



Université PARIS SUD



Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort



Université PARIS EST-CRETEIL

MASTER 2^{ème} ANNEE

Santé publique Paris XI et Sciences et santé Paris XII

SPECIALITE

**SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE
DES MALADIES HUMAINES ET ANIMALES**

RAPPORT DE STAGE

ETUDE DE LA FAISABILITE DE LA MISE EN PLACE
D'UN SYSTEME DE SURVEILLANCE SYNDROMIQUE ADAPTE A LA FILIERE EQUINE
VALORISATION DES DONNEES D'EQUARRISSAGE
POUR UN SUIVI QUANTITATIF DE LA MORTALITE EQUINE

Présenté par

Marion BOREY

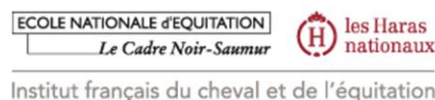
Réalisé sous la direction de : Dr Jackie TAPPREST et Dr Pascal HENDRIKX

Organisme : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), Laboratoire de pathologie équine de Dozulé, France

Période du stage : Janvier à juin 2013

Date de soutenance : Jeudi 27 juin 2013

Année universitaire 2012-2013



Institut français du cheval et de l'équitation



RESUME

La surveillance syndromique est un concept récent en épidémiologie. Fondé sur le suivi automatisé d'indicateurs de santé non spécifiques, cette nouvelle approche offre des perspectives intéressantes pour la détection de phénomènes pathologiques émergents. Un observatoire de la mortalité des bovins a récemment été développé en France (OMAR) dans un objectif de surveillance épidémiologique. Cet observatoire, qui se fonde sur la valorisation des données très complètes de deux bases (la BDNI et les données EDI-SPAN relatives aux bovins) paraît très prometteur. L'objectif de ce travail était de déterminer la faisabilité de la mise en place d'un observatoire quantitatif de la mortalité en filière équine à partir des données d'équarrissage relatives aux équidés, enregistrées dans la base de données EDI-SPAN de SIGAL que la DGAL met à disposition de l'Anses pour exploitation. Ces données sont collectées et transmises en routine par voie informatisée par les différentes sociétés d'équarrissage vers l'EDI-SPAN depuis 2006.

Une étape préliminaire de description de la qualité de cette base de données a été nécessaire. L'évaluation de cette qualité a été notamment rendue possible grâce aux données complémentaires relatives aux équidés dont le SIRE a connaissance. A partir de ces deux sources d'informations (EDI-SPAN et SIRE), il a été possible de proposer des méthodes de correction des données disponibles, ainsi que des méthodes de description et modélisation de la mortalité des équidés. Les résultats de ce travail ont montré qu'il était possible d'améliorer la robustesse et la finesse des données d'EDI-SPAN relatives aux équidés en sollicitant les agents de collecte des cadavres des différentes sociétés d'équarrissage à poursuivre leur effort de prise d'identifiants des équidés lors de l'enlèvement. Dans l'attente des bénéfices qu'apporterait cette participation, les données actuellement collectées sont déjà valorisables. Elles ont permis d'identifier une saisonnalité de base au sein de la dynamique de la mortalité des équidés, ainsi que de ponctuels excès de mortalité au sein de l'historique à disposition. La connaissance de la mortalité équine à l'échelle individuelle, via les données de l'EDI-SPAN, peut également permettre au SIRE d'actualiser la liste des chevaux vivants. Ce dernier élément est fondamental dans la mesure où une meilleure connaissance de la population équine vivante ouvrirait de nouvelles possibilités pour toutes les personnes qui dépendent de ces informations. Parmi ces possibilités figure notamment l'amélioration de la méthode de modélisation proposée dans cette étude. Ainsi la mise en place d'un dispositif de surveillance quantitative de la mortalité des équidés, même s'il n'est pas immédiatement optimal, est non seulement faisable mais souhaitable.

Finalement, en cas d'apparition d'un phénomène sanitaire grave au sein de la filière équine, il est tout à fait possible que ce dispositif ne soit pas le premier à détecter la survenue d'anomalie. Dans une situation où l'alerte serait initiée par un vétérinaire sanitaire ou par un dispositif de surveillance spécifique, ce dispositif de surveillance syndromique permettrait malgré tout d'orienter les investigations à entreprendre lors d'une telle situation. Enfin, cette consolidation de la surveillance événementielle de la santé des équidés est également envisagée via la perspective du développement d'un réseau national de surveillance des causes de mortalité chez les équidés.

MOTS CLES :

Epidémiosurveillance, Surveillance syndromique, Mortalité, Equidés, Modélisation, Equarrissage, Identification.

Remerciements

Mes sincères remerciements à toutes les personnes,

Qui de près ou de loin m'ont apporté leur aide :

Carole Sala, Eric Morignat,

Xavier Dornier,

Pascal Hendrikx, Jackie Tapprest, Jean-Philippe Amat,

Mes parents.

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	4
LISTE DES FIGURES	6
LISTE DES TABLEAUX	7
LISTE DES ANNEXES.....	8
LISTE DES ABREVIATIONS.....	9
INTRODUCTION-CONTEXTE	10
1.1 Projet OMAR : Observatoire de la mortalité des animaux de rente.....	10
1.2 Spécificité de la filière équine	10
1.3 Objectif et déroulement de l'étude	12
2 SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	13
2.1 La surveillance syndromique.....	13
2.1.1 Définition du syndrome	13
2.1.2 Définition de la surveillance syndromique et historique de la mise en place de dispositifs de surveillance syndromique	13
2.1.3 Objectifs des dispositifs de surveillance syndromique	14
2.1.4 Méthodologie de la détection d'anomalies	15
2.1.5 Influence du type d'indicateur employé	16
2.1.6 Conclusion.....	16
2.2 Causes de mortalité chez les équidés	17
2.2.1 Principales causes de mortalité des équidés adultes	17
2.2.2 Principales causes de mortalité chez le poulain	18
2.2.3 Principales causes d'avortement	18
2.3 Exemples de maladies susceptibles d'être détectées via un dispositif de surveillance de la mortalité.....	19
2.4 Observatoire des causes de mortalité chez les équidés	19
2.5 Démographie de la filière équine.....	19
3 MATERIEL ET METHODES.....	22
3.1 Description et évaluation de la qualité de la base de données EDI-SPAN.....	22
3.1.1 Données disponibles	22
3.1.2 Méthodes d'évaluation de la qualité des données de la base EDI-SPAN	23
3.1.2.1 Nombre d'équidés équarris	23
3.1.2.2 Date de mort des animaux.....	23
3.1.2.3 Localisation géographique	24
3.1.2.4 Identification des équidés.....	24
3.1.2.5 Nombre d'équidés à l'échelle de la catégorie d'équidés à partir du fichier « tournées ».....	24
3.1.2.6 Nombre d'équidés à l'échelle de la catégorie d'équidés au sein du fichier « appels »	25

3.2	Proposition d'améliorations de la base de données EDI-SPAN grâce aux données complémentaires issues de la base de données SIRE.....	25
3.2.1	Données complémentaires disponibles.....	25
3.2.2	Méthode d'estimation de la fiabilité de la base de données EDI-SPAN et propositions de correction .	25
3.2.2.1	Vérification et propositions de correction des données de catégorisation sur critère racial	25
3.2.2.2	Vérification et correction de la catégorisation sur critère d'âge	27
3.3	Description de la mortalité des équidés	27
3.3.1	Données utilisées	27
3.3.2	Méthodes utilisées : Courbes de survie, Courbe de mortalité et Modélisation	28
4	RESULTATS	29
4.1	Evaluation de la fiabilité de la base de données EDI-SPAN	29
4.1.1	Nombre de chevaux équarris.....	29
4.1.2	Localisation départementale	29
4.1.3	Date de la mort	29
4.1.4	Identification des équidés.....	31
4.1.5	Evaluation du biais de mesure affectant le nombre d'équidés par catégorie d'équidés (fichier « tournées »).....	32
4.1.6	Evaluation de l'exactitude du nombre d'équidés par catégorie d'équidés (fichier « appels »)	33
4.2	Proposition d'améliorations de la base de données EDI-SPAN à partir de données complémentaires issues de la base de données SIRE.....	35
4.2.1	Vérification et correction de la catégorisation sur critère racial	35
4.2.2	Vérification et correction de la catégorisation sur critère d'âge	36
4.3	Description de la mortalité des équidés	37
4.3.1	Description à l'aide d'histogrammes et de courbes de survie.....	37
4.3.2	Description de la dynamique temporelle de la mortalité.....	41
5	DISCUSSION.....	46
5.1	Evaluation de la qualité de la base de données EDI-SPAN et limites des corrections proposées	46
5.2	Intérêts et limites de la description de la mortalité des équidés	47
5.3	Avantages et limites de la modélisation utilisée.....	48
5.4	Proposition d'autres valorisations des fichiers de l'EDI-SPAN relatifs aux équidés	48
6	Conclusion.....	50
	BIBLIOGRAPHIE	51
	ANNEXES	54

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Représentation schématique des différents usages du terme « syndrome ».....	13
Figure 2 : Nombre d'élevages d'équidés par département en France en 2012.	20
Figure 3 : Répartition hebdomadaire (en %) des demandes d'enlèvement par société d'équarrissage	30
Figure 4 : Mortalité équine journalière observée sur l'ensemble du territoire national	31
Figure 5 : Distribution des identifiants d'équidés équarris disponibles en France par département en 2012	31
Figure 6 : Diagramme du nombre de chevaux de selle morts, tous sexes confondus, par âge	37
Figure 7 : Diagramme du nombre de juments de selle mortes, par âge	38
Figure 8 : Diagramme du nombre de chevaux de selle mâles morts par âge	38
Figure 9 : Diagramme du nombre de chevaux de selle mâles d'au moins 5 ans morts, par âge.....	39
Figure 10 : Diagramme du nombre d'Hongres de selle morts par âge	39
Figure 11 : Analyse de survie des femelles par catégorie d'équidés	40
Figure 12 : Analyse de survie des mâles par catégorie d'équidés	40
Figure 13 : Analyse de survie des hongres par catégorie d'équidés.....	41
Figure 14 : Mortalité équine hebdomadaire observable au niveau national par catégorie.....	42
Figure 15 : Modélisation de la mortalité hebdomadaire nationale des poulains et mort-nés.....	43
Figure 16 : Mortalité hebdomadaire des mort-nés au sein des trois départements Bas-Normands.....	43
Figure 17 : Description de la mortalité hebdomadaire équine nationale.	44
Figure 18 : Description de la mortalité hebdomadaire au sein de différents regroupements régionaux.....	44
Figure 19 : Diagramme du nombre de chevaux de trait morts par âge	66
Figure 20 : Diagramme du nombre des juments et pouliches de trait mortes par âge	66
Figure 21 : Diagramme du nombre de chevaux de trait mâles morts par âge	66
Figure 22 : Diagramme du nombre de chevaux de trait hongres morts par âge	67
Figure 23 : Diagramme du nombre de poneys mort par âge, tous sexes confondus	68
Figure 24 : Diagramme du nombre de ponettes mortes par âge	68
Figure 25 : Diagramme du nombre de poneys mâles morts par âge	69
Figure 26 : Diagramme du nombre de poneys hongre morts par âge	69
Figure 27 : Diagramme du nombre d'ânes morts par âge, tous sexes confondus	70
Figure 28 : Diagramme du nombre d'ânesse mortes par âge	70
Figure 29 : Diagramme du nombre d'ânes mâles morts par âge	71
Figure 30 : Diagramme du nombre d'ânes hongres morts par âge	71

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Description des principaux champs disponibles au sein du fichier des appels.....	22
Tableau 2 : Description des principaux champs disponibles au sein du fichier des tournées.....	23
Tableau 3 : Notification du nombre d'enlèvements par visite au sein du fichier des tournées	29
Tableau 4 : Distribution des délais de passage des visites.....	29
Tableau 5 : Ratios départementaux du nombre estimé de chevaux de selle équarris en 2011 et catégorisés en tant que « cheval croisé » ou « cheval adulte », par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que « cheval de selle ».....	32
Tableau 6 : Ratios départementaux du nombre estimé de chevaux de selle équarris en 2012 et catégorisés en tant que «cheval croisé» ou «cheval adulte» par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que «cheval de selle».....	32
Tableau 7 : Fiabilité de la catégorisation au sein du fichier des appels	34
Tableau 8 : Fiabilité de la catégorisation au sein du fichier des appels (biais de mesure écarté)	34
Tableau 9 : Estimation des indicateurs de l'exactitude des catégorisations	35
Tableau 10 : Evolution nationale annuelle de la mortalité mensuelle des chevaux de selle	72
Tableau 11 : Evolution nationale annuelle de la mortalité mensuelle des poneys	72
Tableau 12 : Evolution nationale annuelle de la mortalité mensuelle des chevaux de traits	72
Tableau 13 : Evolution nationale annuelle de la mortalité mensuelle des Ânes.....	73
Tableau 14 : Evolution nationale annuelle de la mortalité mensuelle des poulains	73

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Traduction des définitions des systèmes de surveillance syndromique (Buehler et al., 2004).....	54
Annexe 2 : Traduction des définitions des systèmes de surveillance syndromique (Hoinville et al., 2009)	54
Annexe 3 : Traduction des définitions des systèmes de surveillance syndromique (TripleS, project 2011).....	54
Annexe 4 : Liste de l'attribution de la catégorie correspondante réelle	55
Annexe 5 : Liste des 35 départements au sein desquels le biais de mesure du nombre de chevaux de selle équarris est à prendre en considération.....	56
Annexe 6 : Courbe de la mortalité hebdomadaire des chevaux de selle perceptible au sein des départements retenus	56
Annexe 7 : Ratios départementaux du nombre estimé de chevaux de trait équarris en 2011 et catégorisés en tant que « cheval croisé » ou «cheval adulte», par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que «cheval de trait».	57
Annexe 8 : Ratios départementaux du nombre estimé de chevaux de trait équarris en 2012 et catégorisés en tant que « cheval croisé » ou « cheval adulte » par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que «cheval de trait».	57
Annexe 9 : Liste des 31 départements au sein desquels le biais de mesure du nombre de chevaux de trait équarris est à prendre en considération.....	57
Annexe 10 : Courbe de la mortalité hebdomadaire des chevaux de trait perceptible au sein des départements retenus.....	57
Annexe 11 : Ratios départementaux du nombre estimé de poneys équarris en 2011 et catégorisés en tant que « cheval croisé », par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que « poneys ».	58
Annexe 12 : Ratios départementaux du nombre estimé de poneys équarris en 2012 et catégorisés en tant que « cheval croisé » par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que « poneys ».	58
Annexe 13 : Liste des 26 départements au sein desquels le biais de mesure du nombre de poneys équarris est à prendre en considération	59
Annexe 14 : Courbe de la mortalité hebdomadaire des poneys perceptible au sein des départements retenus.....	59
Annexe 15 : Ratios départementaux du nombre estimé d'ânes équarris en 2011 et catégorisés en tant que « cheval croisé » par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que « âne ».	60
Annexe 16 : Ratios départementaux du nombre estimé d'ânes équarris en 2012 et catégorisés en tant que « cheval croisé » par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant qu' « âne ».	60
Annexe 17 : Liste des 26 départements au sein desquels le biais de mesure du nombre d'ânes équarris est à prendre en considération	60
Annexe 18 : Classement des départements du territoire national.....	61
Annexe 19 : Classement des départements du territoire national.....	62
Annexe 20 : Classement des départements du territoire national.....	63
Annexe 21 : Classement des départements du territoire national.....	64
Annexe 22 : Méthode d'estimation de la variance nationale annuelle des paramètres Se et Sp de la catégorisation pour chaque catégorie d'équidé.....	65
Annexe 23 : Description de l'âge de la mort chez les chevaux de trait	66
Annexe 24 : Description de l'âge de la mort chez poneys	68
Annexe 25 : Description de l'âge de la mort chez les ânes.....	70
Annexe 26 : Description quantitative de l'évolution annuelle de la mortalité mensuelle par catégorie d'équidés.....	72

LISTE DES ABREVIATIONS

AIC : critère d'Akaike
AIE : Anémie infectieuse des équidés
ATM : Animaux trouvés morts
AVE : Artérite virale des équine
ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AQPS : Autre que pur-sang (race)
BDNI : Base de données nationale d'identification bovine
BOSSS : Bovine syndromic surveillance system
CDC : Disease Control and Prevention
DD(CS)PP : Direction départementale (de la cohésion sociale et) de la protection des populations
DGAL : Direction générale de l'alimentation
DSS : Dispositifs de surveillance syndromique
EDE : Etablissement départemental de l'élevage
EDI-SPAN : Système d'échange informatisé sur les sous-produits-animaux
FFE : Fédération Française d'équitation
GLM : Modèle linéaire généralisé
IC95 : Intervalle de confiance à 95%
IFCE : Institut français du cheval et de l'équitation
INRA : Institut National de Recherche en Agronomie
ISVEE : International Symposia on Veterinary Epidemiology and Economics
OIE : Organisation mondiale de la santé animale (*anciennement Office international des épizooties*)
OMAR : Observatoire de la Mortalité des Animaux de Rente
ONC : Origine non constaté
PS : Pur-sang (race)
SECF : Société d'encouragement à l'élevage du cheval français
Se : Sensibilité
SF : Selle français (race)
SIFCO : Syndicat national des entreprises de sous-produits animaux
SIGAL : Système d'information généralisée de la DGAL
SIRE : Système d'information relatif aux équidés
Sp : Spécificité
SPE : Service public d'équarrissage
TF : Trotteur français (race)
TMs : Taux de mortalité standardisé
TRACES : Trade Control and Expert System
VPN : Valeur prédictive négative
VPP : Valeur prédictive positive
VS : Vétérinaire sanitaire

INTRODUCTION-CONTEXTE

1.1 Projet OMAR : Observatoire de la mortalité des animaux de rente

Récemment, Jean-Baptiste Perrin, Inspecteur de la santé publique vétérinaire a été l'acteur principal de la mise en place du projet OMAR (Observatoire de la Mortalité des Animaux de Rente) au travers de son travail de thèse d'université intitulée « Modélisation de la mortalité bovine dans un objectif de surveillance épidémiologique » (Perrin et al, 2013). Ce travail est le fruit d'une collaboration entre la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL), l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses Lyon) et l'Institut National de Recherche en Agronomie (INRA Theix). L'objet du travail de thèse était la mise en place d'un suivi en temps réel de la mortalité bovine, pour disposer d'un système de surveillance capable de détecter l'apparition de foyers infectieux ou d'autres phénomènes de santé, à partir de l'exploitation de deux Bases de données, à savoir la Base de Données Nationale d'Identification bovine (BDNI) et le système d'échange de données informatisées sur les sous-produits-animaux (EDI-SPAN) de SIGAL (Système d'information généralisée de la DGAL, qui pour la partie santé animale, répertorie les exploitations et leurs ateliers de production). La BDNI centralise depuis l'année 2000 les données relatives aux données individuelles et aux mouvements (naissances, importations, achats, ventes, et morts) de l'intégralité des bovins du territoire français. L'EDI-SPAN, mis en place en avril 2006, grâce à un travail entre le Syndicat national des entreprises de sous-produits animaux (SIFCO) et la DGAL, reçoit les notifications d'activité des équarisseurs : enlèvements et appels pour demande d'enlèvement d'animaux trouvés morts (Bonjour et al, 2010). Cette thèse a atteint plusieurs objectifs. Tout d'abord, elle a permis au niveau national la définition des valeurs de référence de la mortalité bovine par catégorie d'âge et par type de production. Elle a également permis de décrire l'évolution de cette mortalité entre 2003 et 2009, en considérant différents indicateurs (mortalité hebdomadaire brute des bovins, taux de mortalité standardisé, et risque de mortalité par catégorie d'âge) et différents facteurs explicatifs (âge, sexe, type de production, etc...). Elle a également enquêté certains phénomènes de santé susceptibles a priori de générer des écarts à ce niveau de référence. Enfin elle a permis d'évaluer les performances de détection de foyers de maladies infectieuses d'un observatoire de la mortalité bovine, au sein de différents regroupements d'unités spatiales. Parmi les résultats de cette étude, figure notamment la description rétrospective de l'épizootie de FCO, qui s'est propagée en France entre 2007 et 2008, réalisée grâce à une modélisation de la mortalité bovine et une comparaison des taux standardisés de mortalité (Perrin et al, 2011).

Les données collectées depuis plusieurs années en filière bovine permettent d'avoir une connaissance précise de la population bovine française et de sa répartition géographique. Elles permettent de définir le niveau de référence de la mortalité bovine avec un historique suffisant pour envisager la mise en place d'un observatoire de cette mortalité, dans un objectif de surveillance épidémiologique. En filière équine, des données similaires n'ont pas été collectées ou seulement partiellement jusqu'à ce jour. Ceci est dû au moins en partie aux spécificités de cette filière.

1.2 Spécificité de la filière équine

On estime entre 900 000 et 1 000 000 le nombre d'équidés vivants en France, et à 2% la croissance annuelle moyenne de cet effectif (Dornier, 2012). L'utilisation d'un équidé évolue souvent au cours de sa carrière, et son utilisation finale est bien souvent non prédéterminée. Les équidés peuvent être des animaux de rente, de sport, de course, de loisirs ou de compagnie. Les détenteurs d'équidés sont donc très divers : il peut s'agir de professionnels de différents types (éleveurs, producteurs de viande, producteurs de lait, entraîneurs de trot, entraîneurs de galop, entraîneurs d'obstacles, entraîneurs de chevaux de sport, entraîneurs de spectacle, gérants de centre équestre, etc...) ou bien d'amateurs. Au final, ce sont ces différentes catégories de détenteurs qui organisent la filière équine, et il est possible de constater une absence de coordination entre les différentes organisations : France Galop, FFE (Fédération Française d'Equitation), associations de chevaux de trait, d'ânes, SECF (Société d'Encouragement du Cheval Français), France-Agrimer (établissement national des produits de l'agriculture et de la mer), etc ... Le seul

organisme central qui concerne l'ensemble des différents types de détenteurs est l'IFCE (Institut Français du Cheval et de l'Équitation) par le biais de l'identification des équidés et de leur inscription au sein des différents Stud-Books (livres généalogiques). L'identification par établissement d'un signalement est en effet devenue obligatoire pour tous les équidés depuis janvier 2003, tandis que la pose complémentaire d'un transpondeur avant le sevrage ou le 31 décembre de l'année de naissance, l'est devenue en janvier 2008. Par ailleurs, les chevaux nés à l'étranger doivent faire l'objet d'un signalement et de la pose d'un transpondeur dans les 8 jours suivant leur arrivée sur le territoire national. Le SIRE (Système d'Informations Relatif aux Equidés) hébergé par l'IFCE est la base nationale unique d'identification des équidés. Au vu de l'évolution des démarches d'identification généralisée, il semble que l'identification et la pose de transpondeur généralisées, étaient à peu près finalisées en 2010 (rapport d'activité de l'IFCE 2010). Ainsi, on peut dire que depuis 2010, on connaît beaucoup mieux la population d'équidés en France, puisqu'elle est maintenant presque totalement identifiée. Cependant, cette nouvelle réglementation est inégalement respectée par les détenteurs d'équidés, en particulier par les amateurs, et le SIRE estime à environ 31 000 (environ 3% de la population d'équidés vivants) le nombre d'équidés ONC (Origine Non Constatée) qui échappent à cette identification.

Par ailleurs, la localisation des équidés n'est pas enregistrée. Ainsi, cette localisation n'est connue qu'au travers de données collectées par l'observatoire économique de l'IFCE et exclusivement issues des structures professionnelles. Ainsi, la localisation approximative des équidés hébergés dans des structures professionnelles (environ 70% des équidés) est connue, mais celle des chevaux hébergés chez des amateurs (environ 30% des équidés) est totalement ignorée. Or, il existe une grande hétérogénéité géographique des différentes activités et/ou catégories d'équidés. Par exemple, l'élevage est concentré essentiellement au sein du bassin grand ouest (Basse Normandie, Bretagne, et Pays de Loire), de nombreux centres d'entraînement pour les courses et centres équestres sont présents en Ile de France, Picardie, dans le Nord-Pas de Calais et en Haute-Normandie, les chevaux de trait et les ânes sont localisés essentiellement en Aquitaine, dans les Pyrénées, et en Auvergne. De leur vivant, tous ces chevaux peuvent être amenés à effectuer de nombreux déplacements à l'occasion de saillie, de concours, ou de courses, en France comme à l'étranger. Ces déplacements rapides et nombreux, indispensables au bon fonctionnement de la filière équine, ne sont cependant pas suivis, et leur réglementation pénaliserait sans doute l'économie de la filière. Ainsi, la localisation des équidés est mal connue, et leurs mouvements ne sont pas tracés.

La fin de vie d'un équidé peut être consécutive à une mort naturelle, à une euthanasie, ou à une réforme à l'abattoir. Cependant, depuis juillet 2009, l'état ne finance plus l'équarrissage, ce qui s'est traduit par la tarification de ce service au propriétaire. Ceci a probablement pour conséquence qu'une partie des carcasses d'équidés est enfouie. Par ailleurs, lors de la mort d'un équidé, la réglementation impose le renvoi du livret signalétique de l'animal à l'IFCE (article D212-53 du code rural). Cependant, il y a en réalité un retour très faible et ce système de remontée d'informations n'est pas du tout fiable. Ainsi, la base SIRE permet une connaissance de la totalité des équidés identifiés sur le territoire national mais ne permet pas une connaissance précise de la population d'équidés vivants (qui est estimée), et encore moins une actualisation continue de cette population d'équidés vivants.

En conclusion, aucune base de données comparable à la BDNI n'existe au sein de la filière équine. Toutefois, les nouvelles réglementations améliorent l'état des connaissances du SIRE même si l'effectif de la population équine vivante n'est pas encore connu de façon exhaustive. D'autre part, l'EDI-SPAN de SIGAL enregistre pour les équidés tout comme pour les bovins des données transmises par les équarrisseurs et représente ainsi une base de données incontournable à explorer pour une étude de faisabilité du suivi de la mortalité équine.

1.3 Objectif et déroulement de l'étude

L'objectif de cette étude est de déterminer la faisabilité de la mise en place d'un dispositif de surveillance syndromique (DSS) particulier à savoir un observatoire quantitatif de la mortalité des équidés à partir des données d'enlèvement notifiées au sein de l'EDI-SPAN. La première partie de ce travail correspond à une double synthèse bibliographique comprenant une partie relative à la surveillance syndromique et une partie consacrée aux causes de mortalité des équidés. La deuxième partie de ce travail correspond à l'étude de faisabilité et se décompose en trois étapes. En premier lieu, une description de la base de données EDI-SPAN relative aux équidés permet d'évaluer la qualité des données enregistrées. Dans un deuxième temps, il s'agit de proposer des améliorations de cette base de données grâce aux données complémentaires issues de la base de données SIRE. Enfin, il s'agit de décrire et de modéliser la mortalité des équidés.

2 SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Cette recherche bibliographique présente dans un premier temps le concept de surveillance syndromique et notamment les dispositifs de surveillance basés sur la mortalité, un indicateur primordial de santé. Dans un second temps, il s'agit d'une étude des causes de mortalité des équidés, préalable indispensable à une étude de faisabilité d'un observatoire quantitatif de cette mortalité.

2.1 La surveillance syndromique

2.1.1 Définition du syndrome

Au niveau médical, le **syndrome** est défini comme : « un ensemble de signes, de symptômes [...] d'apparence a priori disparate mais pouvant être considérés comme constituant une entité

- soit en raison d'une uniformité dans l'association des signes et symptômes considérés comme fondamentaux - donc de ce fait reconnaissables- et ce en dépit d'une origine obscure,
- soit en raison d'une uniformité dans la pathogénie traduisant l'atteinte d'un organe ou d'un système bien défini, bien que relevant de causes diverses » (Manuila et al., 1972).

