American Journal of Clinical Pathology*, 53(2), 149-158. <https://doi.org/10.1093/ajcp/53.2.149>
- Batie, C. (2018). Perception des risques liés à l'utilisation des antibiotiques dans les élevages de porcs et de volailles de la commune d'Imerintsiatosika à Madagascar. 128.
- Bêta-lactamines (pénicillines—Céphalosporines). (2018). Pharmacomedical.org. <https://pharmacomedicale.org/medicaments/par-specialites/item/beta-lactamines-penicillines-cephalosporines>
- Blaak, H., van Hoek, A. H. A. M., Hamidjaja, R. A., van der Plaats, R. Q. J., Kerkhof-de Heer, L., de Roda Husman, A. M., & Schets, F. M. (2015). Distribution, Numbers, and Diversity of ESBL-Producing *E. coli* in the Poultry Farm Environment. *PLOS ONE*, 10(8), e0135402. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135402>
- Brower Charles H., Mandal Siddhartha, Hayer Shivdeep, Sran Mandeep, Zehra Asima, Patel Sunny J., Kaur Ravneet, Chatterjee Leena, Mishra Savita, Das B.R., Singh Parminder, Singh Randhir, Gill J.P.S., & Laxminarayan Ramanan. (2017). The Prevalence of Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing Multidrug-Resistant *Escherichia Coli* in Poultry Chickens and Variation According to Farming Practices in Punjab, India. *Environmental Health Perspectives*, 125(7), 077015. <https://doi.org/10.1289/EHP292>
- Cardinale, E., Maeder, S., Porphyre, V., & Debin, M. (2010). *Salmonella* in fattening pigs in Reunion Island : Herd prevalence and risk factors for infection. *Preventive Veterinary Medicine*, 96(3), 281-285. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.06.006>
- Cardinale, E., Tall, F., Guèye, E. F., Cisse, M., & Salvat, G. (2004). Risk factors for *Campylobacter spp.* Infection in Senegalese broiler-chicken flocks. *Preventive Veterinary Medicine*, 64(1), 15-25. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2004.03.006>
- DAAF. (2012). Présentation générale de l'agriculture à la Réunion.
- DAAF. (2016). Départements d'outre-mer.
- DAAF. (2019a). Filière laitière à la Réunion. Agreste.
- DAAF. (2019b). Filière œufs de consommation et ovoproduits à la Réunion. Agreste.
- DAAF. (2019c). Filière Porcine à la Réunion. Agreste.
- DAAF. (2019d). Filière viande bovine à la Réunion. Agreste.
- DAAF. (2019e). Filière volaille de chair à la Réunion. Agreste.
- DAAF. (2019f). Filières Ovine et Caprine à la Réunion. Agreste.