Finalement, le terme syndrome est employé de manière très large, pour décrire un tableau ou une entité clinique pouvant avoir une ou plusieurs étiologies, identifiées ou non (figure 1).

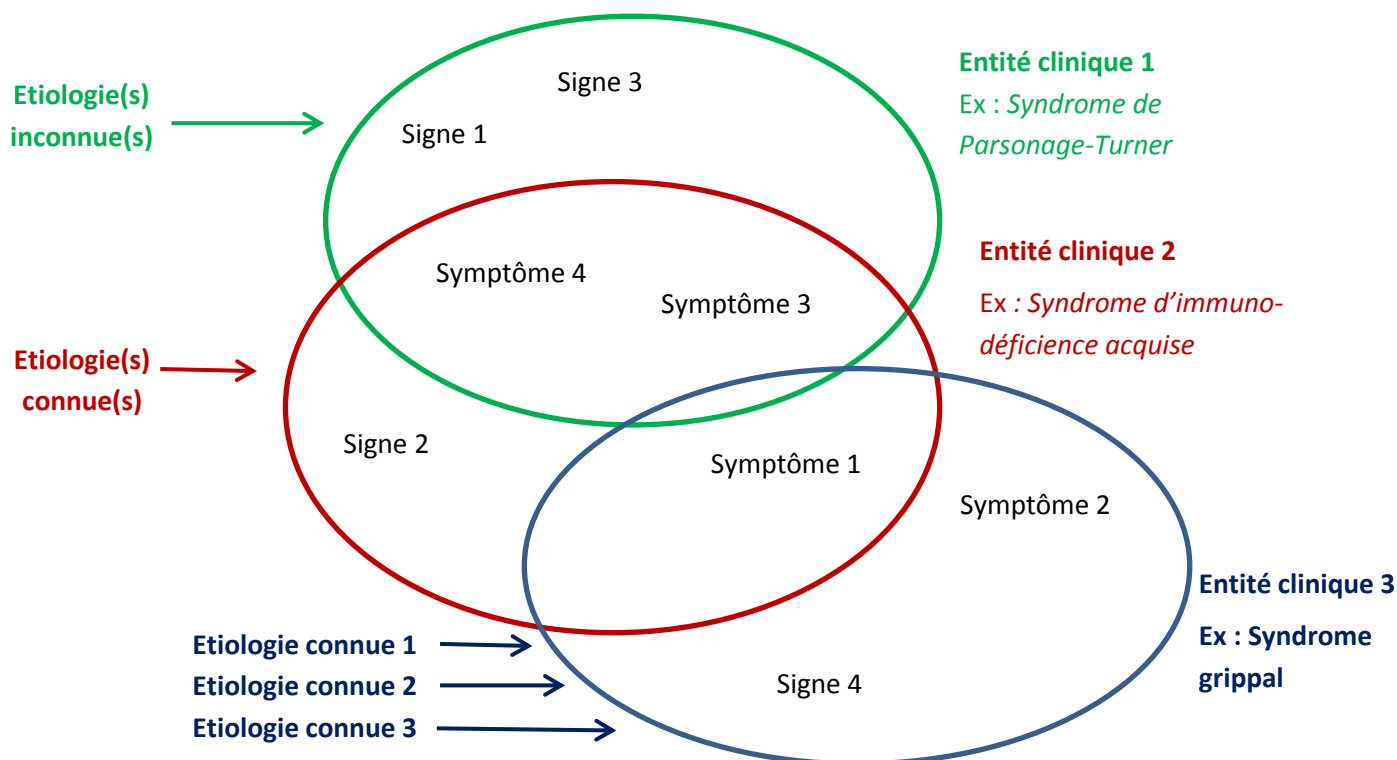


Figure 1 : Représentation schématique des différents usages du terme « syndrome ».

2.1.2 Définition de la surveillance syndromique et historique de la mise en place de dispositifs de surveillance syndromique

Le concept de surveillance syndromique a été développé à partir de 2001 par des équipes américaines qui recherchaient un moyen de détecter le plus précocement possible les effets d'une éventuelle attaque bio-terroriste (Lazarus et al., 2001). Le premier dispositif proposé se basait sur la surveillance des syndromes respiratoires observés chez les patients en consultation aux urgences, d'où l'origine du terme « surveillance syndromique ». Depuis, ce

concept a évolué et le Center for Disease Control and Prevention (CDC) a proposé en 2004 la définition suivante (Buehler et al., 2004a):

“ An investigational approach where health department staff, assisted by automated data acquisition and generation of statistical alerts, monitor disease indicators in real-time or near real-time to detect outbreaks of disease earlier than would otherwise be possible with traditional public health methods that rely on specific diagnosis”. (Cf. traduction en Annexe 1)

Selon cette définition, les dispositifs de surveillance syndromique (DSS) ont pour objectif de détecter précocement des foyers d'évènements sanitaires par l'intermédiaire d'une automatisation de la collecte et de l'analyse en continue d'«indicateurs de maladie» peu ou non spécifiques.

Des groupes de réflexion réunis au cours du symposium international sur l'épidémiologie et l'économie vétérinaire (International Symposia on Veterinary Epidemiology and Economics, ISVEE) en 2009 ont proposé une définition alternative (Hoinville et al., 2009):

“Surveillance that uses health-related data (clinical signs or indirect indicators) that precede formal diagnosis and indicate sufficient probability of a change in the health of the population to warrant further investigation ”. (Cf. traduction en Annexe 2)

Selon cette définition, la surveillance syndromique se base sur des données sanitaires (signes cliniques ou indicateurs indirects) qui précèdent le diagnostic formel et révèlent un changement de l'état de santé d'une population suffisamment probable pour justifier des investigations complémentaires.

Finalement, le groupe de travail européen Triple-S (cf. paragraphe 3.1), réunissant épidémiologistes de santé animale et humaine, a proposé en 2011 une définition très détaillée de la surveillance syndromique (TripleS project, 2011):

“Syndromic Surveillance is the real-time (or near real-time) collection, analysis, interpretation and dissemination of health-related data to enable the early identification of the impact (or absence of impact) of potential human or veterinary public-health threats which require effective public health action. Syndromic surveillance is based not on the laboratory confirmed diagnosis of a disease but on non-specific health indicators including clinical signs, symptoms as well as proxy measures (e.g. absenteeism, drug sales, animal production collapse) that constitute a provisional diagnosis (or “syndrome”). The data are usually collected for purposes other than surveillance and, where possible, are automatically generated so as not to impose an additional burden on the data providers. This surveillance tends to be no specific yet sensitive and rapid, and can augment and complement the information provided by traditional test based surveillance systems.” (Cf. traduction en Annexe 3)

Cette dernière définition reprend des éléments des définitions élaborées antérieurement : collecte et analyse des données en temps quasi réel, usage d'indicateurs non spécifiques, automatisation de la collecte, données souvent déjà collectées à d'autres fins, détection de dangers et évaluation de l'impact. Elle propose un élargissement du terme « syndrome » qui serait utilisé pour qualifier tous les indicateurs de santé utilisés par les DSS. Enfin, elle introduit la notion de complémentarité entre la surveillance syndromique et la surveillance spécifique.

Aucune de ces définitions ne fait cependant consensus au sein de la communauté scientifique sans doute en raison du caractère récent de ce type d'approche.

2.1.3 Objectifs des dispositifs de surveillance syndromique

La plupart des DSS ont été envisagés pour détecter rapidement des phénomènes nouveaux, inattendus (attaques bio-terroristes, émergences de maladies, catastrophes naturelles, etc...). Les premiers DSS européens ont à l'origine été conçus pour détecter précocement l'impact des vagues de chaleur potentiellement néfastes pour la santé humaine. Depuis, la plupart des projets de surveillance syndromique sont plutôt envisagés pour détecter des foyers de maladie infectieuse, comme par exemple le dispositif Sursaud[®], qui surveille le démarrage des vagues

d'épidémie de gripes saisonnières humaines à partir de données relatives aux diagnostics ou suspicions de gripes issues des services d'urgence hospitalier, du réseau OSCOUR, des associations d'urgentistes regroupées sous « SOS médecin », de la mortalité observée à l'Insee, et à partir des certificats électroniques de décès (Josseran et al., 2006). Dans certains cas, une aide en réponse à la fourniture d'informations stimule la contribution des acteurs à la fourniture de données. Par exemple, le système australien BOSSS (Bovine syndromic surveillance system) collecte des données sur les signes cliniques observés par les éleveurs dans leur troupeau via un service d'aide au diagnostic en ligne (Shepard, 2006). Un système similaire a été mis en place au Danemark, où les motifs d'appel à une ligne téléphonique d'assistance au diagnostic (destinée aux éleveurs et aux vétérinaires) sont collectés et analysés (Bartels et al, 2006). Toutes ces détections nécessitent de parvenir à détecter une anomalie d'origine sanitaire parmi des données créées dans un but qui, lui, n'est pas nécessairement sanitaire.

Les données collectées par les DSS peuvent permettre d'évaluer l'impact de phénomènes de santé de manière rétrospective ou en temps réel : les DSS mis en place par certaines agences sanitaires britanniques ont par exemple permis de contrôler l'état de santé de la population de l'île lors du passage du nuage de cendres du volcan islandais Eyjafjöll en 2009 (Elliot et al., 2010) : le suivi des motifs d'appels au National Health Service direct (une ligne téléphonique où les patients peuvent entrer en contact avec une infirmière pour recevoir des conseils médicaux) et des motifs de consultation chez des médecins généralistes ont permis de démontrer que cet incident n'était pas accompagné d'une augmentation inhabituelle de symptômes ou syndromes cliniques particuliers (ex. conjonctivite, asthme, infection respiratoire, etc...).

La surveillance syndromique semble d'ailleurs plus pertinente pour vérifier l'absence d'impact d'un phénomène. Elle peut fournir des éléments de communication aux pouvoirs publics pour rassurer les populations, ou au contraire confirmer la nécessité d'agir pour la mise en place de mesures de prévention et de contrôle adaptées.

La surveillance syndromique vétérinaire peut permettre de détecter dans la population animale la présence d'agents pathogènes qui sont susceptibles d'infecter l'Homme, sous réserve que l'infection chez l'animal ne soit pas asymptomatique. Sur 175 pathogènes considérés comme émergents chez l'Homme, 75% sont zoonotiques (Taylor et al., 2001), comme par exemple l'influenza A(H1N1) pandémique, le virus de l'immunodéficience humaine (VIH), le virus West Nile, le SRAS, le virus Monkeypox, l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB), la fièvre de la vallée du Rift, ect. (Gubernot et al, 2008). Ces zoonoses émergentes peuvent être transmises à l'Homme via les populations sauvages ou domestiques et peuvent selon les cas être suivies d'une transmission interhumaine (Kahn et al, 2009). L'épidémiologie de la maladie de West Nile devrait constituer un bon exemple pour illustrer l'intérêt des synergies entre les dispositifs de surveillance syndromique de santé humaine et animale, pour améliorer la détection des foyers de maladies zoonotiques. En effet, les premiers signaux de la présence de la maladie dans un environnement donné sont une augmentation de la mortalité des oiseaux et des syndromes neurologiques chez les chevaux (Leblond, 2010).

2.1.4 Méthodologie de la détection d'anomalies

La détection en temps réel d'anomalies fait face à des problématiques statistiques spécifiques (Farrington and Andrews, 2004) telles que la prise en compte des **délais de notification** (dont la moyenne et la variance influencent respectivement la réactivité et la sensibilité de la détection) et des **données aberrantes** (la transmission en temps réel limite les possibilités de consolidation des données), la modélisation des fluctuations ordinaires de l'indicateur (niveau de référence) et la détermination des seuils d'alerte.

De nombreux algorithmes de détection d'anomalies sont utilisés en épidémiologie. Dans tous les cas, ils évaluent l'écart entre la situation observée (taux ou nombre) et la situation attendue, en se basant sur l'historique (Buckeridge et al. 2008). Il existe des approches temporelles, des approches spatiales et des approches spatio-temporelles. Nous n'aborderons ici que les approches temporelles.

Les algorithmes de détection sur série temporelle doivent préalablement être calibrés sur une période historique prise comme référence. Cette période historique peut être utilisée en entier ou en partie, en l'état ou après certaines modifications, et ce afin d'établir des prédictions sur la période de test, qui seront comparées aux valeurs réelles pour identifier d'éventuelles anomalies.

La taille de l'historique peut être contraint par le type d'algorithme employé : certaines méthodes nécessitent par construction un long historique, tandis que d'autres ont été conçues pour fonctionner avec un historique de données limité : par exemple cinq ans pour la méthode des limites historiques (Farrington and Andrews, 2004).

La période de référence peut être fixe ou glissante (Burkom, 2003). Dans ce dernier cas, elle est complétée à chaque fois qu'une nouvelle valeur est enregistrée. Les nouvelles valeurs sont intégrées en l'état ou suite à un traitement si elles ont été identifiées comme valeurs aberrantes.

Les séries temporelles sont composées de variations systématiques et de variations aléatoires. L'identification et la description de ces composantes est une étape préalable indispensable pour déterminer les méthodes de détection les plus adaptées. Les variations systématiques sont représentées par la tendance (évolution à long terme) et des variations cycliques (variations saisonnières et hebdomadaires). La composante stochastique représente les variations aléatoires.

Les méthodes de détection d'anomalies sont multiples. La méthode des limites historiques est basée sur un principe simple mais nécessite un historique long (3 à 5 ans). Cette méthode est utilisée par le CDC pour surveiller l'incidence des maladies endémiques aux Etats-Unis (Farrington and Andrews, 2004). Les méthodes de modélisation linéaire simple ou généralisée (Poisson) ont par exemple été employées pour des systèmes de surveillance du nombre de mortalités associées à des avortements aux Etats-Unis (Parker, 1989). La méthode de Farrington est basée sur un modèle de Poisson avec sur-dispersion (Farrington et al., 1996) et a déjà été appliquée à la mortalité humaine dans un objectif d'alerte précoce (Caserio-Schönemann et al, 2005).

Les performances des algorithmes de détection d'anomalies peuvent être évaluées par le calcul de leur sensibilité, de leur spécificité et également l'évaluation de la rapidité de détection. La sensibilité et la spécificité d'un algorithme sont dépendantes de la calibration de cet algorithme, c'est-à-dire du choix des valeurs des paramètres et des seuils de détection. L'équilibre optimal entre spécificité et sensibilité est un véritable challenge. Par ailleurs, lorsque la calibration des algorithmes ne suffit pas à obtenir les performances voulues, des modifications de fond du dispositif doivent être envisagées : qualité des données, choix de l'algorithme.

2.1.5 Influence du type d'indicateur employé

L'utilisation d'un indicateur très peu spécifique pourra en revanche compliquer la détection d'anomalies, car le bruit de fond créé par les multiples facteurs de variation sera plus important. Au contraire, plus l'indicateur sera spécifique, moins le bruit de fond sera important et le signal facile à détecter, mais plus la surveillance sera orientée et l'éventail des menaces potentiellement détectables limité. Parmi les principaux indicateurs exploitables en santé animale, figurent symptômes et signes cliniques, syndromes cliniques, motifs de consultation médicale, mortalité, indicateurs de productivité, motifs et taux de saisie en abattoir, vente et administration de médicaments, demandes d'analyses soumises aux laboratoires, requêtes dans les moteurs de recherche sur internet, activités des réseaux sociaux.

2.1.6 Conclusion

La surveillance syndromique est un concept récent en surveillance épidémiologique qui ne fait pas encore consensus. En effet, les performances des dispositifs de surveillance syndromique restent encore à démontrer. Cependant, dans un contexte de réduction de moyens et au vu du coût et des limites des systèmes de surveillance classiques, l'exploration des possibilités de la surveillance syndromique paraît indispensable en santé animale. De nombreux projets voient le jour en Europe et ailleurs, avec des objectifs, des sources de données, des indicateurs et des méthodes très diverses. Parmi eux, plusieurs dispositifs de surveillance de la mortalité (indicateur primordial de

santé) existent : mortalité des corbeaux dans le cadre de la surveillance du virus de West Nile aux Etats-Unis (DCD pour Dead Crow Density), mortalité des animaux sauvages (notamment des grands singes) à la frontière entre le Gabon et la république du Congo dans le cadre de la surveillance du virus Ebola (Animal Mortality Monitoring Network) et l'Observatoire de la mortalité des animaux de rente en France.

Dans le cadre de notre étude de faisabilité d'un observatoire quantitatif de la mortalité équine, il nous a paru indispensable de nous intéresser au préalable aux causes de la mort des équidés en France.

2.2 Causes de mortalité chez les équidés

Les sources d'informations qui existent au niveau international pour décrire les causes de la mortalité chez les équidés sont multiples. Dans la mesure où notre étude se limite au territoire national, la source d'information française sera celle qui sera essentiellement retenue. Plusieurs points sont à prendre en compte pour interpréter les différents articles et ouvrages disponibles sur ce sujet. Tout d'abord, pour chacune de ces études se pose le problème de la représentativité de l'échantillon d'équidés morts, dont la cause de la mort a été établie par rapport à la population équine morte totale. Les différences de condition d'entretien et d'utilisation de la population équine vivante des différentes zones géographiques d'observation sont également à prendre en considération dans l'interprétation des résultats. Enfin, plusieurs types de procédures sont utilisés pour établir et enregistrer le diagnostic de la mort, à savoir les rapports d'autopsie, les certificats de mort, ou les questionnaires d'enquête. Les protocoles de description utilisés ainsi que les modalités de classement des lésions y diffèrent. Le diagnostic de la mort peut en effet être établi via une description des lésions des différents appareils, sachant que le niveau de détail d'observation des différents appareils varie. En cas de lésion présente sur plusieurs appareils, tous les auteurs ne sélectionnent pas forcément la lésion principale en respectant un même critère d'importance. Le diagnostic de la mort peut également être établi via la détermination d'une maladie. Enfin, la structuration de la population étudiée peut également différer. La population morte étudiée peut en effet être regroupée au sein de différents compartiments. Ces compartiments peuvent être construits en respectant un critère d'âge ou de mois de gestation, ou en respectant un critère de rapidité de survenue de la mort. Par la suite, les sources retenues pour la description des principales causes de mortalité seront essentiellement françaises.

2.2.1 Principales causes de mortalité des équidés adultes

Les autopsies réalisées sur 2106 équidés normands de plus de deux ans au Laboratoire de Pathologie équine de l'Anses Dozulé entre janvier 1986 et décembre 2009 (Laugier et al, 2013) ont permis d'identifier les principales causes de mortalité équines.

Pour 50,2% des cas étudiés, la mortalité était consécutive à une atteinte du tractus digestif. Les principales lésions digestives observées sont les dilatations ou surcharges gastriques avec ou sans rupture, les diarrhées dues à une clostridiose intestinale, les entérotoxémies, les torsions du colon, et les volvulus de l'intestin grêle. Pour 13,6% des cas étudiés, il a été établi que la mort était consécutive à une atteinte de l'appareil musculo-squelettique. Les principales lésions observées étant des fractures de membres, du bassin, des vertèbres, notamment des vertèbres cervicales, des myélopathies cervicales compressives (Mal de chien), des fractures du crâne, ou des fourbures. Pour 12,3% des cas étudiés, il a été établi que la mort était consécutive à une atteinte cardio-vasculaire. Les principales lésions observées sont les défaillances cardiaques aiguës, les ruptures d'artère du tractus génital, les cardiomyopathies, et les ruptures de vaisseau digestif. Pour 5,4% des cas étudiés, il a été établi que la mort était consécutive à une détérioration de l'appareil respiratoire. Les principales lésions observées sont les broncho-pneumonies infectieuses primaires, les mycoses des poches gutturales, les hernies diaphragmatiques, et les broncho-pneumonies par fausse déglutition. Pour 4,5% des cas étudiés, il a été établi que la mort était consécutive à une atteinte du système nerveux.

Ces résultats sont concordants avec ceux des autres études menées sur le sujet. Les autopsies réalisées au sein de plusieurs centres nécropsiques universitaires européens localisés à Bern, Giessen, Leipzig, Liverpool, Londres, et Liège (Magnan, 2000) ont montré que les affections digestives représentent 42% [33-49] de toutes les morts diagnostiquées, les affections musculo-squelettiques 10% [6-17], les affections cardio-vasculaires 7% [3-15], les affections de l'appareil respiratoire 8% [4-10], et les affections du système nerveux 7% [2-16].

Les vieux chevaux (équidés de plus de 17 ans) ne présentent pas les mêmes problèmes de santé que des chevaux adultes plus jeunes. Ces derniers meurent principalement de coliques ou d'euthanasies consécutives à des boiteries difficiles à traiter (Ireland, 2012).

2.2.2 Principales causes de mortalité chez le poulain

Les autopsies de poulains réalisées au laboratoire de pathologie équine de Dozulé entre 1986 et 2009 ont montré que le risque de mortalité chez le poulain de moins d'un mois était supérieur au risque de mortalité chez le poulain de plus d'un mois. La mortalité des poulains de moins d'un mois découle principalement d'évènements survenus pendant la gestation ou le poulinage, et de défaut de transfert de l'immunité colostrale. Parmi les mortalités dont l'étiologie a été déterminée, 50% sont attribuables à des septicémies (notamment à entérobactéries), 13% à des atteintes de l'appareil locomoteur et du squelette, 12% à des pathologies digestives non infectieuses, 6% à des bronchopneumonies ou pleuropneumonies à *Streptococcus spp* ou *Pasteurella spp*, et 6% à des entérocrites ou typhlocrites à *Clostridium spp*. Chez le poulain de plus d'un mois, l'immunité propre augmente progressivement, les infections systémiques régressent au profit des infections localisées : il s'agit de bronchopneumonies dans 27% des cas de mortalité chez les poulains de plus d'un mois et d'entérocrites dans 20% des cas. Arrivent ensuite les affections digestives non infectieuses. Au sein des affections digestives non infectieuses (22%), les ulcères gastro-duodénaux occupent une place prépondérante en raison de la perforation fréquente de ces ulcères qui entraîne une péritonite. Au bilan, toutes causes de mortalité confondues, la rhodococcose représente 25% des causes de mortalité des poulains entre 1 et 6 mois (Tapprest, 2007). Des ordres de grandeurs similaires de causes de mortalité chez les poulains ont été déclarés par le Phoenix Equine Group en Irlande. Les infections respiratoires représentent dans cette étude 27,8% des causes de mortalité, tandis que les troubles gastro-intestinaux non-infectieux représentent 14,9% des causes de mortalité (Galvin, 2009).

La Rhodococcose est une maladie saisonnière d'évolution longue qui fait essentiellement mourir les poulains qui ont entre 1 et 6 mois d'âge. D'après une étude rétrospective portant sur les autopsies de poulains réalisées au laboratoire de Pathologie Equine de Dozulé entre 1989 et 2009, la majorité des cas d'infection à *Rhodococcus equi* survient au printemps et en été avec une fréquence, chez les poulains morts de 1 à 6 mois, de 9,5% et de 26,4% respectivement, la période de cas de mortalité à Rhodococcose s'étendant entre mai et octobre. La Rhodococcose est une maladie économiquement importante étant donné que durant le pic estival de mortalité dûe à *Rhodococcus equi* (juillet), les poulains de 1 à 6 mois en sont atteints avec une fréquence de 32,3%. Des fluctuations annuelles d'effectifs de morts de Rhodococcose sont évidentes : les années sèches et chaudes coïncident avec une recrudescence des cas. Ceci est à relier avec le fait que les poulains se contaminent principalement en inhalant des poussières contaminées par *Rhodococcus equi* et que les périodes de temps chaud et sec sont favorables à un environnement poussiéreux ainsi qu'à la survie et la multiplication de la bactérie. (Mauger, 2009 ; Takai, 1994)

2.2.3 Principales causes d'avortement

L'importance des avortements varie entre 8% et 19% selon les auteurs (Laugier et al., 2011). L'avortement se produit entre le 7^e et 9^e mois de gestation dans 70% des cas. Une saisonnalité de ces avortements existe étant donné qu'ils se produisent entre janvier et mai dans 45% des cas, et entre septembre et décembre dans 53% des cas. Cette saisonnalité est bien sûr à relier à la période de mise à la reproduction des juments (de février à juillet) et à la durée de gestation (11 mois). L'étiologie principale est infectieuse (47,7% des avortements diagnostiqués). Les causes infectieuses bactériennes sont majoritaires, avec 38% des avortements diagnostiqués comme consécutifs à une infection intra-utérine à streptocoques, staphylocoques, *Escherichia coli*, ou *Klebsiella pneumoniae*. Arrivent ensuite

les avortements d'origine virale, avec 7% des avortements diagnostiqués comme imputables à une infection par EHV4 (équine herpès virus 4), EHV1 (équine herpès virus 1), ou AVE (artérite virale équine). Les avortements non infectieux représentent 27,2% des avortements. Ils regroupent les torsions de cordon ombilical, les hypoplasies des villosités chorales, les anomalies congénitales, et les gestations gémellaires. Les 25% d'avortements restant sont sans diagnostic étiologique en raison soit d'un défaut de conservation de l'avorton, d'une non disponibilité des annexes fœtales, de la non réalisation d'examens complémentaires, d'un déficit hormonal de la jument (progestérone), d'une maladie maternelle, ou encore d'un événement traumatique ayant affecté la jument.

2.3 Exemples de maladies susceptibles d'être détectées via un dispositif de surveillance de la mortalité

Un dispositif de surveillance quantitatif de la mortalité équine doit permettre de détecter des excès de mortalité. De tels excès peuvent découler d'événements climatiques extrêmes (canicule, ou froids prolongé), ou d'introduction de maladie à forte morbidité et létalité. Parmi les maladies infectieuses à forte morbidité et létalité, figurent principalement la Peste équine. Pour cette maladie, la morbidité et la létalité sont d'autant plus importantes et de survenue rapide que la population d'équidés est indemne de cette maladie. La mortalité attendue en cas d'introduction de peste équine au sein d'une population d'équidés (en dehors des ânes) indemnes est de 90% (Backer, 2011 ; Ganière 2009). Parmi les maladies d'origine environnementale figure principalement la myopathie atypique. Cette affection dont l'étiologie n'a pas encore été déterminée à ce jour, peut entraîner la mort de l'ensemble du troupeau pâturant sur un même herbage ou plusieurs herbages dans une même zone géographique. En effet, même si l'agent étiologique n'a pas été identifié, on a pu observer un regroupement géographique des cas et une influence des conditions météorologiques avec des pics de mortalités saisonniers.

2.4 Observatoire des causes de mortalité chez les équidés

La création d'un Observatoire des causes de mortalité équine au niveau national a été proposée par l'unité d'épidémiologie et d'anatomie pathologique de l'Anses de Dozulé. Il s'agit d'augmenter la représentativité nationale des autopsies d'équidés, via la centralisation de résultats diagnostiques d'autopsies réalisées par les différentes écoles vétérinaires, les laboratoires d'analyses départementaux, et les cliniciens de terrains. Un tel observatoire animé par l'Anses de Dozulé vise à motiver les praticiens vétérinaires à proposer davantage d'autopsies, en contrepartie d'une aide au diagnostic en ligne ou par internet. Ce dispositif permettrait donc à la fois de récolter davantage de données au niveau national sur les causes de mortalité équine, et permettrait également de renforcer la surveillance événementielle de l'introduction de maladie grave ou contagieuse. Un tel dispositif de surveillance de la mortalité équine pourrait donc expliquer des anomalies constatées au sein de l'observatoire quantitatif de la mortalité équine réalisable à partir des données d'équarrissage notifiées dans l'EDI-SPAN de SIGAL.

2.5 Démographie de la filière équine

On estime entre 900 000 et 1 000 000 le nombre d'équidés en France, et à 2% leur croissance annuelle moyenne. Cette effectif total comporte environ 400 000 (42%) chevaux de selle, 220 000 (23%) poneys, 180 000 (19%) chevaux de courses, 80 000 (8,4%) chevaux de trait, et 70 000 (7,4%) ânes. Tous ces équidés peuvent être utilisés de diverses façons : élevage, entraînement, courses(31 280 équidés ayant couru en plat et/ou obstacles en 2011), loisirs (705 783 licenciés FFE pratiquant l'équitation en 2011) , spectacle, ou production de lait ou de viande (16 973 équidés abattus en 2011).

Concernant l'élevage, est considéré comme éleveur tout propriétaire d'au moins une jument ayant été conduite à la saillie au cours de l'année considérée. Les poulinières (environ 88 000 poulinières en activité en 2011) sont essentiellement présentes dans le grand Ouest (Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire) et dans une plus faible mesure dans les zones montagneuses, mais elles apparaissent en forte augmentation en Provence, Alpes Côte d'Azur et en Corse. En 2011, la baisse du cheptel de reproductrices affecte essentiellement les régions Centre et

Poitou-Charentes. Les élevages d'équidés sont majoritairement de petites tailles, étant donné que 80% des élevages détiennent une ou deux juments. Toutes races confondues en 2011, l'élevage des équidés repose sur environ 40 600 structures. Concernant la catégorie du produit obtenu, 32% des naissances concernent des chevaux de trait, 34% des chevaux de selle, 16% des trotteurs, 9% des galopeurs, 7% des poneys et 2% des ânes. La répartition géographique des élevages des différentes catégories est hétérogène. L'élevage des trotteurs français, selle français et pur-sang est essentiellement localisé en Basse-Normandie et Pays de Loire. L'élevage des poneys est essentiellement localisé en Aquitaine puis dans le bassin Grand Ouest. L'élevage des chevaux de trait est essentiellement localisé aux régions Auvergne, Midi-Pyrénées et Aquitaine (figure 2).

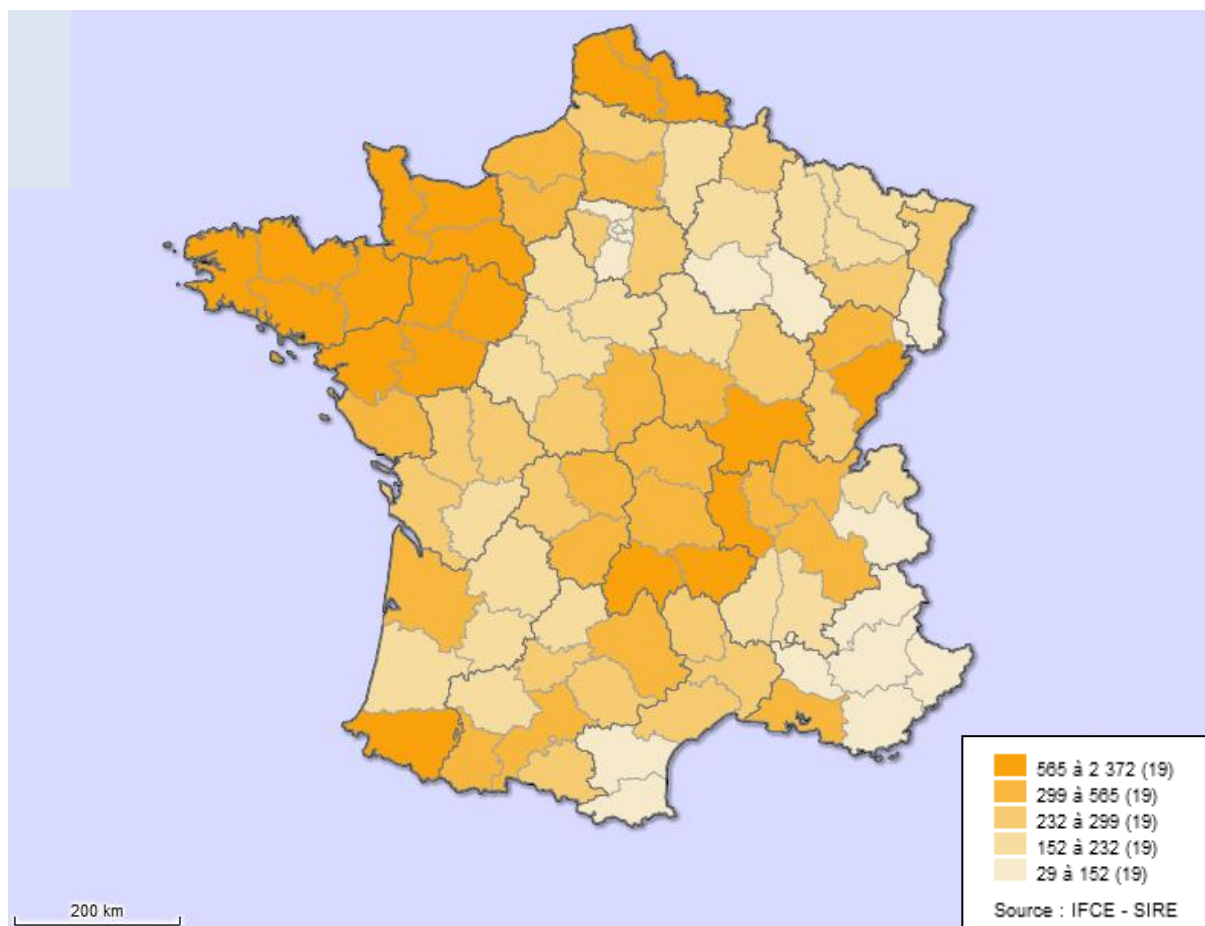


Figure 2 : Nombre d'élevages d'équidés par département en France en 2012.

Source : IFCE - SIRE

Concernant la filière viande chevaline, elle a deux origines : les chevaux de trait, qui sont majoritairement élevés dans ce but, et les chevaux de selle trop âgés ou destinés à la compétition mais dont les performances sont insuffisantes. Les chevaux de trait constituent le quart des poulains français, et dans 95% des cas, ils sont élevés pour la boucherie en vue d'une exportation en direction du marché italien. Ainsi, 80% des chevaux de trait sont abattus avant l'âge de deux ans. Globalement un tiers des chevaux français sont abattus pour la filière viande, mais depuis 2001, l'effectif d'animaux abattus est en baisse constante. Cet effectif d'équidés abattus en France s'élève à 16973 équidés en 2011, ce qui représente 33% des équidés morts sur le territoire en 2011. L'effectif d'équidés d'origine française exporté à des fins d'abattage ou de boucherie en dehors du territoire s'élève à 10530 équidés en 2011.

L'importation d'équidés consécutive à la forte concurrence internationale participe également à la dynamique de la filière. En 2011, 12 575 chevaux ont été importés (1,4% de la population équine vivante), dont presque la moitié de chevaux de selle, 33% de chevaux de course et 18% de poneys. Les chevaux de selle et les poneys importés proviennent essentiellement d'Irlande. En dix ans, ces chiffres ont été multipliés par cinq pour les chevaux de selle et par dix pour les poneys, mais uniquement par 1,4 pour les chevaux de courses. Le dispositif qui opère une traçabilité des mouvements d'équidés au sein et en dehors de l'Union Européenne est TRACE.

Suite à la mort d'un équidé, un propriétaire doit solliciter une société d'équarrissage pour enlever le cadavre de l'animal. Le service d'équarrissage correspond en effet à la collecte, transformation et élimination des cadavres ou lots de cadavres d'animaux d'élevage de plus de 40 kg morts en exploitation agricole. Réglementairement, d'après l'article L226-1 du Code Rural, un propriétaire d'équidé retrouvé mort est dans l'obligation de remettre le cadavre à la personne en charge de l'équarrissage. A l'opposé, certains propriétaires peuvent également choisir de faire incinérer le cadavre de leur équidé mort par une société privée (Société Incinériss principalement basée dans l'Ain). Cette issue est encore mineure et ne représente que 36 équidés en 2011 contre 96 en 2012.

3 MATERIEL ET METHODES

Dans un souci de clarté, cette partie sera subdivisée en trois sous parties relatives au trois étapes principales de ce travail : description de la base de données EDI-SPAN relative aux équidés, proposition d'améliorations de cette base de données grâce aux données complémentaires issues de la base de données SIRE, description avec modélisation de la mortalité des équidés.

3.1 Description et évaluation de la qualité de la base de données EDI-SPAN

3.1.1 Données disponibles

Il a été possible de bénéficier d'une extraction de la base de données EDI-SPAN relative aux équidés sur la période s'étalant d'octobre 2010 à décembre 2012 (données appartenant à la DGAL, mises à disposition de l'Anses et fournies pour cette étude par l'Anses de Lyon). Cette extraction est constituée des données d'appels pour demandes d'enlèvements relatives aux équidés, enregistrées dans un fichier d'appels, ainsi que des données d'enlèvement relatives aux équidés, enregistrées au sein d'un fichier des tournées. Ce sont les 18 sociétés d'équarrissages œuvrant sur le territoire métropolitain qui alimentent ces fichiers via le transfert informatisé de leurs données d'activité vers l'EDI-SPAN. La transmission des données d'enlèvement a été rendue obligatoire dès la création de l'EDI-SPAN en avril 2006. Au contraire, les données des fichiers d'appels devaient à l'origine être uniquement transmises en cas de crise sanitaire, puis cette transmission a par la suite été rendue obligatoire.

Le fichier des appels et le fichier des tournées comportent chacun plusieurs types d'information. Il s'agit de décrire la fiabilité de ces données (essentiellement celles du fichier des tournées), c'est-à-dire d'évaluer le poids des valeurs manquantes et aberrantes pour chacun des types de données disponibles.

Les principales données relevées lors de l'appel pour demande d'enlèvement sont détaillées dans le tableau 1.

CHAMPS	Commentaire	ISSUE POSSIBLE
TYPE_IDENTIFIANT	Nature de l'identifiant de l'établissement appelant	EDE, SIRET, DOSEQU
VALEUR_IDENTIFIANT	Valeur de cet identifiant	
CODE_POSTAL	Code postal de l'établissement appelant	
CODE_INSEE	Code Insee de l'établissement appelant	
DATE_APPEL	Date et heure d'appel	
CATEGORIE_ANIMAUX	Catégorie de l'équidé à enlever	Cheval de Selle, de trait, adulte, croisé, poney, âne, poulain, mort-nés
NOMBRE_ANIMAUX	Nombre d'équidés à enlever	

Tableau 1 : Description des principaux champs disponibles au sein du fichier des appels

Suite à l'enlèvement, les données disponibles sont complétées dans le fichier des tournées. Les principaux champs transmis sont listés dans le tableau 2.

CHAMPS	Commentaire	ISSUE POSSIBLE
TYPE_IDENTIFIANT	Nature de l'identifiant de l'établissement appelant	EDE, SIRET, DOSEQU
VALEUR_IDENTIFIANT	Valeur de cet identifiant	
CODE_POSTAL	Code postal de l'établissement appelant	
CODE_INSEE	Code Insee de l'établissement appelant	
ADRESSE	Adresse de l'enlèvement	
DATE_ENLEVEMENT	Date et heure de l'enlèvement	
DATE_APPEL	Date et heure d'appel	
PASSAGE_SANS_APPEL	Visite d'enlèvement non consécutive à un appel	1 ou NA
CATEGORIE_ANIMAUX	Catégorie de l'équidé à enlever	Cheval de Selle, de trait, adulte, croisé, poney, âne, poulain, mort-nés
IDENTIFIANT_ANIMAL	Identifiant transpondeur, n°SIRE ou nom de l'équidé	
NOMBRE_ANIMAUX	Nombre d'équidés à enlever	1 à 13
POIDS_ESTIME	Poids estimé de l'équidé à l'enlèvement	
ID_VISITE	Identifiant de la visite	
ID_TOUR	Identifiant de la tournée	
NOM_FICHER	Code incluant le nom de la société d'équarrissage	

Tableau 2 : Description des principaux champs disponibles au sein du fichier des tournées

3.1.2 Méthodes d'évaluation de la qualité des données de la base EDI-SPAN

3.1.2.1 Nombre d'équidés équarris

La précision du nombre des équidés équarris a été évaluée en calculant parmi toutes les visites réalisées, la proportion de visites pour lesquelles le nombre d'équidés équarris n'était pas notifié. Les visites pour lesquelles le nombre d'équidés équarris n'était pas mentionné, et pour lesquelles le poids estimé à l'enlèvement était nul, ont été exclues. Par défaut, au sein d'un fichier de correction, la valeur «1» a été attribuée au nombre d'équidés enlevés pour ces visites qui ne mentionnaient pas le nombre d'équidés ramassés, mais qui indiquaient un poids non nul estimé à l'enlèvement.

3.1.2.2 Date de mort des animaux

La précision de la date de mort des équidés a été évaluée en calculant parmi toutes les visites réalisées la proportion de visites pour lesquelles la date d'appel et la date d'enlèvement correspondent à un délai de passage de l'équarrisseur supérieur à 10 jours.

Lorsque la date de l'appel était manquante dans le fichier des tournées (visites qualifiées de « passage sans appel ») il lui a été attribué par défaut une valeur arbitraire (date de visite retranchée de la moyenne du délai d'enlèvement calculée sur l'intégralité de la base de données).

3.1.2.3 Localisation géographique

La qualité de la localisation départementale du lieu de mort de l'équidé a été évaluée en compartimentant les données d'enlèvement par société d'équarrissage, au nombre de 18 en activité en France. Pour chaque société d'équarrissage, on a calculé parmi toutes les visites réalisées par la société d'équarrissage la proportion de visites pour lesquelles le département desservi différait géographiquement du secteur d'activité habituelle de la société.

3.1.2.4 Identification des équidés

La fiabilité de l'identification relevée lors de l'enlèvement des cadavres a été évaluée en calculant, parmi tous les identifiants d'équidés relevés lors de leur ramassage, la proportion d'entre eux qui sont à la fois uniques et traçables dans la base de données SIRE.

3.1.2.5 Nombre d'équidés à l'échelle de la catégorie d'équidés à partir du fichier « tournées »

Les différentes catégories enregistrées par les équarrisseurs lors de l'enlèvement sont « cheval de selle », « cheval de trait », « poneys », « ânes », « cheval adulte », « cheval croisé », « poulains », ou « mort-né ». Les « chevaux adultes » et « chevaux croisés » recouvrent ainsi les catégories « cheval de selle », « cheval de trait », « poneys », et « ânes ». Le nombre d'équidés de ces quatre catégories en question serait alors sous-évalué. Afin de déterminer le poids et la localisation de ce potentiel biais de mesure, la méthode décrite ci-dessous a été utilisée.

Une liste de départements au sein desquels la description de la mortalité peut être précisément effectuée à l'échelle de la catégorie a été proposée. Par exemple, pour la catégorie « cheval de selle », il s'agissait de repérer les départements au sein desquels le ratio du nombre estimé de « cheval de selle » équarris en tant que « cheval adulte » ou « cheval croisé » par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés au sein de la catégorie « cheval de selle » est inférieur à un seuil fixé arbitrairement à 5%. La démarche utilisée suppose que la catégorisation « cheval adulte » regroupe essentiellement des chevaux de selle et de trait, tandis que la catégorisation « cheval croisé » regroupe à la fois des chevaux de selle, de trait, des poneys et des ânes. Il est également supposé que les répartitions départementales de chevaux de selle et de trait ramassés en tant que « cheval adulte » sont les mêmes que les répartitions apparentes dans l'EDI-SPAN au sein des différents départements. Il est de même supposé que les répartitions départementales de chevaux de selle, de trait, poneys et ânes ramassés en tant que « cheval croisé » sont les mêmes que celles effectivement apparentes dans l'EDI-SPAN au sein des différents départements. Voici donc ci-dessous l'équation retenue pour le calcul de ce Ratio :

$$R_{\text{selle}} = \frac{\frac{N_{\text{selle}}}{N_{\text{selle}} + N_{\text{trait}}} \times N_{\text{adulte}} + \frac{N_{\text{selle}}}{N_{\text{selle}} + N_{\text{trait}} + N_{\text{âne}} + N_{\text{pony}}} \times N_{\text{croisé}}}{N_{\text{selle}}}$$

Avec :

R_{selle} = Ratio du nombre estimé de « chevaux de selle » équarris en tant que « cheval adulte » ou en tant que « cheval croisé » au sein du département «d» et durant l'année «a», par rapport au nombre d'équidés équarris en tant que «cheval de selle» au sein du département «d» et durant l'année «a».

$N_{\text{catégorie «i»}}$ = Nombre d'équidés équarris et enregistrés dans EDI-SPAN dans la catégorie «i» au sein du département «d» et durant l'année «a».

3.1.2.6 Nombre d'équidés à l'échelle de la catégorie d'équidés au sein du fichier « appels »

Lors de l'appel pour enlèvement, la catégorie de l'équidé à enlever est notifiée au sein du fichier des appels. Afin d'estimer la fiabilité de cette catégorisation indiquée lors de l'appel, une correspondance a été établie entre un appel pour demande d'enlèvement enregistré au sein du fichier des appels, et son enlèvement effectif enregistré au sein du fichier des tournées. Cette correspondance a été effectuée via la création d'une clé primaire accessible au sein des deux tables. Cette clé primaire a été définie par l'union de la date et de l'heure d'appel pour demande d'enlèvement avec l'identifiant de l'établissement où se trouve le cadavre de l'équidé. Pour chacune des clés primaires ainsi créées, on a tout d'abord calculé la proportion de clés primaires uniques existantes au sein du fichier des appels, qu'il était possible de retrouver au sein du fichier des tournées. Parmi les appels dont les clés primaires sont retrouvées au sein du fichier tournées, la proportion de catégorisations valides a été calculée par catégorie. Ce protocole a écarté les appels pour demande d'enlèvement réalisés un même jour à une même heure par un même établissement, qui concernaient au moins deux équidés de catégorie différente (le poids de ce type de situation ayant été considéré comme négligeable). Ce protocole a été effectué en incluant et en excluant les équidés catégorisés comme « poulains », « mort-nés », « cheval adulte » et « cheval croisé » au sein des deux fichiers. En effet, l'attribution d'une catégorie s'effectue en respectant soit un critère d'âge, soit un critère d'espèce, ce qui peut constituer un biais de mesure. L'évaluation excluant les catégories préalablement citées au sein des deux fichiers (appels et tournées) permet de s'affranchir de ce biais de mesure.

3.2 Proposition d'améliorations de la base de données EDI-SPAN grâce aux données complémentaires issues de la base de données SIRE

3.2.1 Données complémentaires disponibles

Une partie des agents de collecte des équidés morts relève l'identifiant de l'équidé lors de son enlèvement. Cet identifiant, lorsqu'il est correctement transmis permet d'avoir accès à des données complémentaires sur l'équidé ramassé, à savoir son sexe, sa race, et lorsque cela est possible sa date de naissance. Le SIRE a été sollicité pour disposer de ces informations complémentaires sur les caractéristiques des équidés morts et identifiés. Une extraction de la base de données SIRE a ainsi été obtenue dans le but d'améliorer les données du fichier « tournées » de la base EDI-SPAN.

3.2.2 Méthode d'estimation de la fiabilité de la base de données EDI-SPAN et propositions de correction

Les données complémentaires de la base SIRE ont été utilisées pour améliorer les données de catégorisation sur critère racial et sur critère d'âge.

3.2.2.1 Vérification et propositions de correction des données de catégorisation sur critère racial

La vérification de la catégorisation a été effectuée sur un échantillon d'équidés équarris. Cet échantillon était constitué de tous les équidés équarris et dont l'identifiant relevé lors de l'enlèvement avait une correspondance dans base SIRE. La base SIRE permet d'avoir accès à la race de l'équidé équarri. Pour chacune des 140 races répertoriées dans la base SIRE, l'attribution de la catégorie correspondante : « cheval de selle », « cheval de trait », « poney », « âne », et dans certains cas « cheval croisé » a été établie (Cf Annexe 4). Ainsi, on a attribué à chacun des équidés équarris de l'échantillon sa catégorie réelle. Dès lors la correction de la catégorisation à l'équarrissage a été réalisée pour l'échantillon.

Afin d'étendre la correction à la totalité de la base EDI-SPAN et malgré l'impossibilité d'évaluer la représentativité de l'échantillon d'équidés correctement identifiés (pour la variable catégorisation erronée lors de l'enlèvement), nous avons proposé une méthode de correction de la catégorisation à la population totale d'équidés équarris sous l'hypothèse de l'absence de biais de sélection. De plus, en raison de l'existence d'une variation départementale et annuelle de la participation des équarisseurs à la prise d'identifiants traçables, la méthodologie

proposée par la suite a été à la fois appliquée au niveau annuel national et annuel départemental. Pour tous les équidés dont la catégorisation à l'enlèvement paraissait erronée, il a alors été possible de corriger cette catégorisation. La sensibilité et la spécificité de la catégorisation de chacune des catégories ont été calculées sur l'échantillon d'équidés équarris pour les catégories « cheval de selle », « poney », « trait » et « âne ». La mesure de ces deux paramètres (Se et Sp) a été effectuée annuellement à la fois au niveau national et au niveau départemental en appliquant les formules suivantes:

- Paramètres Se et Sp de la catégorisation mesurés sur l'échantillon de la population d'équidés équarris et identifiés :

$$Se_{\text{catégorisation de la catégorie «i»}} = \frac{VP_{\text{catégorie«i»}}}{VP_{\text{catégorie«i»}} + FN_{\text{catégorie«i»}}}$$

$$Sp_{\text{catégorisation de la catégorie «i»}} = \frac{VN_{\text{catégorie«i»}}}{VN_{\text{catégorie«i»}} + FP_{\text{catégorie«i»}}}$$

Avec pour chaque catégorie d'équidés :

$VP_{\text{catégorie«i»}}$ = Nombre d'équidés dont la race dans SIRE correspond à la catégorie « i », et dont la catégorie indiquée à l'enlèvement est la catégorie « i ».

$FN_{\text{catégorie«i»}}$ = Nombre d'équidés dont la race dans SIRE correspond à la catégorie « i », mais dont la catégorie indiquée à l'enlèvement est différente de la catégorie « i ».

$FP_{\text{catégorie«i»}}$ = Nombre d'équidés dont la race dans SIRE ne correspond pas à la catégorie « i », mais dont la catégorie indiquée à l'enlèvement est la catégorie « i ».

$VN_{\text{catégorie«i»}}$ = Nombre d'équidés dont la race dans SIRE ne correspond pas à la catégorie « i », et dont la catégorie indiquée à l'enlèvement diffère également de cette catégorie « i ».

Il s'agit ensuite d'inférer à la population équine équarrie totale ces résultats mesurés sur un échantillon d'équidés équarris. Etant donné qu'il n'est pas possible de maîtriser le biais de sélection, sous l'hypothèse de représentativité de la population équarrie et correctement identifiée à l'enlèvement de la population équarrie totale pour la fiabilité de catégorisation à l'enlèvement :

- Paramètres Se et Sp de la catégorisation estimés pour la population totale d'équidés équarris :

$$Se_{\text{catégorisation de la catégorie«i»}} = Se_{\text{catégorie«i»}} \pm 1,96 \times \sqrt{Se_{\text{catégorie«i»}} \times (1 - Se_{\text{catégorie«i»}}) \times (1 - \frac{n}{N}) \times \frac{1}{N}}$$

$$Sp_{\text{catégorisation de la catégorie«i»}} = Sp_{\text{catégorie«i»}} \pm 1,96 \times \sqrt{Sp_{\text{catégorie«i»}} \times (1 - Sp_{\text{catégorie«i»}}) \times (1 - \frac{n}{N}) \times \frac{1}{N}}$$

Avec : n = Nombre d'équidés équarris et correctement identifiés sur la période et la zone géographique étudiée

N = Nombre d'équidés équarris sur la période et la zone géographique étudiée

Lorsque la mesure de ces paramètres sur l'échantillon donne $Se=1$ ou $Sp=1$, alors la borne inférieure de l'intervalle à 95% de la sensibilité et spécificité a été approchée grâce à l'utilisation de la fonction binconf du logiciel R(R Core Team, 2012 ; Charpentier, 2012). Il s'agit dans ces situations d'utiliser l'intervalle de confiance de Clopper-Pearson. (Ce qui crée une certaine discontinuité dans l'encadrement des paramètres Se et Sp)

A partir de ces différentes valeurs de sensibilité et spécificité de chaque catégorisation, il est possible d'encadrer une proportion corrigée d'équidés équarris par catégorie. Au final, la précision relative du dénombrement pour chaque catégorie d'équidés est accessible. Par la suite, il s'agit alors de sélectionner pour chaque catégorie d'équidés les départements au sein desquels la précision relative du dénombrement est jugée acceptable :

- Estimation de la proportion corrigée d'équidés équarris par catégorie :

$$P_{\text{prop cor}} = \frac{\text{Prop app} - 1 + S_{\text{p catégorie}\langle i \rangle}}{S_{\text{e catégorie}\langle i \rangle} + S_{\text{p catégorie}\langle i \rangle} - 1}$$

Avec : $P_{\text{prop cor}}$ = Proportion moyenne corrigée d'équidés de la catégorie «i» équarris $P_{\text{prop app}}$ = Proportion apparente d'équidés de la catégorie «i» équarris

- Estimation des bornes inférieure et supérieure de l'encadrement à 95% de la proportion corrigée d'équidés équarris :

$$B_{\text{borne inf}} (P_{\text{prop cor}}) = \frac{P_{\text{prop app}} - 1 + b_{\text{borne inf}} (S_{\text{p catégorie}\langle i \rangle})}{\text{maximum}(S_{\text{e catégorie}\langle i \rangle} + S_{\text{p catégorie}\langle i \rangle} - 1)}$$

$$B_{\text{borne sup}} (P_{\text{prop cor}}) = \frac{P_{\text{prop app}} - 1 + b_{\text{borne sup}} (S_{\text{p catégorie}\langle i \rangle})}{\text{minimum}(S_{\text{e catégorie}\langle i \rangle} + S_{\text{p catégorie}\langle i \rangle} - 1)}$$

- Calcul de la précision relative du dénombrement par catégorie d'équidés " Pr_{rel} " :

$$Pr_{\text{rel}} = \frac{B_{\text{borne sup}} (\text{Prop cor}) - B_{\text{borne inf}} (\text{Prop cor})}{\text{Prop cor}}$$

3.2.2.2 **Vérification et correction de la catégorisation sur critère d'âge**

La vérification de la catégorisation sur critère d'âge (poulain, adulte et mort-né) a été effectuée sur un échantillon d'équidés équarris constitué de tous les équidés équarris et identifiés lors de leur enlèvement, dont l'identifiant est traçable au sein de la base de données SIRE. Un identifiant traçable dans la base de données SIRE permet d'obtenir la date de naissance et donc de vérifier et de corriger la catégorisation sur critère d'âge pour l'échantillon considéré.

3.3 Description de la mortalité des équidés

Cette description a été réalisée à partir de données corrigées.

3.3.1 Données utilisées

Le SIRE a connaissance de l'identifiant de certains animaux morts équarris lorsque le propriétaire déclare directement la mort de son animal au SIRE (par le biais du renvoi du livret signalétique de l'animal ou par le biais d'une déclaration en ligne dans ATM-ANGE). La base de données EDI-SPAN a connaissance de l'identifiant de l'animal équarri, quand celui-ci est relevé par l'équarrisseur et notifié. Ces deux sous-ensembles d'animaux identifiés parmi les animaux équarris sont complémentaires et procurent un échantillon global d'animaux équarris identifiés. Les données issues de cet échantillon ont été utilisées pour la réalisation de courbes de survie. Les données corrigées du fichier « tournées » d'EDI-SPAN ont-elles été utilisées pour la représentation graphique de la dynamique de la mortalité et pour la modélisation.