- Dahms, C., Hübner, N.-O., Kossow, A., Mellmann, A., Dittmann, K., & Kramer, A. (2015). Occurrence of ESBL-Producing *Escherichia coli* in Livestock and Farm Workers in Mecklenburg-Western Pomerania, Germany. *PLoS ONE*, *10*(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143326>
- Dewulf, J., Catry, B., Timmerman, T., Opsomer, G., de Kruif, A., & Maes, D. (2007). Tetracycline-resistance in lactose-positive enteric coliforms originating from Belgian fattening pigs : Degree of resistance, multiple resistance and risk factors. *Preventive Veterinary Medicine*, *78*(3), 339-351. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2006.11.001>
- Dohmen, W., Dorado-García, A., Bonten, M. J. M., Wagenaar, J. A., Mevius, D., & Heederik, D. J. J. (2017). Risk factors for ESBL-producing *Escherichia coli* on pig farms : A longitudinal study in the context of reduced use of antimicrobials. *PLOS ONE*, *12*(3), e0174094. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174094>
- Dutil, L., Irwin, R., Finley, R., Ng, L. K., Avery, B., Boerlin, P., Bourgault, A.-M., Cole, L., Daignault, D., Desruisseau, A., Demczuk, W., Hoang, L., Horsman, G. B., Ismail, J., Jamieson, F., Maki, A., Pacagnella, A., & Pillai, D. R. (2010). Ceftiofur Resistance in *Salmonella enterica* Serovar Heidelberg from Chicken Meat and Humans, Canada. *Emerging Infectious Diseases*, *16*(1), 48-54. <https://doi.org/10.3201/eid1601.090729>
- Etheves, A., Choisis, N., Alvarez, S., Dalleau, F., Hascoat, J., Gallard, V., & Cardinale, E. (2018). Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *Enterica* persistence in broiler-chicken flocks in Reunion Island.
- Gay, N., Leclaire, A., Laval, M., Miltgen, G., Jégo, M., Stéphane, R., Jaubert, J., Belmonte, O., & Cardinale, E. (2018). Risk Factors of Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase Producing Enterobacteriaceae Occurrence in Farms in Reunion, Madagascar and Mayotte Islands, 2016–2017. *Veterinary Sciences*, *5*(1), 22. <https://doi.org/10.3390/vetsci5010022>
- George A., J., & Munoz-Price, L. S. (2005). Mechanisms of disease the New B-lactamases. 12.
- Geser, N., Stephan, R., Kuhnert, P., Zbinden, R., Kaeppli, U., Cernela, N., & Haechler, H. (2011). Fecal Carriage of Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase–Producing Enterobacteriaceae in Swine and Cattle at Slaughter in Switzerland. *Journal of Food Protection*, *74*(3), 446-449. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-10-372>
- Geser, Nadine, Stephan, R., & Hächler, H. (2012). Occurrence and characteristics of extended-spectrum  $\beta$ -lactamase (ESBL) producing Enterobacteriaceae in food producing animals, minced meat and raw milk. *BMC Veterinary Research*, *8*(1), 21. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-21>
- Gonggrijp, M. A., Santman-Berends, I. M. G. A., Heuvelink, A. E., Buter, G. J., van Schaik, G., Hage, J. J., & Lam, T. J. G. M. (2016). Prevalence and risk factors for extended-spectrum  $\beta$ -lactamase- and AmpC-producing *Escherichia coli* in dairy farms. *Journal of Dairy Science*, *99*(11), 9001-9013. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11134>
- Guenther, S., Grobbel, M., Beutlich, J., Guerra, B., Ulrich, R. G., Wieler, L. H., & Ewers, C. (2010). Detection of pandemic B2-O25-ST131 *Escherichia coli* harbouring the CTX-M-9 extended-spectrum  $\beta$ -lactamase type in a feral urban brown rat (*Rattus norvegicus*). *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, *65*(3), 582-584. <https://doi.org/10.1093/jac/dkp496>
- Hartmann, A., Amoureux, L., Locatelli, A., Depret, G., Jolivet, C., Gueneau, E., & Neuwirth, C. (2012). Occurrence of CTX-M Producing *Escherichia coli* in Soils, Cattle, and Farm Environment in France (Burgundy Region). *Frontiers in Microbiology*, *3*. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00083>
- Hassan, M., Ahaduzzaman, M., Alam, M., Bari, M., Amin, K., & Faruq, A. (2016). Antimicrobial Resistance Pattern against *E. coli* and *Salmonella spp.* In Environmental Effluents. *International Journal of Natural Sciences*, *5*(2), 52-58. <https://doi.org/10.3329/ijns.v5i2.28612>
- Ifeanyichukwu, I., Ifeoma, I., Chika, E., Emmanuel, N., Egwu, E., Florence, A.-Ok., Emmanuel, U., Moses, I., & Agabus, N. (2015). Prevalence and antibiogram of Pathogenic Gram Negative Bacteria Isolated from patients Seeking Medical Care in a Tertiary Hospital in Abakaliki, Nigeria. 6.

Insee. (2020). *Données locales la Réunion*.

Lagarde, M. de, Larrieu, C., Praud, K., Schouler, C., Doublet, B., Sallé, G., Fairbrother, J. M., & Arsenault, J. (2019). Prevalence, risk factors, and characterization of multidrug resistant and extended spectrum  $\beta$ -lactamase/AmpC  $\beta$ -lactamase producing *Escherichia coli* in healthy horses in France in 2015. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33(2), 902-911. <https://doi.org/10.1111/jvim.15415>

Lee, S., Mir, R. A., Park, S. H., Kim, D., Kim, H.-Y., Boughton, R. K., Jr, J. G. M., & Jeong, K. C. (2020). Prevalence of extended-spectrum  $\beta$ -lactamases in the local farm environment and livestock : Challenges to mitigate antimicrobial resistance. *Critical Reviews in Microbiology*, 46(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/1040841X.2020.1715339>