Pour la représentation de la mortalité équine à l'échelle régionale, six regroupements régionaux ont été construits sur critères de proximité géographique, raciale et zootechnique. Le type de structure équine constitue à priori une des variables parmi les plus importantes à l'origine de la mortalité. Les soins prodigués aux chevaux dépendent essentiellement des structures au sein desquelles ils sont hébergés et leur état de santé dépend beaucoup de leurs utilisations. La première région correspond au regroupement de la Basse-Normandie, de la Bretagne et du Pays de Loire. Selon les informations fournies dans l'annuaire écus, ce regroupement géographique correspond à peu près à la première région en termes de races pur- Sang, trotteur, et selle français. Y sont à peu près présents 40 % des élevages nationaux, la moitié des juments pur-sangs, deux tiers des juments trotteuses, un quart des juments selle Français, 30 % des ponettes nationales, 15 % des juments de trait, et 20 % des ânesses. Au niveau de l'utilisation des équidés, y sont entraînés 25 % des galopeurs nationaux, y figure la moitié des hippodromes nationaux, et la moitié des lieux d'entraînement de trotteurs. Le deuxième compartiment correspond au regroupement de l'Aquitaine, des Pyrénées, et de l'Auvergne. De même, y figurent à peu près 25 % des élevages nationaux. Y figurent 30 % des ânesses, 52 % des poulinières de trait, de nombreux poneys. L'élevage équin y est davantage extensif et tourné vers une production de viande. Le troisième compartiment correspond au regroupement de l'Île de France, de la Picardie, du Nord pas de Calais et de la Haute Normandie. De même, y sont présents la majorité des centres équestres nationaux, et y sont réalisées la majorité des courses. Vingt-cinq pourcent des galopeurs y sont entraînés et y figurent 20 % des centres équestres. Le quatrième compartiment correspond au regroupement du Languedoc Roussillon de Paca, et de Rhône-Alpes. Le cinquième compartiment correspond au regroupement de la région Centre, Poitou-Charentes et Limousin. Le sixième compartiment correspond au regroupement de la Bourgogne, de la Champagne-Ardenne et de la Franche-Comté. Les trois derniers compartiments n'ont pas vraiment de particularité identifiable. Ces regroupements ont essentiellement été proposés sur critère de proximité géographique.

3.3.2 Méthodes utilisées : Courbes de survie, Courbe de mortalité et Modélisation

Les courbes de survie ont été proposées par catégorie et par sexe. Les courbes de survie par âge et par sexe et les intervalles de confiance à 95% associés ont été calculés par la méthode de Kaplan-Meier (Kaplan El, et al., 1958). Les différences de survie entre catégories ont été testées au moyen du test du Log-Rank. Les analyses de survies ont été réalisées à partir du package Survival du logiciel R (Terry Therneau, 2012).

Les courbes de représentation de la dynamique de la mortalité équine ont été réalisées avec le logiciel R (R Core Team, 2012) avec des pas de temps journalier et hebdomadaire, au niveau national et au sein de certains regroupements géographiques au regard de la précision de la catégorisation dans ces départements. L'effet du rythme quotidien de réception des appels par les différentes sociétés d'équarrissage sur la dynamique journalière apparente de mortalité équine a été décrit.

Une modélisation du nombre des morts hebdomadaires a été réalisée au moyen d'un modèle linéaire généralisé (GLM) avec une loi de quasi poisson permettant de prendre en compte la sur-dispersion des données (McCullagh P, 1989). La tendance et la saisonnalité ont été prises en compte dans le modèle aux moyens de Splines cubiques naturelles (Heuer et al., 1997 ; Fan J et al., 2005). Plusieurs modèles ont été testés en faisant varier le nombre de nœuds des splines de 3 à 7 par an (Hastie et al., 1992). La sélection des meilleurs modèles a été réalisée sur la base du critère d'Akaike corrigé (AIC) en retenant les modèles dont la différence d'AIC corrigé par rapport au modèle le plus complexe était inférieur ou égale à quatre (Burnham, 1998). L'analyse a été réalisée au moyen du logiciel R package Spline, et la comparaison des modèles a été réalisée grâce à la fonction Ictab du package bbmle (Ben Bolker, 2012 et 2009).

Le modèle a été appliqué aux données de la mortalité tous équidés confondus et par répartition jeune/adulte (la classe jeune correspond alors au regroupement des équidés catégorisés en mort-nés et des poulains, la classe adulte correspond au regroupement des autres équidés). Enfin, il a été proposé une modélisation par catégorie raciale au niveau national. La modélisation tous équidés confondus a également été proposée au sein de certains regroupements régionaux.

4 RESULTATS

Les résultats suivront le même découpage que celui utilisé pour la partie matériel et méthodes : évaluation de la fiabilité de la base de données EDI-SPAN et amélioration de cette base de données grâce aux données complémentaires issues de la base de données SIRE dans un but de description de la mortalité des équidés.

4.1 Evaluation de la fiabilité de la base de données EDI-SPAN

4.1.1 Nombre de chevaux équarris

Le nombre de chevaux équarris n'est pas toujours transmis : Parmi les 74 541 visites d'équarrisseurs enregistrées dans la table des tournées, 1 179 [1,6%] ne rapportent pas le nombre de chevaux équarris (tableau 3). Parmi ces 1 179 visites, seules trois ont été réalisées en mentionnant un poids nul estimé d'animaux équarris. Ces 1,6% de visites en question ne concernent pas forcément des enlèvements lors desquels le cadavre ou le propriétaire du cadavre aurait été absent. Etant donné que le nombre moyen de chevaux équarris par ligne de visite parmi les 73 362 visites rapportant le nombre de chevaux équarris dans l'EDI SPAN est de 1,01, le chiffre 1 a été attribué en tant que nombre d'animaux collectés pour les 1 179 visites en question, lorsque le poids effectif d'enlèvement n'est pas nul.

nb chevaux équarris	1	2	3	4	5	6	7	10	13	NA
nb de visites	72749	511	72	21	4	2	1	1	1	1179
[%] des visites notifiant	[99,1]	[0,7]								

Tableau 3 : Notification du nombre d'enlèvements par visite au sein du fichier des tournées (du 05 janvier 2009 au 4 janvier 2013) ⁽¹⁾

⁽¹⁾ soit un total de 74 133 équins équarris pour 73 362 visites notifiant le nombre d'équins équarris et 1179 visites ne notifiant pas le nombre d'équidés

Cette évaluation toutes catégories d'équidés confondues masque une hétérogénéité inter-catégorie. En effet, toutes années confondues, et au niveau national, l'effectif d'équidés équarris n'est pas disponible chez 13% des équidés équarris en tant que « cheval adulte », 2% des équidés équarris en tant qu'ânes, et 1% des équidés équarris en tant que « chevaux de selle », « chevaux de trait », « poneys », « poulains », ou « mort-nés ».

Cette évaluation au niveau national masque également une hétérogénéité interdépartementale, étant donné que l'inaccessibilité de l'effectif d'équidés équarris est essentiellement localisée en Charente (82,1% des visites réalisées dans ce département ne rapportent pas le nombre d'équidés ramassés), en Haute-Vienne (76,5%), et en Dordogne (7,8%).

4.1.2 Localisation départementale

L'estimation de la fiabilité de la localisation départementale des 34 960 visites réalisées en 2012, basée sur la sectorisation de l'activité des équarrisseurs semble très bonne. Seules 211(0,6%) localisations de ces visites réalisées sont inexactes.

4.1.3 Date de la mort

Les erreurs de dates concernent 0,06% des visites rapportées au niveau national et toute année confondue. Le délai de service d'équarrissage perceptible est en effet supérieur à 10 jours pour 46 des visites rapportées. (tableau 4)

Délai (jours)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	23	32	34	337	366	671
nombre de visites	5055	39727	15024	7999	3989	836	260	156	71	36	27	12	9	6	2	1	1	1	1	1	5	1	4	1	1
% du nombre de visites	6,9	54,3	20,5	10,9	5,4	1,1	0,4	0,2	0,1																

Tableau 4 : Distribution des délais de passage des visites

Les incertitudes sur la fiabilité de la date de la mort proviennent aussi de son absence ponctuelle. La visite d'équarrissage peut effectivement être réalisée en l'absence d'appel pour demande d'enlèvement. C'est

effectivement le cas pour 1 312 visites (1,7% des visites réalisées sur le territoire lors de la période étudiée). La répartition temporelle de ces visites est tout à fait représentative de la dynamique temporelle de la mortalité équine. Cependant, ces visites ne sont pas géographiquement représentatives de l'intégralité des visites réalisées sur le territoire. En effet la majorité d'entre elles sont issues de la Charente (265 visites), de la Manche (218 visites), de la Haute-Vienne (136 visites), de la Loire-Atlantique (75 visites), du Calvados (43 visites), et de l'Eure (39 visites). Par la suite, la date d'appel de ces 1 312 visites a été arbitrairement fixée à la veille du passage (délai moyen national du service d'équarrissage mesuré à 1 jour).

La fiabilité de la date de la mort nécessite également de choisir le meilleur indicateur temporel de la date de mort des équidés parmi les trois indicateurs à disposition, à savoir : la date d'appel pour demande d'enlèvement notifiée dans le fichier des appels, la date d'appel pour demande d'enlèvement notifiée dans le fichier des tournées, ou la date d'équarrissage notifiée dans le fichier des tournées. Chacun de ces indicateurs est a priori postérieur à la mort de l'équidé. Cependant, étant donné que la date d'appel est plus proche de la date de la mort de l'équidé que la date de son enlèvement, il est ainsi préférable de la sélectionner en tant qu'indicateur. De plus, étant donné que le fichier des tournées est plus fiable que le fichier des appels (moins de doublons et de corrections figurent dans le fichier des tournées), il est également préférable de retenir comme indicateur la date d'appel pour demande d'enlèvement qui est notifiée au sein du fichier des tournées. Enfin, il s'agit de proposer un pas de temps de description adapté aux données. L'histogramme de la répartition hebdomadaire des appels (Figure 3), ainsi que la courbe de mortalité quotidienne d'après les dates d'appels (Figure 4) montrent alors l'utilité de travailler à l'échelle hebdomadaire pour estomper le biais de mesure temporelle qui découle de l'absence de réception des appels lors des week-ends ou des ponts. Pour estomper ce biais de mesure, l'utilisation d'une moyenne mobile sur sept jours aurait aussi pu également être utilisée.

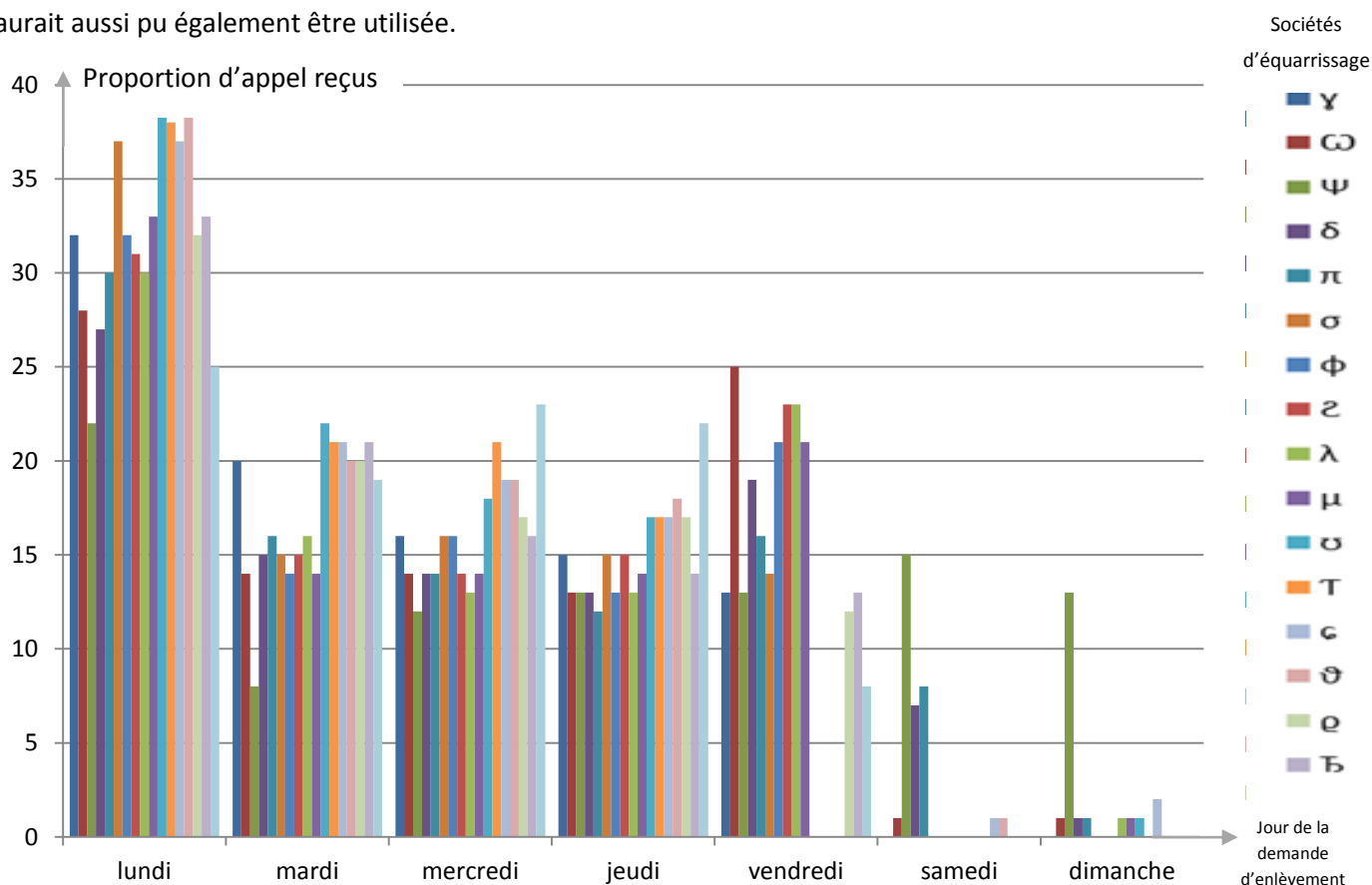


Figure 3 : Répartition hebdomadaire (en %) des demandes d'enlèvement par société d'équarrissage⁽¹⁾

⁽¹⁾ Données issues des appels pour demande d'enlèvement reçus sur tout le territoire national en 2012

D'après l'histogramme de la figure 3, l'activité de réception des appels par les différentes sociétés d'équarrissage (les noms de chaque société ont été anonymés pour des raisons de confidentialité), il apparaît que très peu de sociétés reçoivent des appels le week-end, voire que certaines ne reçoivent pas d'appel dès le vendredi.

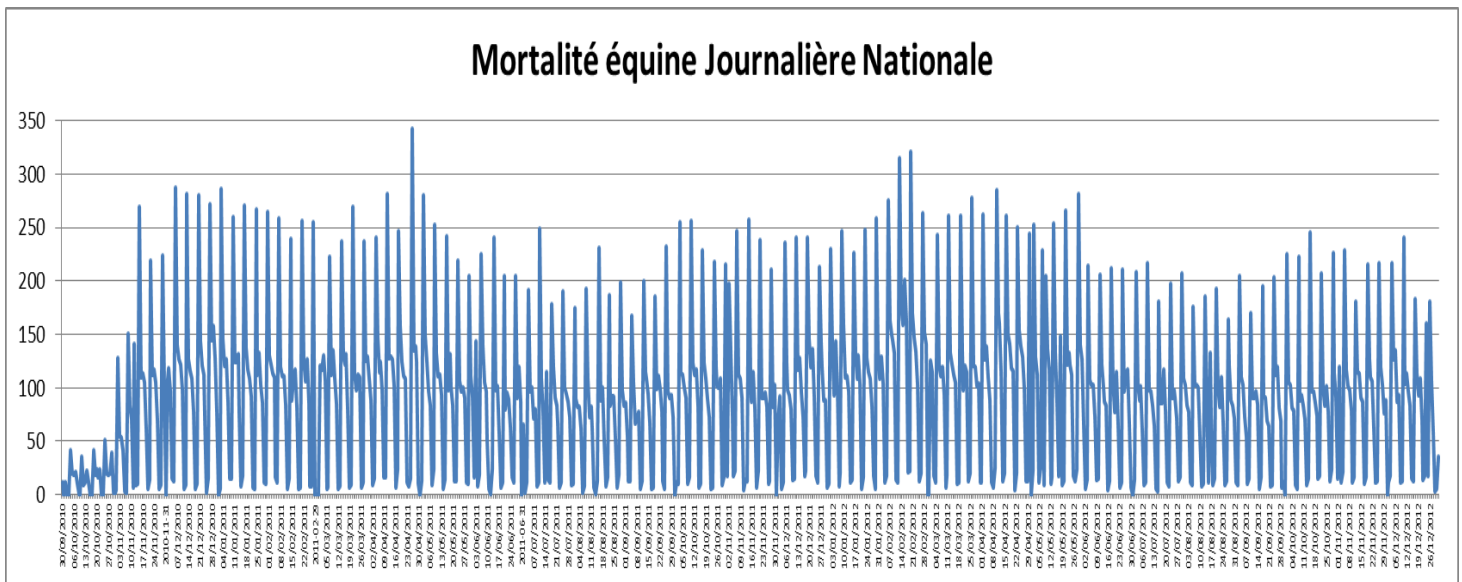
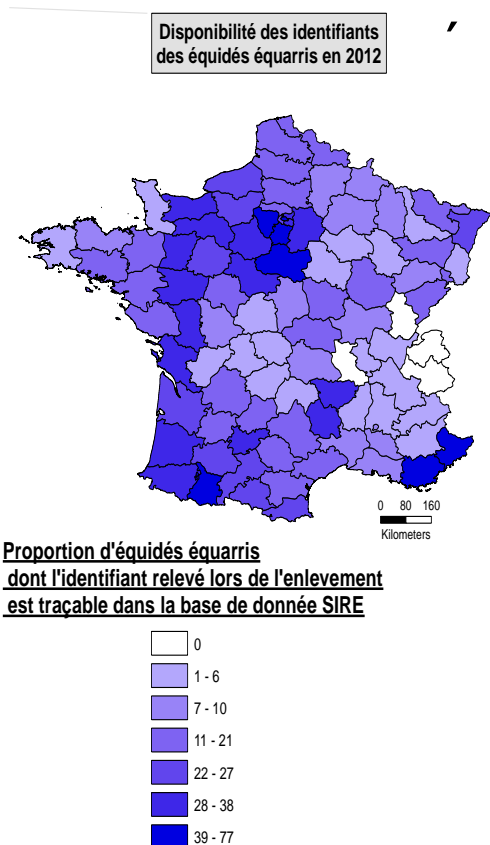


Figure 4 : Mortalité équine journalière observée sur l'ensemble du territoire national entre oct-2010 et dec-2012

La courbe de mortalité équine journalière nationale obtenue démontre à quel point la compensation de la non activité des standards le week-end par un report massif des appels en début de semaine rend artificiellement variable la mortalité équine journalière nationale apparente.

4.1.4 Identification des équidés



L'identification du cheval équarri n'est transmise que pour 29,4% des visites réalisées au niveau national sur la période étudiée. L'identification n'est valable que si elle peut être tracée dans la base SIRE. Au final, la part des équidés équarris et identifiés toutes années confondues dont l'identification est traçable au sein de la base de données SIRE est de 11,3% (n=8566 équidés). La proportion de chevaux identifiés traçables dans SIRE diffère entre les départements (Figure 5), et une augmentation annuelle est manifeste. Effectivement, en 2012, 17,2% des équidés équarris disposent d'un identifiant valide dans l'EDI-SPAN, contre 6,9% en 2011, et 3,4% en 2010.

Figure 5 : Distribution des identifiants d'équidés équarris disponibles en France par département en 2012

4.1.5 Evaluation du biais de mesure affectant le nombre d'équidés par catégorie d'équidés (fichier « tournées »)

Un certain nombre de chevaux de selle ne sont pas classés dans la catégorie « cheval de selle » mais au sein de deux catégories plus larges : « cheval adulte » et « cheval croisé ». Par exemple, en Isère, la catégorisation « cheval adulte » est utilisée en 2011 mais pas en 2012. Il est alors possible d'observer une augmentation de 44 % de la mortalité annuelle des chevaux de selle (244 équidés équarris en tant que chevaux de selle en 2012, contre 169 en 2011). Dans ce cas particulier, c'est l'abandon de la catégorisation « cheval adulte » qui gonfle artificiellement l'augmentation annuelle de la mortalité des chevaux de selle. Les poids relatifs annuels et départementaux des estimations des effectifs de chevaux de selle non catégorisés en tant que tels sont présentés dans les tableaux 5 et 6.

departement	Cantal	Drome	Rhone	Correze	Haute Vienne	Ardeche	Isere	Hautes Alpes	Ain	Loire	Haute Saone	Haute Loire	Aveyron	Jura
Ratio	1,18	0,73	0,59	0,58	0,55	0,54	0,49	0,45	0,42	0,33	0,22	0,17	0,16	0,16
departement	Indre	Nord	Pas de Calais	Haute Marne	Saone et Loire	Somme	Aube	Manche	Meurthe et Moselle	Seine et Marne	Val d Oise	Aisne	Ardennes	Vosges
Ratio	0,14	0,12	0,11	0,1	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
departement	Yonne	Oise	Haute Savoie	Marne	Savoie	Charente	Ariege	Doubs	Lot et Garonne	Meuse	Pyrenees Orientales	Alpes de Haute	Creuse	Moselle
Ratio	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
departement	Tarn	Essone	Alpes Maritimes	Aude	Dordogne	Eure	Eure et Loire	Haute Garonne	Gers	Landes	Loir et Cher	Loiret	Lot	Maine et Loire
Ratio	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
departement	Puy de Dome	Pyrennes Atlantiqu	Tarn et Garonne	Vienne	Val de Marne									
Ratio	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01									

Tableau 5 : Ratios départementaux du nombre estimé de chevaux de selle équarris en 2011 et catégorisés en tant que « cheval croisé » ou « cheval adulte », par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que « cheval de selle ».

departement	Haute Vienne	Indre	Ardennes	Meuse	Nord	Pas de Calais	Aisne	Marne	Haute Saone	Charente	Manche	Somme
Ratio	0.49	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08
departement	Yonne	Jura	Moselle	Val d Oise	Aube	Haute Marne	Seine et Marne	Ain	Ariege	Loire	Oise	Rhone
Ratio	0.08	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
departement	Saone et Loire	Tarn et Garonne	Aude	Creuse	Isere	Lot et Garonne	Meurthe et Moselle	Savoie	Vosges	Ardeche	Doubs	Drome
Ratio	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
departement	Haute Savoie	Paris	Tarn	Cher	Dordogne	Eure	Haute Garonne	Gers	Herault	Landes	Haute Loire	Loiret
Ratio	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
departement	Lot	Puy de Dome	Pyrennes Atlantiques	Hautes Pyrennes	Pyrenees Orientales	Haut Rhin	Sarthe	Seine Maritime	Vienne	Essone	Val de Marne	
Ratio	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	

Tableau 6 : Ratios départementaux du nombre estimé de chevaux de selle équarris en 2012 et catégorisés en tant que « cheval croisé » ou « cheval adulte » par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que « cheval de selle ».

En conclusion, pour décrire la dynamique de la mortalité des chevaux de selle en s'affranchissant des sous-estimations dues à l'usage des catégorisations « cheval adulte » et « cheval croisé », il est préférable de ne pas

inclure dans la description les départements dont l'estimation du poids relatif de chevaux de selle équarris en tant que cheval adulte ou cheval croisé est supérieur à 5% lors d'au moins une des deux années étudiées. Cette démarche implique de retirer les 35 départements (Cf. Annexe 5). Retirer tous ces départements implique alors de décrire la mortalité des chevaux de selle sur environ 66% des chevaux de selle équarris sur le territoire national entre début 2011 et fin 2012. (Les chevaux équarris en tant que chevaux de selle au sein des départements gardés représentent 21 728 équidés parmi les 32 926 équidés équarris en tant que cheval de selle sur tout le territoire entre 2011 et 2012.). Figure en Annexe 6 la courbe de mortalité obtenue lorsqu'on exclut ces 35 départements de la description.

Cette démarche a également été appliquée aux chevaux de trait, poneys et ânes. Trois listes des départements à exclure pour décrire la mortalité des chevaux de trait, poneys, et ânes ont alors été établies.

Cette démarche appliquée aux chevaux de trait implique de retirer de la description les données issues de 31 départements (Tableaux des Ratios en Annexes 7 et 8, Liste des 31 départements en Annexe 9). Retirer tous ces départements implique alors de décrire la mortalité des chevaux de trait sur environ 65 % des chevaux de trait équarris sur le territoire national entre début 2011 et fin 2012 (les chevaux équarris en tant que chevaux de trait au sein des départements gardés représentent 2418 équidés parmi les 3722 équidés équarris en tant que chevaux de trait sur tout le territoire entre 2011 et 2012). La figure en Annexe 10 présente la courbe de mortalité obtenue lorsqu'on exclut ces 31 départements de la description.

Cette démarche appliquée aux poneys implique de retirer de la description les données issues de 26 départements, (Cf Tableaux des ratios en Annexe 11 et 12, Liste des 26 départements en Annexe 13). Retirer tous ces départements implique alors de décrire la mortalité des poneys sur environ 73% des poneys équarris sur le territoire national entre début 2011 et fin 2012. (Les équidés équarris en tant que poneys au sein des départements gardés représentent 11612 équidés parmi les 15885 équidés équarris en tant que poneys sur tout le territoire entre 2011 et 2012). La figure en Annexe 14 présente la courbe de mortalité obtenue lorsqu'on exclut ces 26 départements de la description.

Cette démarche appliquée aux ânes implique de retirer de la description les données issues de 26 départements,(Tableaux des Ratios en Annexe 15 et 16, liste des 26 départements en Annexe 17). Retirer tous ces départements implique alors de décrire la mortalité des ânes sur environ 73 % des ânes équarris sur le territoire national entre début 2011 et fin 2012 (les équidés équarris en tant qu'ânes au sein des départements gardés représentent 3638 équidés parmi les 4977 équidés équarris en tant qu'ânes sur tout le territoire entre 2011 et 2012.)

4.1.6 Evaluation de l'exactitude du nombre d'équidés par catégorie d'équidés (fichier « appels »)

Il est possible de faire correspondre 44 816 appels avec leur enlèvement respectif. Ceci correspond à une traçabilité de 63,7% des appels notifiés dans l'EDI-SPAN sur la période d'étude. Cette traçabilité relativement faible de la correspondance des appels avec leur enlèvement respectif s'explique entre autre par une forte proportion d'identifiants d'établissement disjoints entre les deux fichiers. De plus, au sein du fichier des tournées, 1,2% des clés primaires ainsi créées ne sont pas uniques. Le biais de mesure (non prise en compte des demandes d'enlèvement ayant lieu le même jour pour au moins deux équidés à enlever) engendré par la création de cette clé primaire peut donc être considéré comme négligeable. La catégorie indiquée lors de l'appel diffère de celle indiquée lors de la visite pour 2 242 appels, soit pour 5% des appels dont il a été possible de créer une correspondance. Le tableau 7 illustre la stratification par catégorie d'équidés de cette incompatibilité entre les deux sources de données.

Catégorie de l'équidé	Proportion de catégorisations qui diffèrent entre le fichier des appels et des tournées (%) ⁽²⁾
Ane	1,7
Cheval de selle	2,9
Cheval de trait	6,7
Cheval adulte	5
Poney	4,2
Poulains	7,5
Mort-nés	9,8

Tableau 7 : Fiabilité de la catégorisation au sein du fichier des appels⁽¹⁾

⁽¹⁾ La fiabilité est calculée à partir des données d'appels collectés sur tout le territoire, toutes années confondues, et dont il est possible de retrouver l'enlèvement effectif.

⁽²⁾ Pour chaque catégorie d'équidé «i», Proportion de catégorisations indiquées lors de l'appel qui diffèrent de la catégorisation indiquée à l'enlèvement, parmi la totalité des catégorisations «i» indiquées lors de l'appel.

Cependant, il est fort possible qu'une grande partie des divergences de catégorisation observées entre ces deux fichiers résulte d'un biais de mesure qui s'explique par une attribution de catégorisation aux équidés sur un critère de race ou d'âge. C'est-à-dire qu'un client peut indiquer lors de l'appel la race de son poulain mort, c'est-à-dire cheval de selle par exemple, mais lors de l'équarrissage, l'attribut poulain est finalement gardé en tant que catégorie, étant donné l'âge de l'animal. Aussi, par motivation économique, certains propriétaires peuvent volontairement indiquer lors de l'appel que leurs chevaux de selle de plus de deux ans sont des poulains dans le but de réduire la tarification du service d'équarrissage qui leur sera due. Cependant les catégorisations inexactes volontairement indiquées lors de l'appel sont ensuite corrigées par les agents de collecte.

Si l'on décide de retirer du tableau tous ces biais de mesure dus à l'âge, en retirant les « chevaux adultes », les « poulains » et les « mort-nés » de la population source de l'étude, alors on obtient le tableau 8.

Catégorie de l'équidé	Proportion de catégorisations qui diffèrent entre le fichier des appels et des tournées (%) ⁽²⁾
Ane	1,2
Cheval de selle	1
Cheval de trait	3
Poneys	3

Tableau 8 : Fiabilité de la catégorisation au sein du fichier des appels, (biais de mesure écarté)⁽¹⁾

⁽¹⁾ La fiabilité est calculée à partir des données d'appels collectés sur tout le territoire, toutes années confondues, et dont il est possible de retrouver l'enlèvement effectif. La population source de cette étude est la population exempte des poulains, mort-nés, croisés, chevaux adultes.

⁽²⁾ Pour chaque catégorie d'équidé «i», Proportion de catégorisations indiquées lors de l'appel qui diffèrent de la catégorisation indiquée à l'enlèvement, parmi la totalité des catégorisations «i» indiquées lors de l'appel.

Ainsi, en travaillant au sein d'une population chez laquelle il est possible de réduire ce biais de mesure, l'exactitude apparente de la catégorisation lors de l'appel s'améliore pour toutes les catégories d'équidés. Au final, il est possible de dire que l'exactitude de la catégorisation lors de l'appel est meilleure chez les ânes et chez les chevaux de selle que chez les poneys et les chevaux de trait.

Les départements au sein desquels sont le plus présentes ces divergences sont le Haut-Rhin, la Nièvre, la Gironde, et les Bouches du Rhône.

4.2 Proposition d'améliorations de la base de données EDI-SPAN à partir de données complémentaires issues de la base de données SIRE

Les données sur la race, le sexe et la date de naissance issues de la base de données SIRE ont permis de compléter et/ou contrôler la validité des informations disponibles au sein de la base de données EDI-SPAN.

4.2.1 Vérification et correction de la catégorisation sur critère racial

La correction de la catégorisation sur critère racial a d'abord été réalisée sur l'échantillon d'équidés équarris identifiés dont l'identifiant est traçable dans SIRE.

Une proposition d'extension de la correction à la totalité de la base EDI-SPAN a par ailleurs été faite. Les résultats de cette proposition sont présentés au niveau annuel national et par catégorie au sein du tableau 9. Les paramètres obtenus permettent d'estimer le poids des biais de mesure du dénombrement des équidés par catégorie.

Âne	Nombre d'équidés catégorisés "âne" à l'enlèvement		Catégorisation "âne"		Nombre corrigé d'ânes équarris	Précision relative du dénombrement	Catégorisation "âne"	
	total	identifiés	Se	Sp			VPP	VPN
2012	2651	248	0,98 [0,98 - 0,99]	1,00 [1 - 1]	2663 [2629 - 2698]	0,013	0,98 [0,97 - 0,98]	1,00 [1 - 1]
2011	2357	96	1,00 [0,96 - 1]	1,00 [1 - 1]	2357 [2307 - 2454]	0,031	1,00 [0,96 - 1]	1,00 [1 - 1]

Cheval de Selle	Nombre d'équidés catégorisés "Cheval de Selle" à l'enlèvement		Catégorisation "Cheval de Selle"		Nombre corrigé de Chevaux de Selle équarris	Précision relative du dénombrement	Catégorisation "Cheval de Selle"	
	total	identifiés	Se	Sp			VPP	VPN
2012	17154	3700	0,93 [0,92 - 0,93]	0,87 [0,86 - 0,87]	16535 [15943 - 17147]	0,036	0,89 [0,88 - 0,9]	0,91 [0,9 - 0,92]
2011	16162	1534	0,94 [0,93 - 0,95]	0,87 [0,85 - 0,88]	15342 [14454 - 16281]	0,06	0,90 [0,89 - 0,91]	0,93 [0,91 - 0,94]

Cheval de trait	Nombre d'équidés catégorisés "Cheval de Trait" à l'enlèvement		Catégorisation "Cheval de trait"		Nombre corrigé de Chevaux de trait équarris	Précision relative du dénombrement	Catégorisation "Cheval de trait"	
	total	identifiés	Se	Sp			VPP	VPN
2012	1919	382	0,74 [0,73 - 0,75]	0,99 [0,99 - 0,99]	2277 [2149 - 2409]	0,057	0,91 [0,91 - 0,92]	0,97 [0,96 - 0,97]
2011	1830	120	0,77 [0,75 - 0,79]	0,99 [0,99 - 0,99]	2021 [1817 - 2235]	0,103	0,88 [0,87 - 0,89]	0,98 [0,97 - 0,98]

Poney	Nombre d'équidés catégorisés "Poney" à l'enlèvement		Catégorisation "Poney"		Nombre corrigé de poney équarris	Précision relative du dénombrement	Catégorisation "Poney"	
	total	identifiés	Se	Sp			VPP	VPN
2012	8270	1212	0,88 [0,87 - 0,88]	0,95 [0,95 - 0,96]	8254 [7948 - 8570]	0,038	0,88 [0,88 - 0,89]	0,95 [0,94 - 0,96]
2011	7722	409	0,85 [0,84 - 0,87]	0,96 [0,96 - 0,97]	8194 [7726 - 8687]	0,059	0,91 [0,89 - 0,92]	0,94 [0,93 - 0,95]

Tableau 9 : Estimation des indicateurs de l'exactitude des catégorisations

Selon ces tableaux, il apparaît que la sensibilité de la catégorisation des chevaux de trait diminue en 2012 par rapport à 2011. La sensibilité de la catégorisation des poneys augmente en 2012 par rapport à 2011. Il n'est pas possible de se prononcer sur l'évolution de la sensibilité de la catégorisation des chevaux de selle et des ânes (Intervalles à 95% non disjoints).

De même, la spécificité de la catégorisation des poneys diminue très légèrement en 2012 par rapport à 2011. La spécificité de la catégorisation des ânes, des chevaux de selle et de trait reste pratiquement constante en 2012 par rapport à 2011.

Concrètement, étant donné la disjonction des intervalles de confiance à 95% (IC95) des dénombrements corrigés d'ânes équarris, il est possible de s'avancer pour affirmer une augmentation du nombre d'ânes morts (ou bien équarris) en 2012 par rapport à 2011. Cette augmentation s'élève à 12,4% selon les données brutes, et à 12,9% [7,1-16,9]_{IC95} selon les données corrigées.

Au regard de ces biais de mesure sur la catégorisation, il a été proposé de modéliser la mortalité équine en regroupant ensemble les équidés adultes des différentes catégories, au sein d'une nouvelle classe "équidés adultes"⁽¹⁾ plutôt que de tenter de corriger la catégorisation raciale sur la totalité de la base EDI-SPAN.

4.2.2 Vérification et correction de la catégorisation sur critère d'âge

La frontière entre poulain et mort-né est a priori floue étant donné que les poulains sont en général définis par les sociétés d'équarrissage comme des équidés ayant moins de deux ans. De plus, un équidé prend réglementairement un an d'âge au 31 décembre de son année de naissance, il est donc possible que des équidés de moins de 24 mois ne soient pas catégorisés en tant que « poulains » ou « mort-nés », mais en tant que « chevaux de selle », « chevaux de trait », « poneys », « chevaux adultes », ou « chevaux croisés ». Pour tous les équidés équarris et correctement identifiés à l'enlèvement, dont la date de naissance est accessible dans la base de données SIRE, il est possible d'avoir accès à l'âge à la mort des équidés équarris en tant que poulains ou mort-nés. Cependant il n'est pas possible de maîtriser le biais de sélection pour la mesure du caractère âge de la mort chez les équidés équarris en tant que « poulains » ou « mort-nés ».

L'identifiant relevé, lorsqu'il est traçable dans la base de données SIRE, permet parfois d'avoir accès à l'âge à la mort de l'animal équarri. Les dates de naissance des équidés ne sont en effet pas toutes déclarées au SIRE. L'accès à l'âge permet alors de vérifier si les équidés équarris en tant qu' « ânes », « chevaux de selle », « chevaux de trait », et « poneys » ont effectivement plus de deux ans ; de vérifier si les équidés équarris en tant que « poulains » ont effectivement moins de deux ans ; et d'avoir accès à l'âge des équidés équarris en tant que mort-nés (Tableau 10).

		Equidés de moins de deux ans non catégorisés "poulain" lors de l'enlèvement			
	Nombre total d'équidés équarris	Nombre d'équidés équarris dont l'âge à la mort est disponible Total	âge<2 ans	Estimation de la proportion	Estimation de l'effectif
Cheval de selle	17154	2924	35	1,2[0,84-1,56]	206[144-257]
Cheval de trait	1919	324	6	1,86[0,52-3,23]	36[10-62]
Poney	8270	362	13	3,61[1,73-5,49]	289[143-454]
Âne	2651	30	4	13,3[1,24-25,43]	353[33-674]
				Total : 884[330-1447]	
		Equidés de plus de deux ans catégorisés "poulain" lors de l'enlèvement			
			âge>2 ans		
Poulain	2629	325	75	23,15[18,85-27,45]	609[496-722]
		Equidés d'au moins un mois catégorisés "mort-nés" lors de l'enlèvement			
			âge>0mois		
Mort-nés	1591	110	18	16,36[9,69-23]	260[154-366]
		Equidés d'au moins deux mois catégorisés "mort-nés" lors de l'enlèvement			
			âge>1mois		
Mort-nés	1591	110	8	7,27[2,59-11,95]	116[41-190]

Tableau 10 : Estimation au sein de la population totale d'équidés équarris des erreurs de catégorisation sur critère d'âge⁽²⁾

⁽²⁾Estimation basée d'après les données d'enlèvement collectées en 2012 sur tout le territoire national

⁽¹⁾ Regroupement constitué des équidés équarris en tant que « chevaux de selle », des « chevaux de trait », des « poneys », des « ânes », des « chevaux adultes », et des « chevaux croisés ».

Concernant les poulains ayant plus de deux ans au sein de l'échantillon, il peut s'agir soit de poulains dont l'équarisseur a relevé l'identifiant de la mère, soit de catégorisation fiable avec erreur lors du relèvement de l'identification, soit de catégorisation erronée avec fiabilité du relèvement de l'identification. Le poids estimé à l'enlèvement de ces poulains a priori plus âgés que 2 ans, n'est jamais supérieur à 200 kg, toutes les catégories y sont présentes, et la parité y est respectée.

Au regard des résultats obtenus au sein du tableau 10, il paraît possible qu'une augmentation apparente de la mortalité des jeunes provienne d'une erreur de catégorisation sur critère d'âge. En effet, une faible augmentation de la proportion d'équidés de plus de deux ans d'âge catégorisés en tant que «poulain» ou «mort-nés» lors de l'enlèvement peut engendrer une forte augmentation apparente de la mortalité des poulains. L'identification des équidés permet donc de trancher sur l'origine d'une augmentation ou diminution du nombre de mort apparent chez les équidés jeunes ou adultes.

Au final, la correction de l'âge des animaux n'a été effectuée que sur l'échantillon d'équidés équarris identifiés dont l'identifiant étaient traçable dans la base SIRE.

4.3 Description de la mortalité des équidés

Seuls les exemples les plus informatifs des différents types de description de la mortalité sont présentés ici

4.3.1 Description à l'aide d'histogrammes et de courbes de survie

L'âge de la mort, en fonction de la catégorie et du sexe peut être représenté par des histogrammes et des courbes de survie sur l'échantillon d'équidés équarris identifiés, et dont les identifiants sont traçables dans la base de données SIRE, et dont SIRE a connaissance de l'année de naissance. Des exemples d'histogrammes sont présentés dans les figures 6 à 10 chez les chevaux de selle.

Description de l'âge de la mort chez les chevaux de selle :

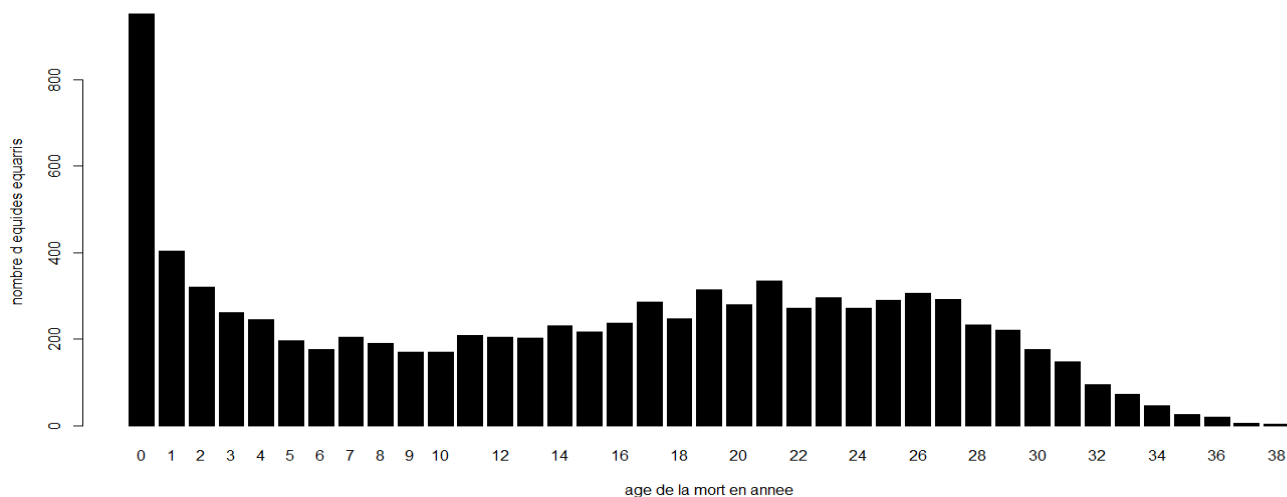


Figure 6 : Diagramme du nombre de chevaux de selle morts, tous sexes confondus, par âge(en année)⁽¹⁾

⁽¹⁾ échantillon (n=8825) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

La répartition obtenue sur l'échantillon de chevaux de selle tout sexe confondu est une répartition à décroissance exponentielle chez les jeunes chevaux de selle, puis une cloche chez les animaux de plus de 5 ans. Deux vagues de mortalité correspondant à deux catégories d'âges différentes semblent donc coexister, à savoir une vague de mortalité des jeunes de 0 à 4 ans, et une vague de mortalité des adultes de 7 à 38 ans. Reste alors à déterminer si ce profil de mortalité est présent au sein de chaque sexe, ou s'il provient essentiellement de la mortalité présente chez un sexe en particulier.

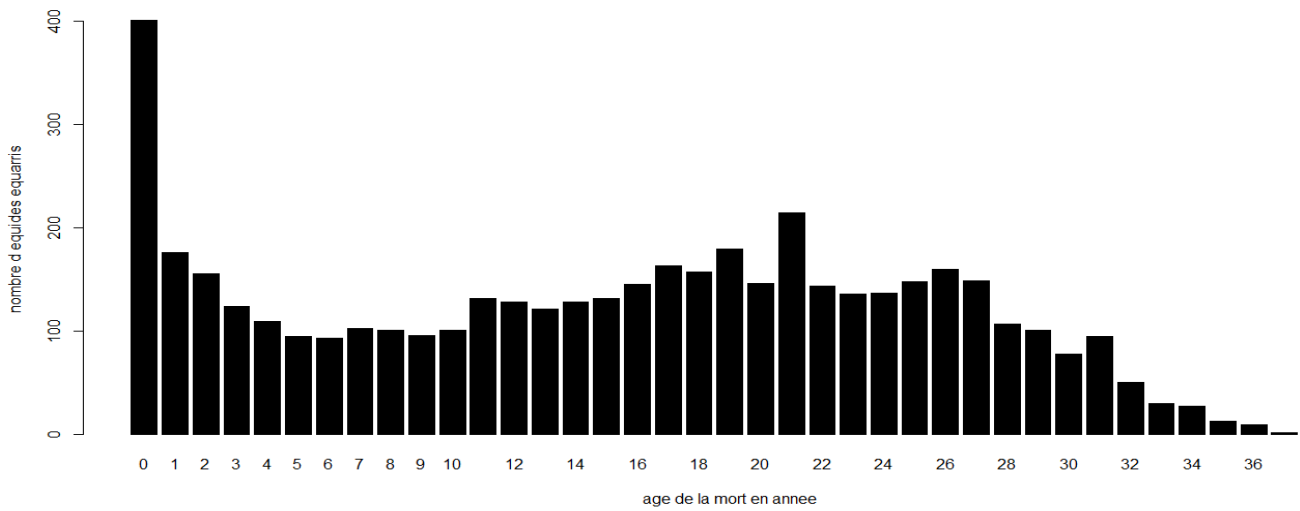


Figure 7 : Diagramme du nombre de juments de selle mortes, par âge(en année) ⁽¹⁾

⁽¹⁾ échantillon (n=4589) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

Au sein de l'échantillon de femelles de selle équarries dont l'âge à la mort est accessible, la mortalité semble atteindre deux catégories d'âges différentes.

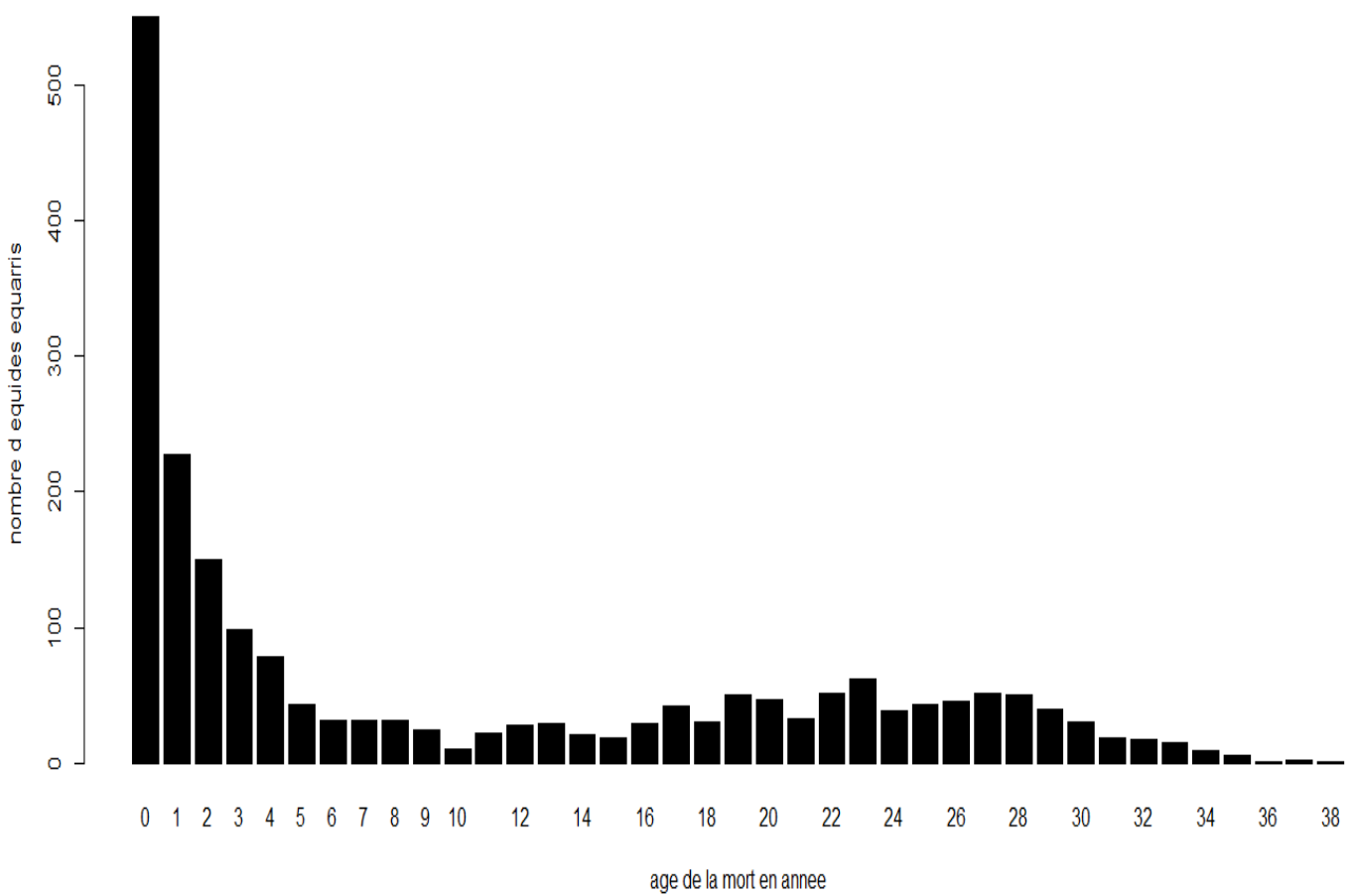


Figure 8 : Diagramme du nombre de chevaux de selle mâles morts par âge(en année)⁽¹⁾

⁽¹⁾ échantillon (n=2125) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

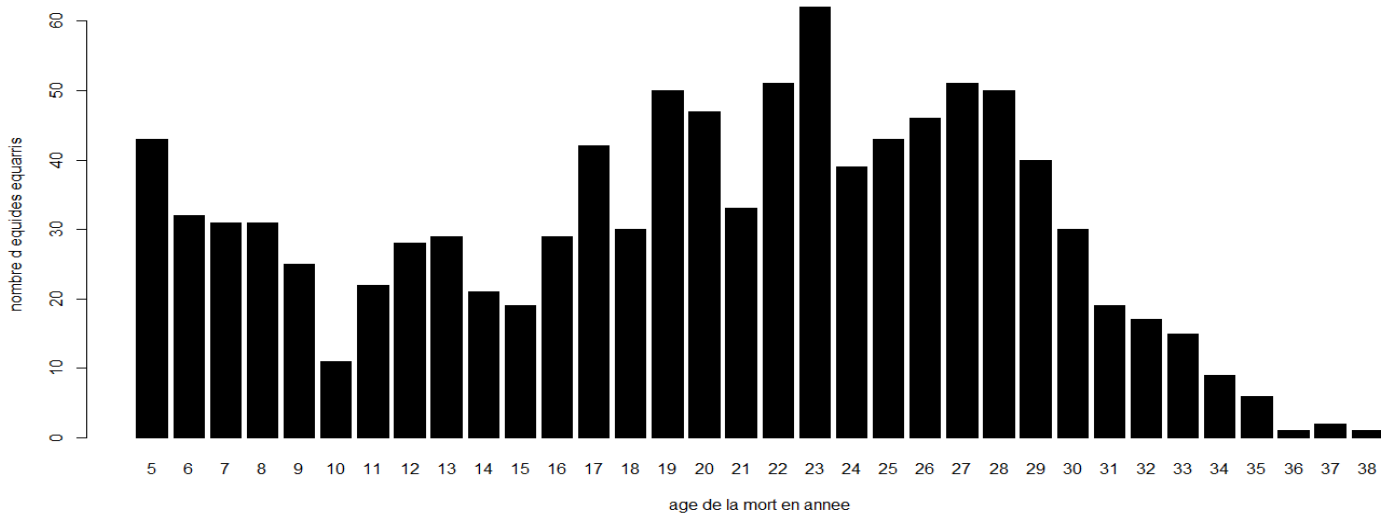


Figure 9 : Diagramme du nombre de chevaux de selle mâles d'au moins 5 ans morts, par âge(en année).

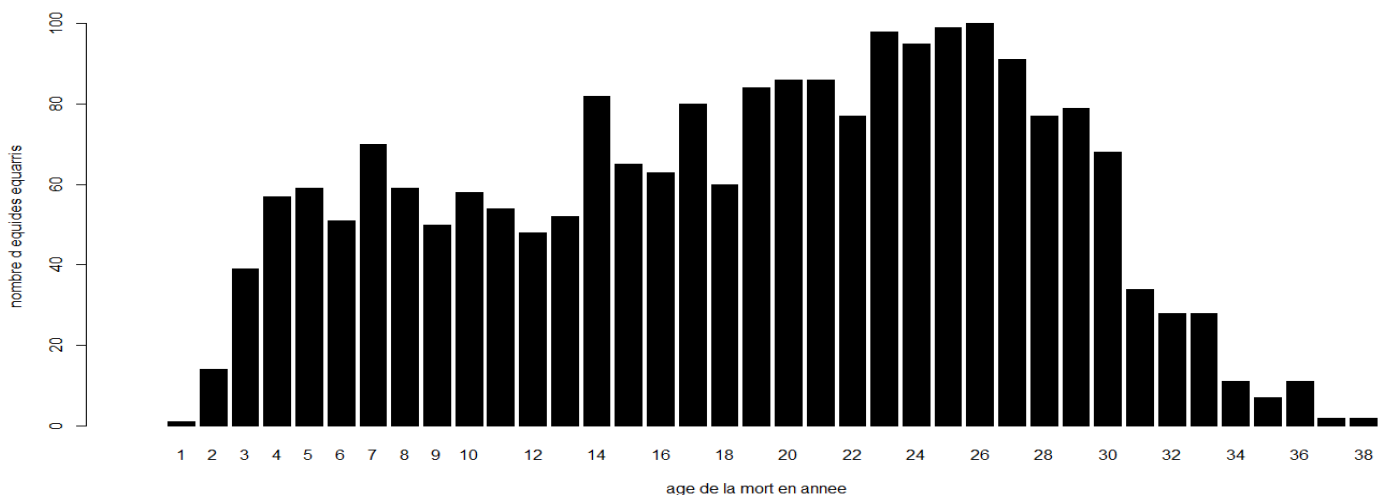


Figure 10 : Diagramme du nombre d'Hongres de selle morts par âge(en année)⁽¹⁾.

⁽¹⁾ échantillon (n=2111) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

L'âge à la mort est plus fréquemment accessible chez les femelles (n=4589) que chez les mâles (n=2125) ou les hongres (n=2111). D'après l'analyse de survie (fonction survifit du logiciel R) décrite plus bas, l'âge médian à la mort des femelles est de 16 ans [16-17]_{IC95}, l'âge médian à la mort des hongres est de 20 ans [19-20]_{IC95}, et l'âge à la mort des mâles est de 4 ans [3-4]_{IC95}. En conclusion, bien qu'il ne soit pas possible de savoir si l'échantillon de chevaux de selle morts dont l'âge à la mort est connu est représentatif pour l'âge de la mort des chevaux de selle morts sur tout le pays, il reste possible de suspecter que les mâles meurent bien plus précocement que les femelles.

Le test du Log-rank (fonction Survdif de R) appliqué à cet échantillon d'équidés de selle montre que la survie des juments de selle est significativement différente de celle des mâles et hongres de selle (p< 0,05).

Chez les mâles comme chez les femelles, la mortalité semble toucher deux catégories d'âges différents, le poids de la mortalité des jeunes, semblant plus prononcé chez les mâles que chez les femelles.

De même, la description de l'âge à la mort des poneys, des chevaux de traits et des ânes a été décrite en Annexe (Annexe 24 pour les poneys, Annexe 23 pour les chevaux de traits, Annexe 22 pour les ânes).