Liebana, E., Carattoli, A., Coque, T. M., Hasman, H., Magiorakos, A.-P., Mevius, D., Peixe, L., Poirel, L., Schuepbach-Regula, G., Torneke, K., Torren-Edo, J., Torres, C., & Threlfall, J. (2013). Public Health Risks of Enterobacterial Isolates Producing Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamases or AmpC  $\beta$ -Lactamases in Food and Food-Producing Animals : An EU Perspective of Epidemiology, Analytical Methods, Risk Factors, and Control Options. *Clinical Infectious Diseases*, 56(7), 1030-1037. <https://doi.org/10.1093/cid/cis1043>

Maddox, T. W., Pinchbeck, G. L., Clegg, P. D., Wedley, A. L., Dawson, S., & Williams, N. J. (2012). Cross-sectional study of antimicrobial-resistant bacteria in horses. Part 2 : Risk factors for faecal carriage of antimicrobial-resistant *Escherichia coli* in horses. *Equine Veterinary Journal*, 44(3), 297-303. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2011.00440.x>

Ministère de l'Agriculture. (2011). Le Plan Ecoantibio 2012-2016.

Mo, S. S., Kristoffersen, A. B., Sunde, M., Nødtvedt, A., & Norström, M. (2016). Risk factors for occurrence of cephalosporin-resistant *Escherichia coli* in Norwegian broiler flocks. *Preventive Veterinary Medicine*, 130, 112-118. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.06.011>

One Health Commission. (2012). A One Health Approach to Antimicrobial Use & Resistance : A dialogue for a common purpose.

Pérez, D. Q. (2017). Resistencia antimicrobiana : Evolución y perspectivas actuales ante el enfoque « Una salud ». *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 17.

Ramin Stéphane (2016). Occurrence and characteristics of extended-spectrum beta-lactamase producing *Enterobacteriaceae* (E-ESBL) in poultry and pigg farms, Réunion Island. Mémoire Master Biologie Santé - Université Réunion

Réunion • Fiche pays • PopulationData.net. (2020). *PopulationData.net*. <https://www.populationdata.net/pays/reunion/>

Santman-Berends, I. M. G. A., Gonggrijp, M. A., Hage, J. J., Heuvelink, A. E., Velthuis, A., Lam, T. J. G. M., & van Schaik, G. (2017). Prevalence and risk factors for extended-spectrum  $\beta$ -lactamase or AmpC-producing *Escherichia coli* in organic dairy herds in the Netherlands. *Journal of Dairy Science*, 100(1), 562-571. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11839>

Schmid, A., Hörmansdorfer, S., Messelhäusser, U., Käsbohrer, A., Sauter-Louis, C., & Mansfeld, R. (2013). Prevalence of Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase-Producing *Escherichia coli* on Bavarian Dairy and Beef Cattle Farms. *Applied and Environmental Microbiology*, 79(9), 3027-3032. <https://doi.org/10.1128/AEM.00204-13>

Schrag, S. J., Perrot, V., & Levin, B. R. (1997). Adaptation to the fitness costs of antibiotic resistance in *Escherichia coli*. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rspb.1997.0178>

Snow, L. C., Warner, R. G., Cheney, T., Wearing, H., Stokes, M., Harris, K., Teale, C. J., & Coldham, N. G. (2012). Risk factors associated with extended spectrum beta-lactamase *Escherichia coli* (CTX-M) on dairy farms in North West England and North Wales. *Preventive Veterinary Medicine*, 106(3-4), 225-234. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.03.009>

Tenover, F. C. (2006). Mechanisms of Antimicrobial Resistance in Bacteria. *The American Journal of Medicine*, 119(6, Supplement 1), S3-S10. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2006.03.011>

Martinez, P. (2020). *Résistance aux antibiotiques : Entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu dans les élevages de rente à la Réunion* (p. 31) [Master 2 SEMHA]. Ecole Vétérinaire d'Alfort - CIRAD.