Afin de s'affranchir des biais potentiels liés au sexe, une description de la mortalité des équidés est présentée ci-dessous sous la forme de courbes de survie au sein d'un même sexe pour les différentes catégories.

La description dans le paragraphe précédant des intervalles à 95% des âges médians à la mort des différentes catégories d'équidés, montre que les juments de trait meurent plus précocement que les ânesses, qui elles meurent plus précocement que les juments de selle, qui elles même meurent plus précocement que les ponettes. Concernant les mâles, la description ci-dessus montre que les mâles de selle meurent plus précocement que les ânes mâles, et que les mâles de trait et les ânes mâles meurent plus précocement que les poneys. Enfin, concernant les hongres, la description ci-dessus révèle que les hongres de trait et les hongres ânes meurent plus précocement que les hongres de selle, qui eux-mêmes meurent plus précocement que les poneys hongres.

Les courbes ci-dessous sont présentées pour illustrer les spécificités de la survie selon les différentes catégories d'équidés pour un même sexe.

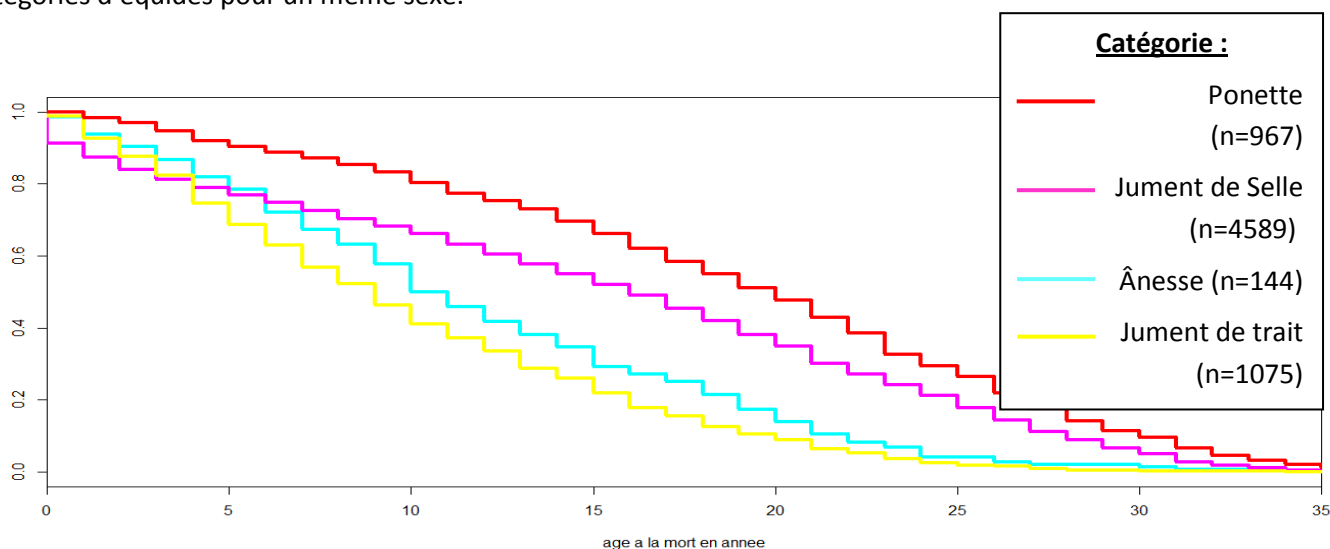


Figure 11 : Analyse de survie des femelles par catégorie d'équidés⁽¹⁾

⁽¹⁾Données issues des informations enregistrées au sein de la base EDI-SPAN et SIRE entre octobre 2010 et fin 2012, sur l'ensemble du territoire national.

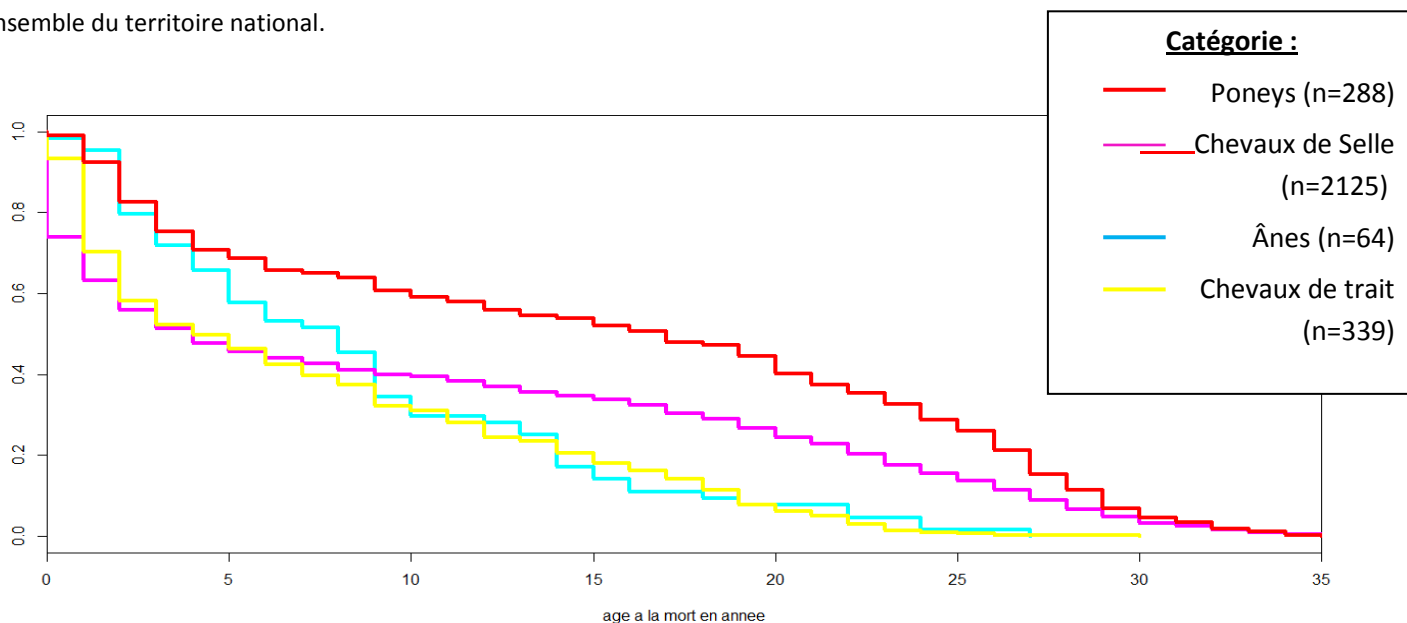


Figure 12 : Analyse de survie des mâles par catégorie d'équidés⁽¹⁾

⁽¹⁾Données issues des informations enregistrées au sein de la base EDI-SPAN et SIRE entre octobre 2010 et fin 2012, sur l'ensemble du territoire national.

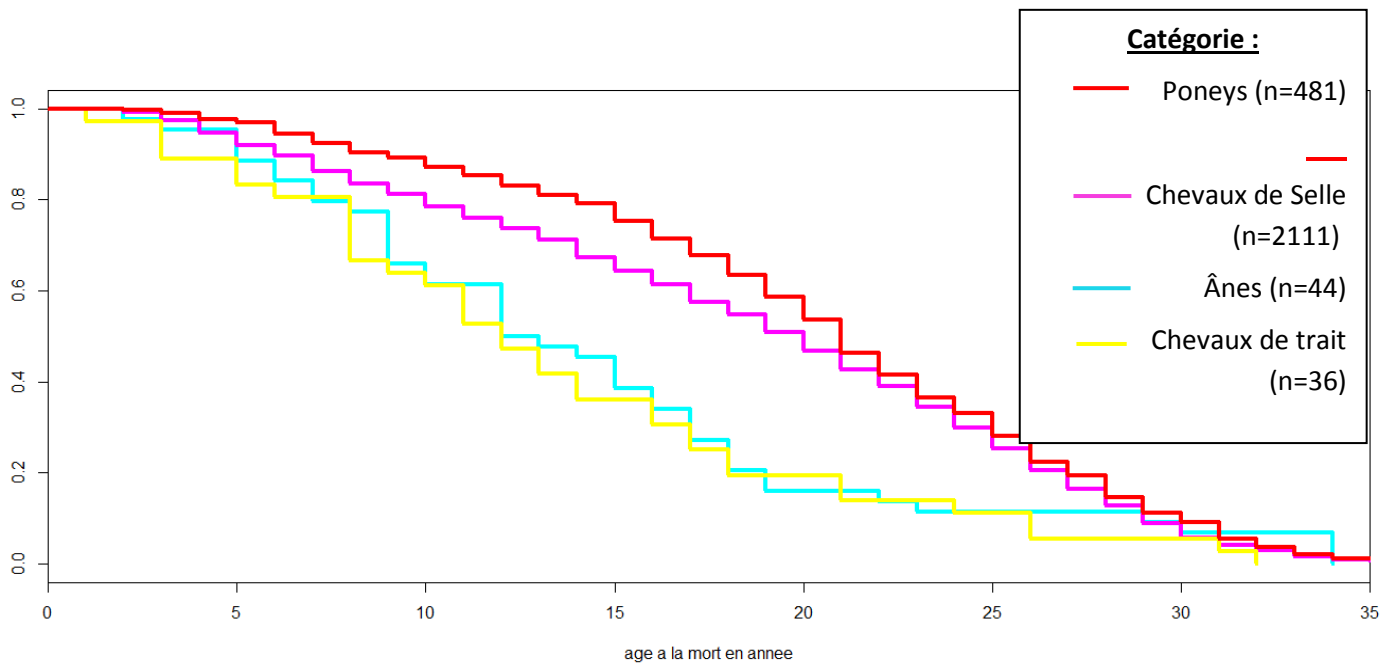


Figure 13 : Analyse de survie des hongres par catégorie d'équidés

⁽¹⁾Données issues des informations enregistrées au sein de la base EDI-SPAN et SIRE entre octobre 2010 et fin 2012, sur l'ensemble du territoire national.

4.3.2 Description de la dynamique temporelle de la mortalité

La mortalité des équidés va être décrite avec un pas de temps hebdomadaire. Quand les courbes de modélisation sont présentes sur les graphiques, elles apparaissent en pointillés.

Description de la mortalité par catégories raciales et d'âge

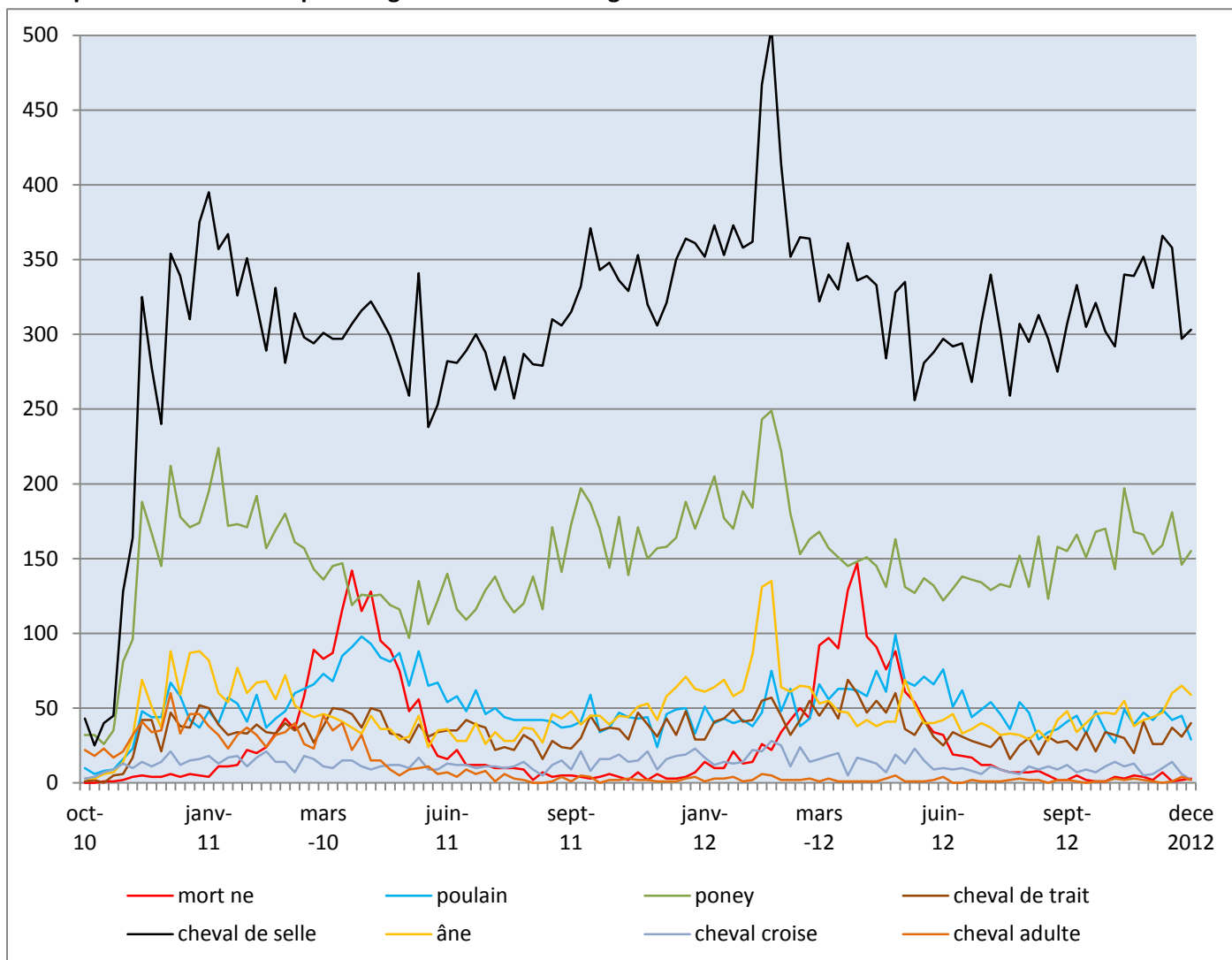


Figure 14 : Mortalité équine hebdomadaire observable au niveau national par catégorie

La mortalité des chevaux de selle, des poneys et des ânes semble obéir à une même dynamique (figure 14). C'est à dire que la mortalité de ces équidés augmente à partir du mois de septembre, atteint son maximum au mois de février, puis diminue jusqu'au mois de juin. La courbe de mortalité des chevaux de trait obéit de façon un peu moins prononcée à cette dynamique. La mortalité des équidés catégorisés en tant qu'équidés adultes disparaît en 2012 par rapport à 2011. Ceci constitue un artéfact consécutif à l'abandon de cette catégorisation. Une augmentation artificielle de la mortalité des autres catégories d'équidés en 2012 par rapport à 2011 est ainsi présente.

La dynamique de la mortalité observée chez les mort-nés est particulière avec une saisonnalité concordante avec les poulinaiges : le pic s'étendant de février à juillet avec un maximum en avril. La saisonnalité perceptible au sein de la mortalité des poulains est représentée par un pic légèrement postérieur à celui des morts nés. Ceci est concordant avec la logique zootechnique.

Pour toutes les catégories d'équidés, une variation quasi-hebdomadaire de base est présente au sein de la mortalité. Les amplitudes de ces petites variations qui donnent un aspect haché aux courbes sont cependant variables. Une anomalie pourrait donc être interprétée en tant que variation de bases.

Etant donné les remarques préalablement faites, il a été proposé d'exclure certains départements pour décrire la mortalité par catégorie d'équidés. Les courbes de mortalité obtenues au sein des départements sélectionnés sont disponibles en Annexe 5-8-11.

Au-delà de cet aspect visuel de la mortalité, les tendances chiffrées de l'évolution annuelle de la mortalité mensuelle par catégorie sont présentées au sein de l'Annexe 21.

Focus sur la mortalité des jeunes

La figure 15 met en évidence une saisonnalité marquée de la mortalité des jeunes équidés entre les mois de janvier et juin. Cette saisonnalité découle d'une superposition de la mortalité de cette catégorie d'équidés à la saison du poulinage.

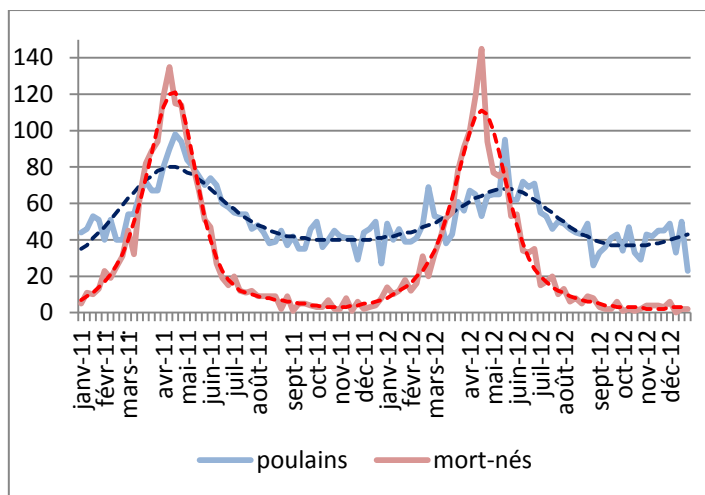


Figure 15 : Modélisation de la mortalité hebdomadaire nationale des poulains et mort-nés.

Certaines réalités zootechniques de terrain sont identifiables sur les courbes de mortalité hebdomadaire des mort-nés (figure 16). Il existe en effet une différence de prédominance de certaines races entre la Manche, le Calvados et l'Orne. A savoir, davantage de trotteurs (chevaux de course) sont présents dans l'Orne, davantage de Pur-sangs sont présents dans le Calvados (chevaux de courses) et davantage de Selle-Français sont présents dans la Manche. Du fait de leurs utilisations futures (entraînements pour la course), les trotteurs et les Pur-sangs sont des races dont la saison de reproduction, donc de poulinage est plus précoce. Or, il est clairement apparent en 2011 que les mort-nés apparaissent plus précocement dans l'Orne et le Calvados que dans la Manche. Ainsi, avant de se projeter dans la détection d'évènements sanitaires inattendus, il est déjà possible d'affirmer que des réalités zootechniques connues transparaissent dans les données de mortalité. Ceci permet, dans une certaine mesure, de renforcer la fiabilité que l'on peut accorder à la base de données.

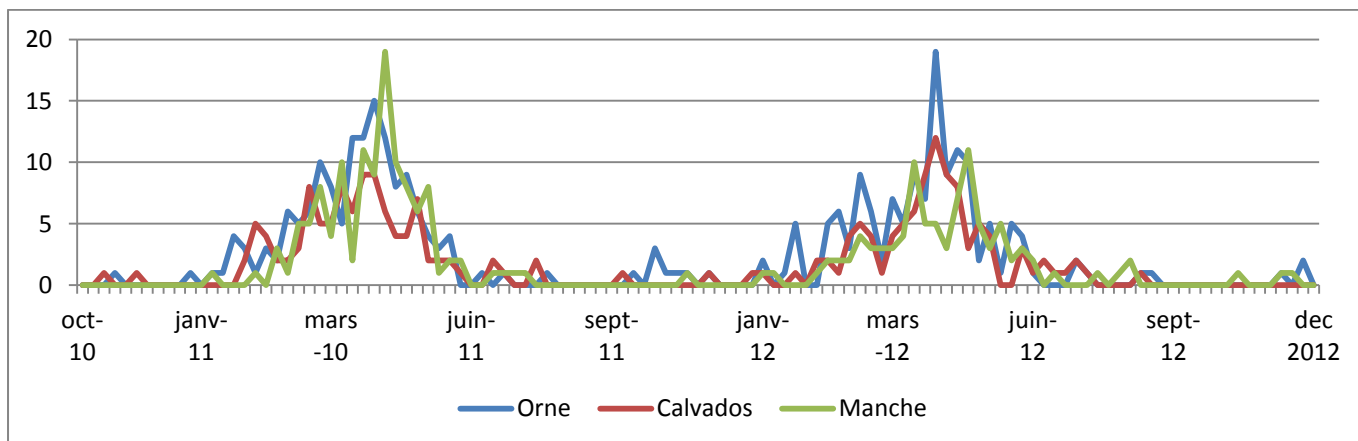


Figure 16 : Mortalité hebdomadaire des mort-nés au sein des trois départements Bas-Normands

Description de la mortalité toutes catégories raciales d'équidés confondus

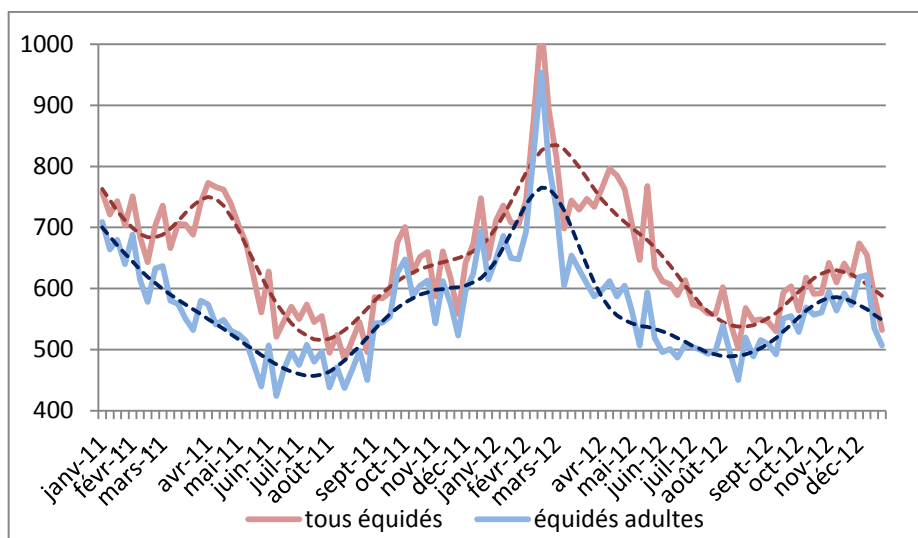


Figure 17 : Description de la mortalité hebdomadaire nationale de l'intégralité des équidés équarris, et des équidés adultes.

Le regroupement des différentes catégories d'équidés rend encore plus apparente la saisonnalité de la mortalité (figure 17) : augmentation de la mortalité démarrant en septembre, atteignant son pic en février et redescendant jusqu'en juin pour être minimale aux mois de juillet et août. Le différentiel entre la courbe « tous équidés » et la courbe « équidés adultes » fait indirectement apparaître l'augmentation de la mortalité des jeunes de février à juillet.

Un excès de mortalité est clairement objectivable entre février et mars 2012 par rapport aux mêmes mois de l'année 2011.

Description de la mortalité en fonction des regroupements régionaux

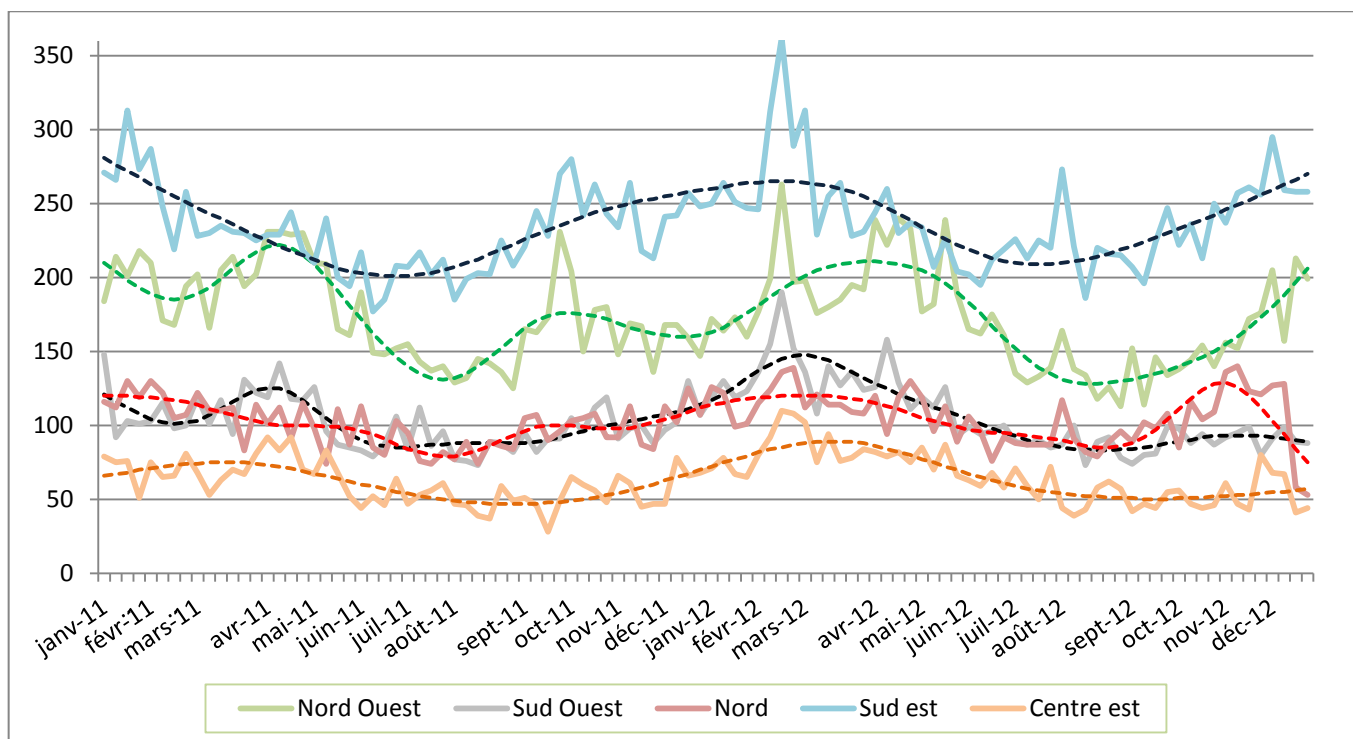


Figure 18 : Description de la mortalité hebdomadaire au sein de différents regroupements régionaux

Le démarrage de la vague saisonnière de la mortalité des équidés semble légèrement plus précoce dans le sud est, que dans les autres régions (figure 18). De même, le démarrage de cette vague semble plus précoce dans le Nord Ouest que dans les autres régions. Le pic de la saisonnalité dans le nord se situe d'avantage vers les mois de fin d'année. C'est dans le Centre-Est que le démarrage de la vague saisonnière de la mortalité semble le plus tardif. Enfin, la courbe de modélisation de la région nord-ouest, qui correspond à la plus grande région d'élevage, subit une vague supplémentaire au printemps avec un sommet en avril. Cette vague de mortalité supplémentaire en avril qui correspond probablement à la mortalité des jeunes pendant la saison de poulinage est nettement moins prononcée au sein des autres régions.

5 DISCUSSION

La discussion portera tout d'abord sur l'intérêt et les limites des méthodes utilisées et des résultats obtenus à l'issue de cette étude de faisabilité de la mise en place d'un observatoire quantitatif de la mortalité des équidés. Des propositions d'autres valorisations du fichier EDI-SPAN seront ensuite évoquées.

5.1 Evaluation de la qualité de la base de données EDI-SPAN et limites des corrections proposées

La fiabilité de la base de données EDI-SPAN relative au nombre d'équidés équarris et à leur localisation à l'enlèvement peut être considérée comme bonne. Cependant, une limite de la vérification de la localisation géographique à l'enlèvement provient du fait qu'il n'est pas possible de repérer les erreurs de notification de code postal lorsque l'erreur porte sur au moins un de ses trois derniers chiffres, ou lorsque l'erreur porte sur un de ses deux premiers chiffres si le code postal erroné correspond malgré tout à un des départements communément desservi par la société d'équarrissage en question. En fonction de la finesse du dispositif qui sera développé, ce type d'erreur n'a cependant certainement pas un impact important.

La fiabilité de la date de la demande d'enlèvement semble également satisfaisante. Malgré tout, il n'est pas possible de savoir si l'erreur de notification porte sur la date d'appel pour demande d'enlèvement ou sur la date de l'enlèvement. Aussi, via ce protocole, il n'est pas non plus possible de repérer des erreurs de seulement quelques jours dans la notification de la date. Au final, il n'est pas possible d'obtenir la date de la mort de l'équidé ni de véritablement s'en approcher à partir de la base EDI-SPAN en raison d'une part de l'incertitude qui existe sur le délai entre la mort de l'animal et la date d'appel pour enlèvement et d'autre part de l'hétérogénéité de la répartition hebdomadaire des appels pour enlèvements due essentiellement à la fermeture des standards des équarisseurs le week-end. Cependant, le choix d'un pas de temps hebdomadaire pour la description de la mortalité permet d'estomper tous ces biais de mesure.

En revanche, les données relatives à la catégorisation sur critère racial et sur critère d'âge sont bien moins fiables. Plusieurs méthodes de corrections ont été proposées pour prendre en compte les biais de classement qui découlent des réalités de terrain lors de la catégorisation. La première (Méthode du 3.1.2.5), basée sur l'évaluation du biais de mesure affectant le nombre d'équidés par catégorie d'équidés dans le fichier « tournées » a pour inconvénient majeur de proposer l'exclusion d'un grand nombre de départements pour la description ultérieure de la mortalité des équidés (35 départements exclus pour la description de la mortalité des chevaux de selle, 31 pour celle des chevaux de traits, et 26 pour celles de poneys et des ânes). Par ailleurs, cela aboutit également à conserver des départements sans proximité géographique. Une autre démarche possible aurait été de ne prendre en compte que le biais de mesure issu de l'usage de la catégorisation « cheval adulte ». Cette approche de substitution (Cf. Annexe) reviendrait à déterminer une liste de départements au sein desquels les variations observées de mortalité annuelle par catégorie découleraient en grande partie d'un changement de nomenclature de catégorisation à l'enlèvement par les équarisseurs. En effet, il apparaît une quasi disparition de l'usage de la catégorisation « cheval adulte » entre 2011 et 2012, tandis que l'usage de la catégorisation « cheval croisé » reste quasi constant au cours du temps. Les méthodes suivantes de corrections de la catégorisation (3.2.2.1) se fondent sur la vérification de l'exactitude de la catégorisation à partir de l'échantillon d'animaux équarris identifiés grâce aux données complémentaires issues de la base SIRE. La correction directe des données de catégorisation raciale sur l'échantillon des équidés identifiés est très simple mais ne concerne qu'un échantillon. En revanche, l'extension de cette correction à l'ensemble de la base EDI-SPAN basée sur le calcul de paramètres de sensibilité et de spécificité de la catégorisation présente des limites non négligeables : elle fait notamment l'hypothèse de la représentativité de l'échantillon d'équidés correctement identifiés. Malgré tout, les résultats de cette méthode de correction (4.2.1) peuvent être proposés en tant qu'indicateurs de l'évolution de la qualité de la base de données, et en tant qu'aide à

l'interprétation des données brutes. Elle a notamment permis de mettre en évidence une augmentation d'environ 12% de la mortalité des ânes en 2012 par rapport à 2011 même si l'on ne peut pas savoir si cette augmentation correspond réellement à une tendance ni en connaître la cause. Ces résultats présentent également un intérêt lorsqu'ils sont déclinés au niveau départemental (Annexe 18-19-20-21). D'après les résultats de ces évaluations, étant donné l'existence manifeste d'une variation départementale dans la prise d'identifiant ainsi que dans l'exactitude de la catégorisation, il serait sans doute plus approprié d'établir l'estimation de tous ces paramètres au niveau national en utilisant les méthodes de mesures de variances existantes pour les échantillons aléatoires stratifiés (Annexe 22).

Pour conclure, au-delà du défaut de fiabilité de ces données de catégorisation et des limites de méthodes de correction des données de catégorisation proposées, l'information que l'on peut extraire de la catégorisation actuellement employée par les équarisseurs est trop imprécise. Elle ne permet pas de décrire la mortalité des équidés selon la race, l'âge et le sexe mais seulement selon des catégories raciales grossières (mélangeant plusieurs races) et selon des tranches d'âge aux bornes incertaines. Seul le relevé systématique de l'identifiant de l'animal par les équarisseurs permettrait de décrire de façon fiable la mortalité à une échelle plus fine.

Au bilan, il apparaît clairement que le relevé systématique de l'identification à l'équarrissage est une nécessité absolue pour une amélioration très significative de la qualité de la base de données EDI-SPAN avec une possibilité d'accès à des critères fiables de race, de sexe et d'âge.

5.2 Intérêts et limites de la description de la mortalité des équidés

La description de la mortalité sous forme d'histogrammes issus de l'analyse de survie a mis en évidence la nécessité de prendre en compte des critères zootechniques pour une interprétation pertinente de la mortalité des équidés selon le sexe. En effet les mâles sont castrés entre 18 mois et 4 ans. C'est pourquoi la population vivante d'hongres est a priori dépourvue d'équidés qui ont entre 0 et 2 ans. Ceci surestime donc l'âge médian de survie perceptible chez les hongres par rapport à ceux perceptibles chez les mâles ou les femelles. Egalement à cause de cette pratique de castration, la population vivante de mâles est artificiellement diminuée à partir de deux ans d'âge, et artificiellement gonflée entre 0 et 2 à quatre ans d'âge. Ceci sous-estime donc l'âge médian de la mort perceptible chez les mâles en comparaison de l'âge médian de la mort perceptible chez les hongres ou les femelles. En fait, la comparaison des âges médians de survie dans chacun des sexes n'est pas adéquate. En revanche, la comparaison des âges médians de survie des différentes catégories au sein d'un sexe est adaptée, sous réserve que les pratiques de castration soient similaires dans les différentes catégories. En fait, il faudrait pouvoir disposer de la répartition par classe d'âge et par sexe de la population vivante d'équidés, dans le but de standardiser les taux de mortalité perceptibles. Les populations de femelles et d'hongres pourraient cependant être rendues comparables si l'on sélectionnait comme population d'étude femelle, les femelles de plus de deux ans.

La description de la dynamique temporelle de la mortalité des équidés a clairement mis en évidence une saisonnalité particulière de la mortalité des poulains comparée à celle des équidés adultes. Cette saisonnalité en accord avec les réalités zootechniques conforte la fiabilité et l'intérêt des données EDI-SPAN pour la description de la mortalité. Elle a également permis d'identifier un excès de mortalité marqué en février et mars 2012. La cause et la signification de cet excès de mortalité ne sont pas connues mais la possibilité d'objectivation d'un tel pic conforte également l'intérêt de la valorisation des données d'équarrissage.

Une autre limite actuelle des possibilités de description de la mortalité des équidés est le défaut de connaissance de la population équine vivante et de sa répartition géographique. Des données spatiales (telles que celles disponibles pour la population bovine) seront sans doute très difficiles à obtenir, même à moyen terme, en raison d'une part du défaut d'homogénéité de la filière équine et de la fréquence des déplacements d'équidés. En revanche, le relevé systématique de l'identifiant de l'animal équarri permettrait d'améliorer considérablement la

connaissance de la population équine vivante en permettant de retirer de manière exhaustive les chevaux morts de la base SIRE.

Au stade actuel, une valorisation immédiate possible des données de l'EDI-SPAN serait de permettre à l'IFCE d'actualiser progressivement la liste des chevaux vivants. En effet, tous les propriétaires d'équidés n'informent pas de façon systématique le SIRE suite à la mort d'un de leur chevaux. Par exemple, en 2012, parmi les 6 016 identifiants d'équidés morts notifiés dans l'EDI-SPAN, le SIRE n'avait pas connaissance de la mort de 4 484 (74,5%) équidés. Une telle transmission d'information est essentielle à l'interconnexion des différents réseaux existants, étant donné qu'elle peut encourager les collaborateurs à entrer dans le cercle vertueux de la collaboration. Une transmission régulière d'extraction de données de la base EDI-SPAN à l'IFCE pourrait permettre à la fois d'améliorer la connaissance de la population équine vivante et, grâce à un retour d'information vers les équarisseurs, de motiver ces derniers à relever de façon plus systématique l'identifiant des équidés équarris.

Ainsi, la qualité actuelle des bases de données EDI SPAN et SIRE permet une approche intéressante mais encore trop grossière de la dynamique de la mortalité des équidés. Avec le recours à un relevé systématique de l'identifiant par les équarisseurs et des échanges entre les bases de données EDI-SPAN et SIRE, on peut s'attendre à une amélioration rapide des possibilités de description de cette dynamique de la mortalité (race, sexe et âge), voire à une ouverture vers d'autres possibilités de modélisation (avec l'utilisation de taux de mortalité notamment).

5.3 Avantages et limites de la modélisation utilisée

Le choix de la loi utilisée pour la modélisation (loi de quasi-poisson) s'est opéré en comparant la moyenne du dénombrement hebdomadaire d'équidés équarris à sa variance. C'est-à-dire que si la variance de ce dénombrement n'est pas significativement différente de sa moyenne, alors une loi de poisson peut être proposée pour modéliser la mortalité équine. Dans le cas contraire, si la variance de la variable mesurée est supérieure à sa moyenne, il y a alors sur-dispersion. L'utilisation d'une loi de quasi-poisson est alors plus appropriée. Le choix des modèles a également été établi en comparant des modèles ayant un nombre de nœuds annuels compris entre 3 et 7. L'avantage des Splines est de modéliser en continu avec des fonctions souples. L'inconvénient étant de déterminer le nombre de nœuds. Leurs positions sont déterminées automatiquement par la fonction Spline de R via la découpage des abscisses en quartiles.

La modélisation de la dynamique temporelle de la mortalité des équidés utilisée dans ce travail a permis d'obtenir une représentation qui résume les données et en facilite l'interprétation. Même si la perspective de l'usage de la base EDI-SPAN pour une alerte précoce semble très lointaine, les différentes courbes de mortalité obtenues montrent dès à présent qu'il faudra tenir compte des différentes catégories d'équidés pour calibrer un seuil d'alerte (notamment des catégories d'âge).

Le projet OMAR qui a servi de référence à ce travail utilise une modélisation sur des taux de mortalité. Cependant, étant donné la non connaissance exhaustive de l'effectif et de la répartition géographique de la population vivante d'équidés, il n'a pas été possible de mettre en œuvre cette méthode. De même, il n'a pas été possible de calculer des surmortalités en raison de l'impossibilité de réaliser une standardisation indirecte.

5.4 Proposition d'autres valorisations des fichiers de l'EDI-SPAN relatifs aux équidés

Aide à l'interprétation des données de mortalité dans d'autres espèces

La connaissance de la mortalité équine peut également servir d'aide pour proposer une réponse au diagnostic différentiel, lors d'observation d'une surmortalité au sein de la population bovine. En effet, la survenue d'une surmortalité bovine d'origine environnementale (coup de chaleur, ou pollution chimique par exemple) peut potentiellement se traduire par une augmentation synchrone de la mortalité des équidés (avec un probable décalage dans la précocité d'apparition entre les deux espèces, dont il n'est pas encore possible de mesurer le sens

aujourd'hui, en raison l'absence de données disponibles sur les épisodes passés). Inversement, l'apparition d'une surmortalité bovine d'origine infectieuse, et dont l'agent infectieux serait spécifique de l'espèce bovine, ne devrait pas *a priori* se traduire par une augmentation de la mortalité équine. Une telle aide à la résolution du diagnostic différentiel peut représenter des pistes pour orienter des hypothèses et donc diminuer peut-être les coûts d'investigation, en cas de détection d'une anomalie au sein de la mortalité bovine.

Exploitation du fichier des appels dans la perspective d'une possibilité d'alerte précoce

Le fichier des appels n'est pas exploitable à l'heure actuelle car il contient encore de nombreux doublons, et n'est pas transmis systématiquement par les différentes sociétés d'équarrissage. Cependant, ce fichier a l'avantage de proposer une image plus précoce de la mortalité équine, puisqu'il est transmis en général deux jours après sa création, contre huit pour le fichier des tournées. Il est néanmoins possible de proposer un filtre pour améliorer la valeur prédictive positive des appels. Parmi toutes les possibilités de filtres d'entrée, il s'agirait alors de déterminer la sensibilité et la spécificité du dénombrement des appels en sortie, et de constituer une courbe ROC à partir de ces différents filtres envisageables. Il s'agirait en effet de garder le filtre induisant en sortie le meilleur compromis entre une bonne valeur prédictive positive et une bonne valeur prédictive négative des appels pour demande d'enlèvement qui apparaissent en sortie.

Voici un exemple de hiérarchisation possible des données filtrées qui peut permettre de calculer les VPP et VPN de chaque filtre :

VP = date et heure d'appel reliées à l'identifiant de numéro de l'établissement qu'il est possible de retrouver à la fois dans le fichier des appels et des tournées.

FP = date et heure d'appel reliées à l'identifiant de numéro de l'établissement qu'il est possible de trouver au sein du fichier des appels mais pas au sein du fichier des tournées.

FN = date et heure d'appel reliées à l'identifiant de numéro de l'établissement qu'il est possible de trouver au sein du fichier des tournées mais pas au sein du fichier des appels.

VN= il n'est pas possible de définir de VN, arbitrairement VN=0

Une correction et une valorisation des données du fichier des appels permettraient d'être plus fin dans la détection des alertes. Le fichier « tournées » est certainement également un outil puissant pour faire de l'alerte précoce car même avec un délai de huit jours, on reste dans une précocité d'alerte très satisfaisante.

6 Conclusion

Ce travail a permis de mettre en évidence les deux limites principales de la mise en place d'un dispositif de surveillance syndromique adapté à la filière équine à partir des données d'équarrissage. La première est l'absence d'un relevé systématique par les équarrisseurs de l'identification des équidés morts. La deuxième est le défaut de connaissance actuel de la population équine vivante et de sa répartition géographique. Des données spatiales ne seront pas disponibles avant longtemps en raison du défaut d'homogénéité de la filière équine et de la grande fréquence des déplacements d'équidés. La qualité actuelle des bases de données EDI SPAN et SIRE permet cependant une approche intéressante de la dynamique de la mortalité des équidés incluant la possibilité d'objectiver des saisonnalités et d'identifier des excès de mortalité. Le recours à un relevé systématique de l'identifiant par les équarrisseurs et la mise en place d'échanges réguliers entre les bases de données EDI-SPAN et SIRE permettraient une amélioration rapide de la finesse de description de cette dynamique de la mortalité (race, sexe âge) et ouvrirait d'autres possibilités de modélisation (sur des taux de mortalité). La perspective du développement à court terme d'un réseau national de surveillance des causes de mortalité chez les équidés et la mise en place d'une interconnexion entre ce réseau et l'observatoire quantitatif, permettront certainement d'améliorer la surveillance de la mortalité des équidés. En particulier, l'articulation entre ces deux outils permettrait d'investiguer les causes de mortalités lorsque l'observatoire mettra en évidence des excès de mortalité.

La mise en place d'un observatoire quantitatif de la mortalité des équidés, même s'il n'est pas opérationnel de manière optimale immédiatement, est malgré tout réalisable et très souhaitable. Un dispositif de surveillance syndromique adapté à la filière équine constituerait un outil ayant l'énorme avantage d'être peu onéreux en termes de collecte de données. Même si ce dispositif n'était pas le premier à détecter l'apparition d'une maladie infectieuse grave, il pourrait, sans aucun doute, constituer un outil précieux d'aide à l'investigation et à la quantification de l'impact, en cas de survenue d'une anomalie de santé au sein de la population équine (ou bovine). Les données dont il disposerait armeraient en effet les différents acteurs de la filière équine, pour pouvoir travailler ensemble. C'est en effet grâce à une extraction de la base de données du SIRE, qu'il a été possible de proposer une méthode de mesure de la fiabilité de la base de données EDI-SPAN relative aux équidés, pour pouvoir interpréter les données brutes. Cette solidarité est d'autant plus indispensable que la fragilité de la filière est imputable à son éclatement entre différentes organisations aux motivations divergentes. La performance de ce dispositif pourrait être facilement améliorée si chacun des agents de collecte réalisait systématiquement la prise d'identifiant lors du ramassage des équidés. L'activité des équarrisseurs constitue donc une pierre, qui vient renforcer le fragile édifice de cette récente redécouverte, que la nécessité de défendre notre bien collectif passe par l'effacement de nos intérêts individuels. En effet, la sécurité sanitaire de la filière équine nécessite de disposer d'une surveillance épidémiologique efficace qui couvre largement la population d'équidés. Ceci implique que la surveillance soit le plus possible organisée. C'est à dire que ses différentes composantes soient (un minimum) coordonnées et interconnectés : dispositifs de surveillance événementielle, programmée et syndromique. L'élaboration de protocoles définissant cette organisation contribuerait fortement à rendre la surveillance épidémiologique plus efficiente dans la filière.

BIBLIOGRAPHIE

- Backer J A, Nodelijck G. Transmission and control of African Horse Sickness in the Netherlands : A model Analysis. Plos ONE 6(8) : e 23066 (2011).
- Bartels, C.J.M, Kock, P., Middeltesch, H., Wouda, W., Van Wuijckhuise, L., Van der Zwaag, H. Cattel health surveillance in the Netherlands ; how to interpret anecdotal and census data. In, the 11th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics, Cairns, Australia (2006).
- Ben Bolker . Tools for general maximum likelihood estimation. R package version 1.0.5.2. (2012).
- Ben Bolker . Dealing with quasi- models in R. (2009).
- Buckeridge, D.L, Okhmatovskaia, A., Tu, S., O'Connor, M., Nyulas, C., Musen, M.A. Understanding detection performance in public health surveillance : modeling aberrancy-detection algorithms. J Am Med Inform Assoc, 15, 760-769(2008).
- Buehler, J.W., Hopkins, R.S, Overhage, J.M, Sosin, D.M, Tong, V., Group, C.W. Framework for evaluating public health surveillance systems for early detection of outbreaks : recommendations from the CDC working group. In : Rep., M.R (ED.) CDC, p.11(2004).
- Burnham, K.P and D.R Anderson. Model selection and multimodel inference : a practical information- Theoretic Approach. Springer,USA (1988).
- Burkom, H.S. Development, Adaptation, and Assessment of Alerting Algorithms for Biosurveillance. APL Technical Digest 24, 335-342(2003).
- Calvin NP, Corley KTT, Cause of disease and death from birth to 12 months of age in the thoroughbred horse in ireland, IRISH VETERINARY JOURNAL, Volume 63 Number 37-43 (2010).
- Caserio-Schönemann, C., Gailhard, I., Le Strat, Y., Le Goaster, C., Jossieran, L., Inté). Rêt de la surveillance de la mortalité dans une perspective d'alerte. B E H,137-139(2005).
- Charpentier. Intervalle de confiance pour une proportion,(2012). <http://blogperso.univ-rennes1.fr/arthur.charpentier/index.php/post/2009/02/02/Intervalle-de-confiance-pour-une-proportion>
- Dornier X, Annuaire écus : Tableau économique, statistique et graphique du cheval en France Données 2011/12 (2012).
- Elliot, A.J, Singh, N., Loveridge, P., Harcourt, S., Smith, S., Pnaiser, R., Kavanagh, K., Robertson, C., Ramsay, C.N., McMenamin, J., Kibble, A., Murray, V., Ibbotson, S., Catchpole, M., McCloskey, B., Smith, G.E. Syndromic surveillance to asses the potential public health impact of the Icelandic volcanic ash plume across the United Kingdom. Euro Surveill April 2010 (2010).
- Farrington, C.P, Andrews, N.J,Beale, A.D, Catchpole, M.A. A statistical Algorithm for the Early Detection of outbreaks of infectious disease. J Roy Stat Soc 159, 547-563(1996).
- Farrington, C.P, Andrews, N.J, Statistical aspects of detecting infectious disease outbreaks. In : Brookmeyer, R.S, Monitoring the Health of Populations : Statistical Principals and Methods. Oxford University Press, 36 (2004).
- Fan J, Yao Q .Nonlinear Time Series : Nonparametric and Parametric Methods; Springer, editor(2005).
- Ganiere J.-P et al. Maladies réputées contagieuses et maladies à déclaration obligatoire des équidés, Polycopié des Unités de maladies contagieuses des Ecoles vétérinaires françaises, MÈRIAL (Lyon), 61p (2009).

- Gubernot, D.M, Boyer, B.L., Moses, M.S. Animals as early detectors of bioevents : veterinary tools and a framework for animal-human integrated zoonotic disease surveillance. *Public Health Rep* 123, 300-315 (2008).
- Hastie, T. J. Generalized additive models. Chapter 7 of *Statistical Models in S* eds J. M. Chambers and T. J. Hastie, Wadsworth & Brooks/Cole(1992).
- Heuer, C. Modeling of time trends and interactions in vital rates using restricted regression splines. *Biometrics* 53, 161-177(1997).
- Hoinville, L.J, Ellis-Iverson, J., Vink, D., Watson, E., Snow, L., Gibbens, J. Discussing the development and application of methods for effective surveillance in livestock populations. Pre-ISVEE surveillance workshop, Durban, South Africa (2009).
- Ireland J L, McGowan C M, Clegg P D, Chandler K J, Pinchbeck G L, A survey of health care and disease in geriatric horse sages 30 years or older, *THE VETERINARY JOURNAL* 192,57-64 (2012).
- Jez C., Coudurier B., Cressent M., Méa F., Perrier-Cornet P. Rossier E. La filière équine française à l'horizon 2030. Rapport du groupe de travail de la prospective équine, Inra-Ifce, 98p (2012).
- Josseran, L., Nicolau, J., Caillere, N., Astagneau, P., Brucker, G. Syndromic surveillance based on emergency department activity and crude mortality : two examples. *Euro Surveillance* 11, 225-229(2006).
- Kaplan EL, Meier P. Nonparametric estimation from incomplete observations. *Journal of American Statistical Association* 53: 457-481(1958).
- Khan, R.E, Clouser, D.F, Richt, J.A. Emerging infections : A tribute to the one medicine, one health concept. *Zoonoses Public Health* 56, 407-428(2009).
- Lancelot R, Lesnoff M. Selection de modèles avec l'AIC et critères d'information dérivés(2005).
- Laugier C, Tapprest J, Foucher N, Sevin C, Leon Albertine, A 24-Year retrospective study of equine abortion in Normandy(France), *JOURNAL OF EQUINE VETERINARY SCIENCE* 31, 116-123 (2011).
- Lazarus, R., Kleinman, K.P, Dashevsky, I., DeMaria, A., Platt, R. Using automated medical records for rapid identification of illness syndromes (syndromic surveillance) : the example of lower respiratory infection. *BMC public health* 1,9(2001).
- Leblond, A., Valon, F., Hendriks, P.. Epidémiologie des maladies vectorielles chez les équidés en France. *Bull Acad Vet Fr* 163, 149-157 (2010).
- Lebrun J. Les enjeux et les perspectives de la filière équine en France, Avis et rapport du Conseil économique, social et environnemental (2010).
- Lomakina N F, Georgiou C, Zablotsky V T, Gulyukin M I, Touratier L, Genome study of equine Trypanosomosis causative agents(T equiperdum and T.Evansi), *PARASITIC DISEASES UDK* 619 :616.07.631.1(2013).
- Magnan C, Les causes de mortalité des équidés en Europe : Enquête épidémiologique dans les centres nécropsiques universitaires. *TH. ENV Lyon n°72* (2000).
- Manuila, A., Manuila, L., Nicole, M., Lambert, H.. Dictionnaire français de médecine et de biologie. Masson et Cie, (1972).
- Mauger C, Etude retrospective de la Rhodococcose à partir d'une population de 1617 poulains autopsiés au Laboratoire d'études et de recherche en pathologie équine (Affsa Dozulé) de 1986 à 2006. These (2009).
- McCullagh P, Nelder JA .Generalized Linear Models; Hall Ca, editor(1989).

Perrin J-B, Ducrot C, Vinard J-L, Hendrikx P, Calavas D, Analyse de la mortalité en France de 2003 à 2009, INRA Prod Animal, 24(3), 235-244 (2011).

Parker, R.A., 1989. Analysis of surveillance data with Poisson regression : a case study. Stat Med 8,285-294 ; discussion 331-282 (1989).

Perrin J-B, Ducrot C, Vinard J-L, Morignat E, Gauffier A, Calavas D, Hendrikx P, Using the National Cattle register to estimate the excess mortality during an epidemic : application to an outbreak of bluetongue serotype 8. Epidemics 2 207-2014 (2010).

Perrin J-B, Modélisation de la mortalité bovine dans un objet de surveillance épidémiologique(2012).

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL [http://www.R-project.org/\(2012\)](http://www.R-project.org/(2012)).

Shepard, R.W, Toribio, J.A., Cameron, A.R., Thomson, P., Baldock, F.C, Incorporating the bovine syndromic surveillance system (BOSS) within an animal health surveillance network. In, Proceedings of the 11th International symposium on veterinary epidemiology and economics, Cairns, Australia (2006).

Takai S, Sasaki, Tsubaki, Rhodococcus equi infection in foals-current concepts and implication for future research 6(4),105-109 (1995).

Tapprest J, Laugier C, Foucher N, Sevin C, Maillard K, Connaître les principales causes de mortalité : diagnostic nécropsique et données statistiques, LE NOUVEAU PRACTITIEN VETERINAIRE EQUINE, 9-16(2007).

Taylor, L.H, Latham, S.M., Woolhouse, M.E, Risk factors for human disease emergence. Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences 356, 983-989 (2001).

Terry Therneau. A Package for Survival Analysis in S. R package version 2.36-14(2012).

ANNEXES

Définitions des DSS

Annexe 1 : Traduction des définitions des systèmes de surveillance syndromique (Buehler et al., 2004).

« *An investigational approach where health department staff, assisted by automated data acquisition and generation of statistical alerts, monitor disease indicators in real-time or near real time to detect outbreaks of disease earlier than would otherwise be possible with traditional public health methods that rely on specific diagnosis* » (Buehler et al., 2004)

Une approche, basée sur l'automatisation de la collecte et de l'analyse des données, consistant à surveiller des indicateurs de santé en temps réel ou quasi réel dans le but de détecter des foyers de maladie plus rapidement qu'avec des méthodes traditionnelles de surveillance, reposant sur un diagnostic spécifique.

Annexe 2 : Traduction des définitions des systèmes de surveillance syndromique (Hoinville et al., 2009)

“Surveillance that uses health-related data (clinical signs or indirect indicators) that precede formal diagnosis and indicate sufficient probability of a change in the health of the population to warrant further investigation ”. (Hoinville et al., 2009)

Surveillance base sur des données sanitaires (signes cliniques ou indicateurs indirects) qui précèdent le diagnostic formel et révèlent un changement de l'état de santé d'une population suffisant probable pour justifier des investigations.

Annexe 3 : Traduction des définitions des systèmes de surveillance syndromique (TripleS, project 2011)

“*Syndromic Surveillance is the real-time (or near real-time) collection, analysis, interpretation and dissemination of health-related data to enable the early identification of the impact (or absence of impact) of potential human or veterinary public-health threats which require effective public health action. Syndromic surveillance is based not on the laboratory confirmed diagnosis of a disease but on non-specific health indicators including clinical signs, symptoms as well as proxy measures (e.g. absenteeism, drug sales, animal production collapse) that constitute a provisional diagnosis (or “syndrome”). The data are usually collected for purposes other than surveillance and, where possible, are automatically generated so as not to impose an additional burden on the data providers. This surveillance tends to be non specific yet sensitive and rapid, and can augment and complement the information provided by traditional test based surveillance systems.*”(TripleS, project 2011)

La surveillance syndromique est la collecte, l'analyse, l'interprétation et la diffusion en temps réel (ou quasi réel) de données pour permettre l'identification de l'impact (ou l'absence d'impact) de menaces potentielles pour la santé publique ou animale qui requiert une intervention publique. La surveillance syndromique est basée non pas sur le diagnostic d'une maladie confirmé par des tests de laboratoire mais sur des indicateurs sanitaires non spécifiques, dont les signes et symptômes cliniques, les syndromes ainsi que d'autres variables de substitution (ex. Absentéisme, vente de médicaments, chutes de production animale) qui constituent un diagnostic provisoire (ou “syndrome”). Les données sont généralement collectées pour d'autres raisons que la surveillance et, lorsque cela est possible, sont générées automatiquement de façon à ne pas imposer une charge supplémentaire aux fournisseurs de données. Cette surveillance tend à être non spécifique mais sensible et rapide, et peut augmenter et compléter l'information produite par les systèmes de surveillance traditionnels basés sur les tests de laboratoire.