**Annexe 1. Analyse univariée et identification des variables avec une p-value <0.2 (87 élevages de ruminants enquêtés et prélevés à la Réunion entre 2017 et 2019)**

Variable	Modalités	BLSE				Chi2 p-value
		Négatifs		Positifs		
		Effectifs	%	Effectifs	%	
Espèce	Bovin	52	59.7	2	2.3	0.025
	Petit Ruminant	27	31	6	6.9	
Enceinte fermée	Non	43	49.43	8	9.2	0.0025
	Oui	36	41.38	0	0	
Accès bétonné	Non	32	36.78	6	6.9	0.06
	Oui	47	54.02	2	2.3	
Couplage de production animale	Non	60	68.97	2	2.3	0.035
	Porcins	7	8.05	2	2.3	
	Ruminants	8	9.2	2	2.3	
	Volailles	4	4.6	2	2.3	
Distance d'élevage d'autres espèces	<500 mètres	26	29.89	5	5.75	0.104
	>500 mètres	53	50.92	3	3.45	
Fréquence d'entrées dans le bâtiment	<3 entrées	44	50.57	1	1.15	0.01
	>3 entrées	35	40.23	7	8.05	
Visites d'autres éleveurs	Non	57	65.52	2	2.3	0.009
	Oui	22	25.29	6	6.9	
Partage de matériel avec d'autres éleveurs	Non	59	67.82	1	1.15	0.0004
	Oui	20	22.99	7	8.05	
Container	Non	70	80.46	8	9.2	0.175
	Oui	9	10.34	0	0	
Animaux domestiques	Non	48	55.18	1	1.15	0.007
	Oui	31	35.63	7	8.05	
Quarantaine	Non	46	52.87	8	9.2	0.004
	Oui	33	37.93	0	0	
Utilisation récent d'antibiotiques	>7 jours	75	86.21	3	3.45	0.00008
	<7 jours	4	4.6	5	5.75	
	Absence	50	57.47	2	2.3	
Utilisation d'antibiotiques	<1 an	8	9.2	1	1.15	0.035
	jours	4	4.6	5	5.75	
	mois	17	19.54	0	0	
Isolement des animaux malades	Non	13	14.94	6	6.9	0.0006
	Oui	66	75.86	2	2.3	
Fourrages produits sur l'exploitation	Non	14	16.1	0	0	0.14
	Oui	36	41.38	3	3.45	
	Partiellement	29	33.33	5	5.75	
Utilisation d'antibiotiques (recodée)	Absence (absent+<1an)	58	66.67	3	3.45	0.04
	Présence (jours+mois)	21	24.14	5	5.75	

**Annexe 2. Analyse univariée et identification des variables avec une p-value <0.2 (60 élevages de volailles enquêtés et prélevés à la Réunion entre 2017 et 2019)**

Variable	Modalités	BLSE				Chi2 p-value
		Négatifs		Positifs		
		Effectifs	%	Effectifs	%	
Point d'eau à proximité	A= Station d'épuration/autres	10	16.7	34	56.7	0.047
	R= Rivière	8	13.3	8	13.3	
Nombre de bâtiments	Un	16	26.7	26	43.4	0.03
	Plus	2	3.33	16	26.7	
Age du bâtiment	>2000s	14	23.3	16	26.7	0.004
	<2000s	4	6.7	26	43.4	
Distance d'élevage d'autres espèces	<500 mètres	14	23.3	16	26.7	0.004
	>500 mètres	4	6.7	26	43.33	
Production végétale concomitante	Non	4	6.7	18	30	0.12
	Oui	14	23.3	24	40	
Cuve tampon	Non	16	26.7	28	46.7	0.06
	Oui	2	3.3	4	23.3	
Traitement de l'eau	Non	2	3.33	18	30	0.01
	Oui	16	26.7	24	40	
Qualité de l'eau	Non	10	16.7	38	63.3	0.003
	Oui	8	13.3	4	6.7	
Dératisation	Eleveur	8	13.3	10	16.7	0.12
	Société Extérieur	10	16.7	32	53.3	
Animaux domestiques	Non	4	6.7	24	40	0.01
	Oui	14	23.3	18	30	
Ténébrions	Oui	2	3.3	16	26.7	0.03
	Non	16	26.7	26	43.3	
Mouches	Non	4	6.7	20	33.3	0.06
	Oui	14	23.3	22	36.7	
Trempage	Non	0	0	10	16.7	0.005
	Oui	18	30	32	53.3	
Utilisation récent d'antibiotiques	<7 jours	16	26.7	26	43.3	0.03
	>7 jours	2	3.3	16	26.7	
Utilisation d'antibiotiques	Absence	18	30	26	43.3	0.0002
	Présence	0	0	16	26.7	

**Annexe 3. Analyse univariée et identification des variables avec une p-value <0.2 (60 élevages de porcins enquêtés et prélevés à la Réunion entre 2017 et 2019)**

Variable	Modalités	BLSE				Chi2 p-value
		Négatifs		Positifs		
		Effectifs	%	Effectifs	%	
Point d'eau à proximité	A= Station d'épuration/autres	24	40	22	36.7	0.115
	R= Rivière	4	6.7	10	16.7	
Enceinte fermée	Non	14	23.3	22	36.7	0.139
	Oui	14	23.3	10	16.7	
Nombre de bâtiments	Plus	10	16.7	24	40	0.00192
	Un	18	30	8	13.3	
Distance d'élevage d'autre espèce	<500 mètres	22	36.7	20	33.3	0.172
	>500 mètres	6	10	12	20	
Production végétale concomitante	Non	14	23.3	22	36.7	0.138
	Oui	14	23.3	10	16.7	
Vent	Les deux	14	23.3	8	13.3	0.0311
	Parallèle	8	13.3	7	11.7	
Zone nue autour du bâtiment	Perpendiculaire	6	10	17	28.3	0.11
	Non	10	16.7	18	30	
Vêtements supplémentaires	Oui	18	30	14	23.3	0.137
	Non	10	16.7	6	10	
Changement de vêtements	Non	14	23.3	4	6.7	0.00128
	Oui	14	23.3	28	46.7	
Changement de chaussures	Non	14	23.4	2	3.3	6.99E-05
	Oui	14	23.3	30	50	
Visite d'autres éleveurs	Non	26	43.3	24	40	0.0555
	Oui	2	3.3	8	13.3	
Gestion de cadavres	Elevage	12	19.9	20	33.33	0.114
	Equarrissage	16	26.7	12	20	
	Autre	10	16.7	6	10	
Eau disponible	Réseau Publique	18	30	26	43.3	0.137
Traitement de l'eau	Non	10	16.7	18	30	0.11
	Oui	18	30	14	23.3	
Dératisation	Eleveur	4	6.7	20	33.3	8.45E-05
	Société Extérieur	24	40	12	20	
Désinsectisation	Non	2	3.3	8	13.3	0.0555
	Oui	26	43.3	24	40	
Utilisation de détergent	Non	2	3.3	6	10	0.177
	Oui	26	43.3	26	43.3	
Nettoyage auges	Non	2	3.3	6	10	0.177
	Oui	26	43.3	26	43.3	
	Non	16	26.7	24	40	0.143

Nettoyage pré-fosses	Oui	12	20	8	13.3	
	Autre	2	3.3	8	13.3	
Eau utilisé pour le nettoyage	Retenue Collinaire	4	6.7	0	0	0.0441
	Eau d'irrigation	8	13.3	0	0	
	Réseau Publique	14	23.3	24	40	
Deuxième désinfection	Non	28	46.7	22	36.7	0.000154
	Oui	0	0	10	16.7	
Administration récent d'antibiotiques	1	10	16.7	24	40	
	2	6	10	4	6.7	0.00591
	3	12	20	4	6.7	

## Annexe 4. Questionnaire résistance aux antibiotiques dans les animaux de rente à la Réunion

1/4/2020

RAM: BLSE-E dans les élevages de rente à La Réunion

### RAM: BLSE-E dans les élevages de rente à La Réunion

Date

yyyy-mm-dd

#### IDENTIFICATION DE L'ELEVAGE

Identification de l'éleveur

\_\_\_\_\_

Telephone

\_\_\_\_\_

Adresse

\_\_\_\_\_

Type de Production

Plusieurs réponses possibles

- |   |                                   |                                      |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Allaitant (viande) | <input type="checkbox"/> Laitier  | <input type="checkbox"/> Pondeuses   |
| <input type="checkbox"/> Poulet de chair    | <input type="checkbox"/> Naisseur | <input type="checkbox"/> Engraisseur |
| <input type="checkbox"/> Autre              |                                   |                                      |

Précisez :

\_\_\_\_\_

#### CONSTITUTION DE L'ELEVAGE

Quelles espèces d'animaux sont présentes dans l'élevage ?

- |                                  |                                    |                                  |
|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Bovins  | <input type="checkbox"/> Ovins     | <input type="checkbox"/> Caprins |
| <input type="checkbox"/> Porcins | <input type="checkbox"/> Volailles | <input type="checkbox"/> Canins  |
| <input type="checkbox"/> Félines | <input type="checkbox"/> Autre     |                                  |

Précisez :

\_\_\_\_\_

Combien Bovins ?

\_\_\_\_\_

Combien Ovins ?

\_\_\_\_\_

Combien Caprins ?

\_\_\_\_\_

Combien Porcins ?

\_\_\_\_\_

Combien Volailles ?

---

Combien Canins ?

---

Combien Félines ?

---

#### Origine des animaux

 Auto Couvoir Naisseur Importés Autre

Précisez :

---

#### Production végétale concomitante ?

 Oui Non

De quelle Nature ?

---

## CARACTÉRISTIQUES DES INSTALLATIONS

#### Nombre de bâtiments dans l'exploitation

 1 2 >2

#### Type de bâtiment Volailles

 Ouvert Fermé

#### Type de bâtiment Bovins

 Extensif Fermé

#### Type de bâtiment Porcins

 Fermé Plein air

#### Ancienneté du bâtiment Porcs

Années

---

#### Ancienneté du bâtiment Volailles

Années

---

#### Ancienneté du bâtiment Bovins

Années

---

#### Accès cimenté aux bâtiments ?

 Oui Non

#### Axes principaux des bâtiments

 Incliné Plat Les deux

**alentours découverts ?**

Oui

Non

**Taille**

Mètres

---

**Il y a des élevages à proximité ?**

Oui

Non

**Avec quelle type de production ?**

Plusieurs réponses possibles :

Volailles

Bovins

Porcins

Ovins

Caprins

Autre

Précisez :

---

**A quelle distance ils se trouvent ?**

Mètres

---

**Il y a des points d'eau à proximité ?**

Oui

Non

**Quelle est sa nature ?**

Rivière

Lac

Station d'épuration

Autre :

Précisez :

---

**A quelle distance ils se situent ?**

Mètres

---

**Présence d'enclos ?**

Oui

Non

Partiellement

**BIOSECURITE****» Bâtiments****Existence d'un sas ?**

Oui

Non

**Séparation du sas en deux parties (propre et sale) ?**

Oui

Non

Présence du pédiluve à l'entrée du bâtiment ?

Oui  Non

Présence d'un lavabo fonctionnel

Eau, savon, serviette

Oui  Non

#### » Tenues

Changement de tenue du personnel à l'entrée du bâtiment ?

Oui  Non

Changement de chaussures du personnel à l'entrée du bâtiment ?

Oui  Non

Propreté des vêtements et chaussures

Bonne  Moyenne  Mauvaise

Vêtements supplémentaires à disposition pour les ouvriers ou visiteurs ?

Oui  Non

#### » Visites

Visites de personnes en contact avec autres élevages ?

Oui  Non

Lesquelles ?

Plusieurs réponses possibles :

Éleveurs  Techniciens  Vétérinaires  
 Autre :

Précisez : \_\_\_\_\_

Fréquence de visites : \_\_\_\_\_

Visites de la Coopérative ?

Oui  Non

Fréquence des visites de la Coopérative

Visites de fournisseurs des intrants ?

Oui  Non

Fréquence des visites des fournisseurs ? \_\_\_\_\_

#### » Intrants

Prêt ou partage de matériel entre exploitations ?

Oui  Non

De quelle nature ?

 Tracteur Lasso Aiguilles Boucles Médicaments Autre

Précisez : \_\_\_\_\_

**» Cadavres**

Comment gérez-vous les cadavres ?

Plusieurs réponses possibles :

 Service d'équarrissage Enterrement dans le terrain Incinération Autre

Précisez : \_\_\_\_\_

Utilisation d'un container avant l'élimination ?

 Oui NonDistance du container par rapport aux installations ?  
\_\_\_\_\_

Comment-stockez vous les cadavres?

 Congelés Non Congelés Les deux Pas de stockage**» Qualité de l'eau**

Quelle est la source d'eau que vous utilisez ?

Plusieurs réponses possibles :

 Réseau Public Eau d'irrigation Retenue de l'eau de pluie Autre

Précisez : \_\_\_\_\_

Présence du récipient pour le stockage d'eau ?

 Oui Non

Effectuez-vous du traitement de l'eau ?

 Oui NonQuel produit utilisez vous ?  
\_\_\_\_\_Avec quelle fréquence vous le faites ?  
\_\_\_\_\_Quelle dose est employée ?  
\_\_\_\_\_

Vérifiez-vous la potabilité de l'eau ?

 Oui Non

Avec quel rythme ? \_\_\_\_\_

## » Désinfection des bâtiments

Quelle(s) endroit(s) nettoyez-vous ?

Plusieurs réponses possibles

Sol

Plafond

Murs

Auges

Avec quelle fréquence vous nettoyez le sol ?

---

Avec quelle fréquence vous nettoyez le plafond ?

---

Avec quelle fréquence vous nettoyez les murs ?

---

Avec quelle fréquence vous nettoyez les auges ?

---

Quel produit utilisez vous ?

---

A quelle concentration ?

---

Le mode d'application est avec :

Plusieurs réponses possibles

Canon à mousse

Pulvérisateur à dos

Autre

Précisez :

---

Réalisez vous un deuxième nettoyage ?

Oui

Non

Désinfectez et débroussailliez-vous les alentours de l'élevage ?

Oui

Non

## » Gestion du type de production

Pratiquez-vous le vide sanitaire ?

Oui

Non

Pendant combien de temps ?

---

Réalisez-vous de la quarantaine aux animaux entrants ?

Oui

Non

Combien de temps ?

---

Où vous la réalisez ?

---

La méthode de tout plein-tout vide est utilisée ?

Oui

Non

Lavages et désinfection faites entre les deux lots ?

Oui

Non

Que Lavage

**CONTROL VECTORIELLE****» Rongeurs**

Il y a des traces ou présence de rongeurs ?

 Oui
  Non

Processus de dératisation mise en place ?

 Oui
  Non

Il est fait par qui ?

*Plusieurs réponses possibles*
 Elevéur
  Société Extérieur
  Autre

Précisez : \_\_\_\_\_

Utilisation des appâts ou pièges ?

 Oui
  Non

Emplacement à :

 Intérieur
  Extérieur
  Les deux
**» Autres Animaux**

Existe-t-il du contact avec les animaux sauvages ?

 Oui
  Non

Accès d'oiseaux sauvages aux bâtiments ?

 Possible
  Absent
**» Insectes**

Présence d'insectes ?

 Oui
  Non

Lesquelles ?

*Plusieurs réponses possibles*
 Ténébrions
  Cafards
  Mouches
  Autre

Précisez : \_\_\_\_\_

Réalisez-vous de désinsectisation ?

 Oui
  Non

Quel produit utilisez-vous ? \_\_\_\_\_

Avec quelle fréquence elle est faite ? \_\_\_\_\_

**GESTION DE DÉCHETS ORGANIQUES**

Qu'est-ce que vous faites avec le lisier/fiente/fumier ?

- Compostage-Engrais     Engrais sans compostage     Pas d'engrais

Comment gérez-vous son élimination ?

---

Utilisez-vous :

Plusieurs réponses possibles

- Pré-fosses     Fosses     Tas  
 Fumière

Avec quelle fréquence les videz-vous (Pré-fosses) ?

---

Nettoyez et désinfectez-vous lors de la vidange (Pré-fosses) ?

- Oui     Non     Que Nettoyage

Combien de temps c'est stocké sur l'exploitation ?

---

A quelle distance épandez-vous l'engrais par rapport au(x) bâtiment(s) ?

---

## UTILISATION DE MÉDICAMENTS

Dernière administration des médicaments ?

Aliment médicamenteux, anthelminthiques, coccidiostatiques, antibiotiques :

- <7 jours     8-15 jours     16-30 jours  
 1-3 mois     4-6 mois

Quelle(s) molécule(s) vous avez utilisé ?

---

Quelle dose vous avez administré ?

Voie d'administration/durée/fréquence

---

Quelle a été la motivation de cette utilisation ?

Plusieurs réponses possibles :

- Prophylactique     Thérapeutique     Facteur de croissance

Photo installations

[Click here to upload file. \(< 5MB\)](#)

Remarques

---

1/4/2020

RAM: BLSE-E dans les élevages de rente à La Réunion

Code(s) de Prélèvement(s)

---

Résultat de laboratoire

---