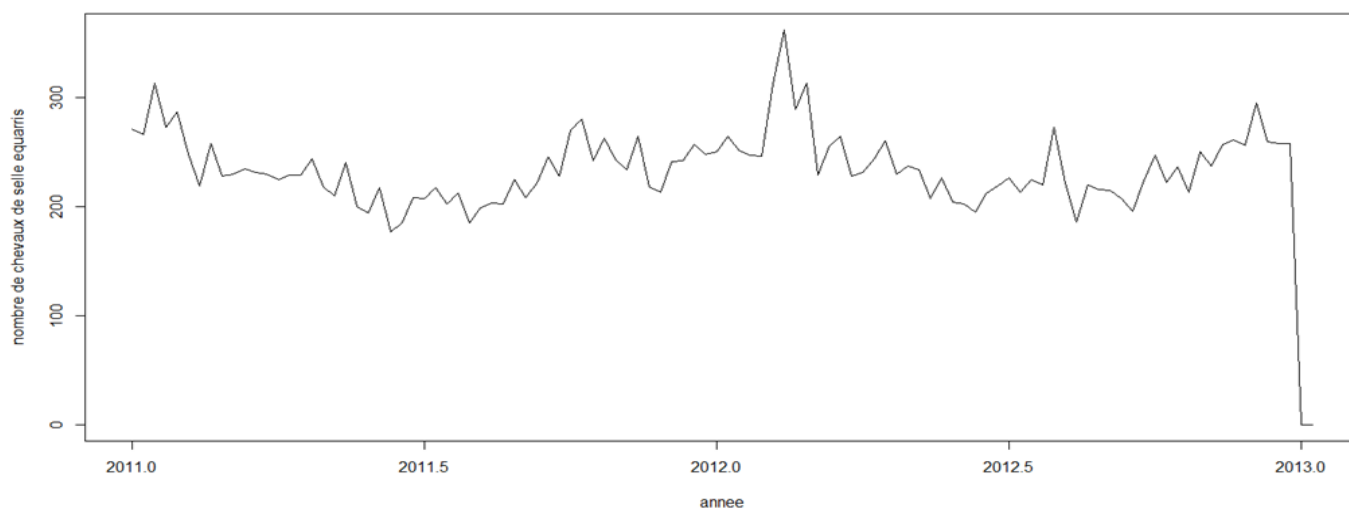
**Annexe 4 : Liste de l'attribution de la catégorie correspondante réelle
à chacune des races d'équidés proposées par le SIRE**

Sigle de la Race	Catégorie	Sigle de la Race	Catégorie	Sigle de la Race	Catégorie	Sigle de la Race	Catégorie	Sigle de la Race	Catégorie	Sigle de la Race	Catégorie
AA	SELLE	BRDB	SELLE	ONCM	ANE	SHB	SELLE	FRI	TRAIT	OC	SELLE
AC	SELLE	BRP	PONEY	ONCP	PONEY	SHE	PONEY	FRMON	TRAIT	OC.	TRAIT
AA	SELLE	BW	SELLE	ONCS	SELLE	SI	SELLE	FWB	SELLE	OCA	ANE
AACR	SELLE	BWP	SELLE	ONCT	TRAIT	SL	SELLE	GC	SELLE	OCM	ANE
AB	SELLE	BYWBL	SELLE	ONCZ	ANE	SP	PONEY	H	SELLE	OE	SELLE
AC	SELLE	CAM	SELLE	PAINT	SELLE	SSH	SELLE	HACK	SELLE	OEA	ANE
ACO	ANE	CASP	SELLE	PBD	PONEY	SW	SELLE	HAF	PONEY	OEP	PONEY
AES	SELLE	CAST	SELLE	PER	TRAIT	SWB	SELLE	HAN	SELLE	TRAK	SELLE
AGNB	ANE	CB	SELLE	PFS	PONEY	TB	TRAIT	HEN	SELLE	W	PONEY
AN	ANE	CC	SELLE	PO	PONEY	TDN	TRAIT	HIG	PONEY	WA	PONEY
ANBO	ANE	CD	TRAIT	POET	PONEY	TE	CROISE	HOLST	SELLE	WB	PONEY
ANE	ANE	CDE	SELLE	POIT	TRAIT	TETF	CROISE	HSH	SELLE	WD	PONEY
APH	SELLE	CDM	SELLE	POT	PONEY	TF	CROISE	IC	TRAIT	WESTF	SELLE
APPAL	SELLE	CH	SELLE	PRE	SELLE	THU	SELLE	IDH	TRAIT	WK	PONEY
APRO	ANE	CO	PONEY	PS	CROISE	TR	TRAIT	IS	PONEY	WTC	PONEY
APY	ANE	COB	TRAIT	QH	SELLE	CSHA	SELLE	ISH	SELLE	WX	PONEY
AQPS	CROISE	COBDN	TRAIT	QHX	SELLE	CSSF	SELLE	KWPN	SELLE	Z	SELLE
AR	SELLE	COMT	TRAIT	RHDL	SELLE	CSTPB	SELLE	LAND	PONEY	ZW	SELLE
ARD	TRAIT	COPB	PONEY	RI	SELLE	CURLY	SELLE	LIP	SELLE		
ARFR	SELLE	CPD	SELLE	RM	SELLE	CW	SELLE	LUS	SELLE		
AT	SELLE	CREME	SELLE	SAHNA	SELLE	DA	PONEY	MECKL	SELLE		
ATDS	SELLE	CS	SELLE	SAW	SELLE	DALES	PONEY	MER	SELLE		
AUX	TRAIT	CSAA	SELLE	SBS	SELLE	DP	SELLE	MINI	PONEY		
AWB	SELLE	OES	SELLE	SE	SELLE	DRPON	PONEY	MUL	ANE		
AWR	SELLE	OET	TRAIT	SESF	SELLE	DS	SELLE	MUPOI	ANE		
BA	SELLE	OI	SELLE	SF	SELLE	DSA	SELLE	MUPYR	ANE		
BARD	ANE	OISF	SELLE	SF.	SELLE	DSAA	SELLE	NC	SELLE		
BAWUE	SELLE	OITP	PONEY	SFA	SELLE	DSAR	SELLE	NF	PONEY		
BDP	ANE	OITT	TRAIT	SFAQP	SELLE	DWB	SELLE	NFVH	SELLE		
BH	SELLE	OLD	SELLE	SFB	SELLE	EX	PONEY	NKT	SELLE		
BOUL	TRAIT	ONCA	ANE	SH	TRAIT	FELL	PONEY	NRPS	PONEY		
BR	TRAIT	ONCB	ANE	SHA	SELLE	FJ	PONEY	NZSH	SELLE		

Annexe 5 : Liste des 35 départements au sein desquels le biais de mesure du nombre de chevaux de selle équarris est à prendre en considération

Cantal, Drôme, Rhône, Corrèze, Haute-Vienne, Ardèche, Isère, Hautes Alpes, Ain, Loire, Haute-Saône, Haute Loire, Aveyron, Jura, Indre, Nord, Nord Pas de Calais, Haute-Marne, Saône et Loire, Somme, Aube, Manche, Meurthe et Moselle, Seine et Marne, Val d'Oise, Aisne, Ardennes, Vosges, Yonne, Oise, Haute-Savoie, Meuse, Marne, Charente, et Moselle.

Annexe 6 : Courbe de la mortalité hebdomadaire des chevaux de selle perceptible au sein des départements retenus



Biais de mesure du nombre de Chevaux de trait équarris par départements

Annexe 7 : Ratios départementaux du nombre estimé de chevaux de trait équarris en 2011 et catégorisés en tant que « cheval croisé » ou « cheval adulte », par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que « cheval de trait ».

departement	Cantal	Rhone	Ardeche	Correze	Drome	Haute Vienne	Isere	Ain	Hautes Alpes	Loire	Haute Saone	Aveyron
Ratio	1.2	0.58	0.54	0.54	0.5	0.5	0.47	0.43	0.4	0.33	0.23	0.18

departement	Indre	Haute Loire	Manche	Jura	Nord	Pas de Calais	Haute Marne	Saone et Loire	Seine et Marne	Somme	Aisne	Oise
Ratio	0.17	0.17	0.17	0.15	0.12	0.12	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08	0.08

departement	Haute Savoie	Yonne	Ardennes	Vosges	Doubs	Puy de Dome
Ratio	0.07	0.07	0.06	0.06	0.04	0.01

Annexe 8 : Ratios départementaux du nombre estimé de chevaux de trait équarris en 2012 et catégorisés en tant que « cheval croisé » ou « cheval adulte » par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que « cheval de trait ».

departement	Haute Vienne	Ardennes	Haute Saone	Haute Marne	Meuse	Nord	Pas de Calais	Marne
Ratio	0.5	0.12	0.1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08

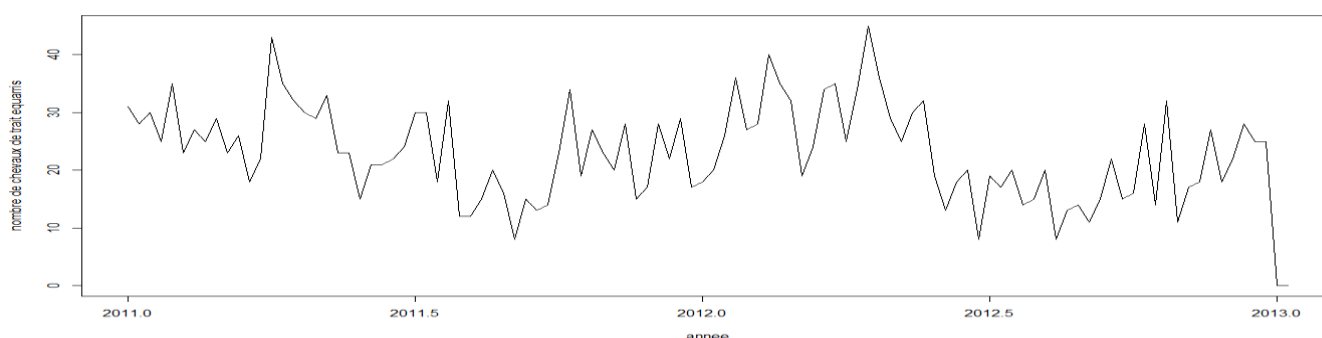
departement	Yonne	Aisne	Oise	Tarn et Garonne	Isere	Jura	Moselle	Somme
Ratio	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05

departement	Ain	Rhone	Saone et Loire	Loire	Hautes Pyrennes	Doubs	Haute Loire	Puy de Dome
Ratio	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01

Annexe 9 : Liste des 31 départements au sein desquels le biais de mesure du nombre de chevaux de trait équarris est à prendre en considération

Cantal, Rhône, Ardèche, Corrèze, Drôme, Haute-Vienne, Isère, Ain, Hautes Alpes, Loire, Haute-Saône, Aveyron, Indre, Haute-Loire, Manche, Jura, Nord, Pas de Calais, Haute-Marne, Saône et Loire, Seine et Marne, Somme, Aisne, Oise, Haute Savoie, Yonne, Ardennes, Vosges, Meuse, Marne, et Tarn et Garonne.

Annexe 10 : Courbe de la mortalité hebdomadaire des chevaux de trait perceptible au sein des départements retenus



Biais de mesure du nombre de poneys équarris par départements

Annexe 11 : Ratios départementaux du nombre estimé de poneys équarris en 2011 et catégorisés en tant que « cheval croisé », par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que « poneys ».

departement	Drome	Ardeche	Nord	Pas de Calais	Aube	Isere	Rhone	Ain	Haute Marne	Seine et Marne	Somme
Ratio	0.14	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.1	0.09	0.09	0.09	0.09

departement	Hautes Alpes	Ardennes	Manche	Val d Oise	Aisne	Loire	Meurthe et Moselle	Oise	Vosges	Yonne	Jura
Ratio	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06

departement	Marne	Ariege	Charente	Haute Loire	Meuse	Haute Saone	Haute Savoie	Aude	Lot et Garonne	Moselle	Pyrenees Orientales
Ratio	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03

departement	Doubs	Lot	Pyrennes Atlantiques	Saone et Loire	Tarn	Haute Vienne	Cote d'Armor	Dordogne	Eure et Loire	Haute Garonne	Landes
Ratio	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

departement	Loir et Cher	Loiret	Maine et Loire	Morbihan
Ratio	0.01	0.01	0.01	0.01

Annexe 12 : Ratios départementaux du nombre estimé de poneys équarris en 2012 et catégorisés en tant que « cheval croisé » par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que « poneys ».

departement	Ardennes	Meuse	Pas de Calais	Aisne	Marne	Nord	Yonne	Charente	Manche	Haute Saone
Ratio	0.11	0.11	0.1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08

departement	Somme	Jura	Haute Marne	Aube	Val d'Oise	Moselle	Seine et Marne	Tarn et Garonne	Loire	Meurthe et Moselle
Ratio	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04

departement	Oise	Ain	Ariege	Aude	Doubs	Drome	Isere	Lot et Garonne	Hautes Pyrennes	Rhone
Ratio	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

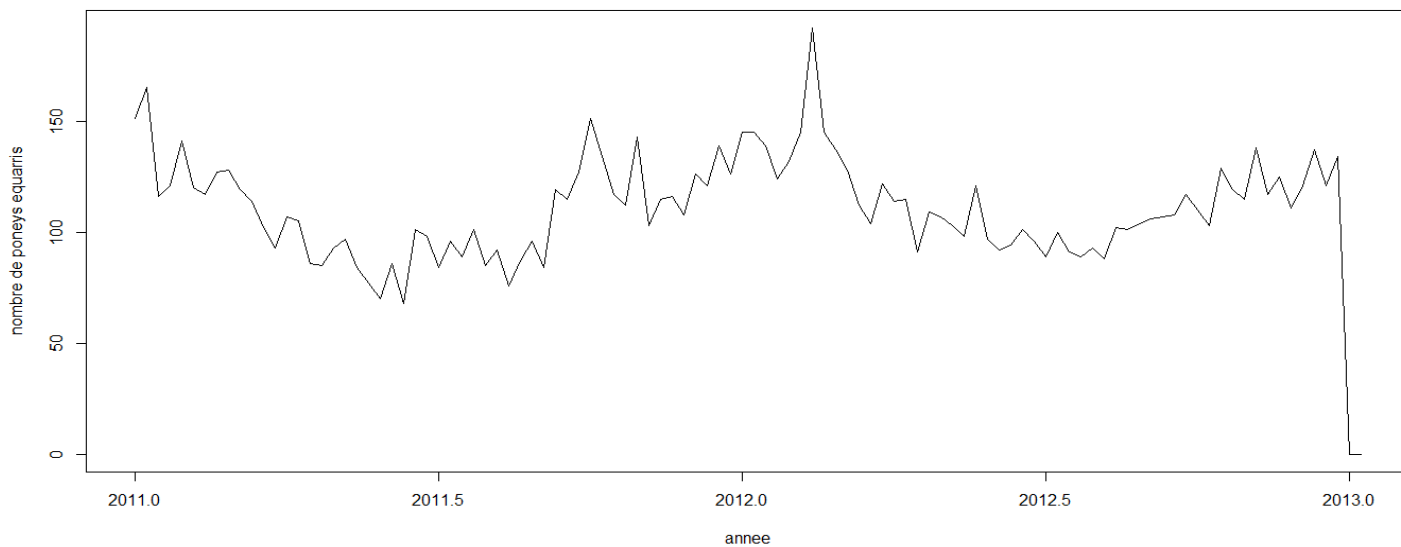
departement	Saone et Loire	Savoie	Ardeche	Haute Garonne	Gers	Herault	Landes	Haute Loire	Lot	Haute Savoie
Ratio	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

departement	Tarn	Vosges	Cher	Dordogne	Eure	Loiret	Puy de Dome	Pyrennes Atlantiques	Haute Vienne
Ratio	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Annexe 13 : Liste des 26 départements au sein desquels le biais de mesure du nombre de poneys équarris est à prendre en considération

Drôme, Ardèche, Nord, Pas de Calais, Aube, Isère, Rhône, Ain, Haute-Marne, Seine et Marne, Somme, Hautes Alpes, Ardennes, Manche, Val d'Oise, Aisne, Loire, Meurthe et Moselle, Oise, Vosges, Yonne, Jura, Meuse, Marne, Charente, Haute-Savoie.

Annexe 14 : Courbe de la mortalité hebdomadaire des poneys perceptible au sein des départements retenus



Biais de mesure du nombre d'ânes équarris

Annexe 15 : Ratios départementaux du nombre estimé d'ânes équarris en 2011 et catégorisés en tant que « cheval croisé » par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant que « âne ».

departement	Drome	Ardeche	Isere	Nord	Pas de Calais	Ardennes	Seine et Marne	Ain	Aisne
Ratio	0.15	0.12	0.12	0.12	0.12	0.1	0.1	0.09	0.09

departement	Meurthe et Moselle	Loire	Manche	Rhône	Vosges	Hautes Alpes	Yonne	Jura	Oise
Ratio	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06

departement	Somme	Haute Loire	Lot et Garonne	Charente	Haute Savoie	Dordogne	Saone et Loire
Ratio	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02

Annexe 16 : Ratios départementaux du nombre estimé d'ânes équarris en 2012 et catégorisés en tant que « cheval croisé » par rapport au nombre d'équidés équarris et catégorisés en tant qu' « âne ».

departement	Haute Marne	Pas de Calais	Ardennes	Meuse	Nord	Aisne	Manche	Marne	Somme	Charente	Ariege
Ratio	0.1	0.1	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06

departement	Jura	Moselle	Haute Saone	Tarn et Garonne	Yonne	Loire	Seine et Marne	Ain	Lot et Garonne	Oise
Ratio	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04

departement	Savoie	Vosges	Drome	Rhone	Saone et Loire	Dordogne	Haute Garonne	Isere	Puy de Dome	Puy de Dome
Ratio	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Annexe 17 : Liste des 26 départements au sein desquels le biais de mesure du nombre d'ânes équarris est à prendre en considération

Drôme, Ardèche, Isère, Nord, Pas de Calais, Ardennes, Seine et Marne, Ain, Aisne, Meurthe et Moselle, Loire, Manche, Rhône, Vosges, Hautes-Alpes, Yonne, Jura, Oise, Somme, Haute-Marne, Meuse, Charente, Ariège, Moselle, Haute-Saône, Tarn et Garonne.

**Annexe 18 : Classement des départements du territoire national
en fonction de la fiabilité de la catégorisation « Cheval de Selle » en 2012.**

	Nombre d'équidés catégorisés "Cheval de Selle" à		Catégorisation "cheval de Selle"		Nombre corrigé de chevaux de Selle équarris	Précision relative du dénombrement	Catégorisation "cheval de Selle"	
	total	identifiés	Se	Sp			VPP	VPN
Mayenne	285	162	0,94 [0,92 - 0,97]	0,96 [0,95 - 0,98]	299 [276 - 324]	0,08	0,94 [0,92 - 0,97]	0,96 [0,95 - 0,98]
Alpes Maritimes	120	98	1,00 [0,94 - 1]	0,94 [0,92 - 0,96]	117 [111 - 131]	0,085	0,97 [0,96 - 0,98]	1,00 [0,88 - 1]
Orne	466	246	0,90 [0,87 - 0,92]	0,91 [0,89 - 0,94]	492 [442 - 549]	0,109	0,91 [0,88 - 0,93]	0,90 [0,88 - 0,93]
Calvados	597	252	0,93 [0,91 - 0,95]	0,89 [0,86 - 0,92]	603 [538 - 678]	0,116	0,93 [0,91 - 0,95]	0,89 [0,86 - 0,92]
Maine et Loire	299	132	0,92 [0,89 - 0,95]	0,87 [0,83 - 0,91]	300 [253 - 356]	0,172	0,85 [0,81 - 0,89]	0,93 [0,9 - 0,96]
Loiret	170	100	0,92 [0,88 - 0,95]	0,84 [0,79 - 0,88]	159 [128 - 197]	0,217	0,91 [0,87 - 0,94]	0,86 [0,81 - 0,9]
Sarthe	341	109	0,91 [0,88 - 0,95]	0,85 [0,81 - 0,9]	348 [278 - 436]	0,227	0,82 [0,77 - 0,87]	0,93 [0,9 - 0,96]
Seine et Marne	278	83	0,91 [0,87 - 0,95]	0,84 [0,79 - 0,9]	281 [223 - 355]	0,235	0,90 [0,85 - 0,94]	0,86 [0,81 - 0,91]
Loire Atlantique	366	81	0,88 [0,82 - 0,93]	0,87 [0,82 - 0,92]	385 [298 - 498]	0,26	0,83 [0,78 - 0,89]	0,90 [0,86 - 0,95]
Haute Loire	107	30	1,00 [0,86 - 1]	1,00 [0,89 - 1]	107 [84 - 142]	0,271	1,00 [0,86 - 1]	1,00 [0,89 - 1]
Eure	251	81	0,85 [0,79 - 0,9]	0,88 [0,83 - 0,93]	257 [194 - 340]	0,284	0,87 [0,82 - 0,92]	0,86 [0,81 - 0,91]
Oise	309	33	0,80 [0,71 - 0,89]	1,00 [0,86 - 1]	388 [269 - 491]	0,286	1,00 [0,83 - 1]	0,83 [0,74 - 0,92]
Paris	47	29	1,00 [0,69 - 1]	0,67 [0,56 - 0,78]	43 [29 - 55]	0,302	0,91 [0,84 - 0,98]	1,00 [0,16 - 1]
Eure et Loire	133	49	0,88 [0,82 - 0,94]	0,86 [0,81 - 0,92]	131 [95 - 181]	0,328	0,85 [0,79 - 0,91]	0,89 [0,83 - 0,94]
Bouches du Rhone	391	20	0,80 [0,67 - 0,93]	0,67 [0,51 - 0,82]	481 [188 - 520]	0,345	0,75 [0,6 - 0,9]	0,73 [0,58 - 0,88]
Loir et Cher	130	54	0,89 [0,83 - 0,95]	0,87 [0,81 - 0,93]	121 [85 - 170]	0,351	0,89 [0,83 - 0,95]	0,87 [0,81 - 0,93]
Vendee	254	58	0,92 [0,87 - 0,97]	0,82 [0,75 - 0,89]	234 [164 - 330]	0,355	0,80 [0,73 - 0,87]	0,93 [0,88 - 0,97]
Pas de Calais	260	35	0,88 [0,8 - 0,96]	1,00 [0,85 - 1]	295 [183 - 401]	0,369	1,00 [0,85 - 1]	0,88 [0,8 - 0,96]
Ille et Vilaine	256	49	0,86 [0,79 - 0,92]	0,84 [0,77 - 0,91]	247 [162 - 374]	0,429	0,80 [0,72 - 0,88]	0,89 [0,83 - 0,95]
Gers	112	32	0,83 [0,74 - 0,92]	0,88 [0,81 - 0,96]	123 [82 - 188]	0,431	0,91 [0,84 - 0,98]	0,79 [0,69 - 0,89]
Somme	185	29	0,89 [0,82 - 0,96]	0,86 [0,78 - 0,94]	174 [111 - 267]	0,448	0,77 [0,68 - 0,87]	0,94 [0,88 - 0,99]
Ariege	89	22	0,76 [0,64 - 0,88]	0,82 [0,71 - 0,93]	106 [55 - 151]	0,453	0,89 [0,8 - 0,98]	0,64 [0,51 - 0,78]
Val de Marne	89	40	1,00 [0,87 - 1]	1,00 [0,4 - 1]	92 [26 - 110]	0,457	1,00 [0,87 - 1]	1,00 [0,4 - 1]
Bas Rhin	278	64	0,93 [0,88 - 0,98]	0,56 [0,46 - 0,65]	264 [147 - 389]	0,458	0,70 [0,62 - 0,79]	0,87 [0,81 - 0,93]
Tarn et Garonne	96	24	0,86 [0,77 - 0,95]	1,00 [0,79 - 1]	112 [64 - 170]	0,473	1,00 [0,74 - 1]	0,89 [0,81 - 0,97]
Val d Oise	98	17	1,00 [0,77 - 1]	1,00 [0,66 - 1]	98 [48 - 150]	0,52	1,00 [0,77 - 1]	1,00 [0,66 - 1]
Allier	193	29	0,86 [0,77 - 0,95]	0,84 [0,75 - 0,94]	189 [107 - 330]	0,59	0,80 [0,7 - 0,9]	0,89 [0,81 - 0,97]
Vosges	174	24	1,00 [0,81 - 1]	0,73 [0,6 - 0,87]	143 [78 - 271]	0,675	0,82 [0,7 - 0,94]	1,00 [0,72 - 1]
Vienne	166	15	0,75 [0,6 - 0,9]	0,76 [0,62 - 0,91]	185 [60 - 314]	0,686	0,43 [0,26 - 0,6]	0,93 [0,84 - 1]
Aude	87	19	1,00 [0,75 - 1]	0,71 [0,55 - 0,87]	67 [30 - 136]	0,791	0,87 [0,75 - 0,99]	1,00 [0,48 - 1]
Cote d Armor	236	34	0,86 [0,77 - 0,95]	0,74 [0,63 - 0,85]	176 [62 - 404]	0,972	0,75 [0,64 - 0,86]	0,85 [0,76 - 0,94]
Puy de Dome	178	23	0,85 [0,75 - 0,95]	0,79 [0,67 - 0,91]	138 [45 - 325]	1,014	0,81 [0,7 - 0,92]	0,83 [0,73 - 0,94]
Marne	105	17	1,00 [0,75 - 1]	0,67 [0,47 - 0,87]	71 [13 - 177]	1,155	0,93 [0,82 - 1]	1,00 [0,16 - 1]

**Annexe 19 : Classement des départements du territoire national
en fonction de la fiabilité de la catégorisation « Âne » en 2012.**

	Nombre d'équidés catégorisés "âne" à l'enlèvement		Catégorisation "âne"		Nombre corrigé d'ânes équarris	Précision relative du dénombrement	Catégorisation "âne"	
	total	identifiés	Se	Sp			VPP	VPN
Mayenne	44	9	0,90 [0,87 - 0,93]	1 [0,98 - 1]	50 [39 - 53]	0,14	1 [0,66 - 1]	1,00 [0,99 - 1]
Charente	36	8	0,89 [0,85 - 0,93]	1 [0,97 - 1]	43 [29 - 46]	0,198	1 [0,63 - 1]	0,99 [0,98 - 1]
Maritime	31	15	1,00 [0,78 - 1]	1 [0,98 - 1]	31 [26 - 40]	0,226	1 [0,78 - 1]	1,00 [0,98 - 1]
Var	40	8	0,89 [0,84 - 0,94]	1 [0,97 - 1]	46 [23 - 51]	0,304	1 [0,63 - 1]	0,99 [0,98 - 1]
Loire Atlantique	40	14	1,00 [0,77 - 1]	1 [0,98 - 1]	41 [30 - 55]	0,305	1 [0,77 - 1]	1,00 [0,98 - 1]
Maine et Loire	68	8	1,00 [0,63 - 1]	1 [0,99 - 1]	68 [59 - 110]	0,375	1 [0,63 - 1]	1,00 [0,99 - 1]
Orne	64	8	1,00 [0,63 - 1]	1 [0,99 - 1]	64 [53 - 103]	0,391	1 [0,63 - 1]	1,00 [0,99 - 1]
Calvados	55	7	1,00 [0,59 - 1]	1 [0,98 - 1]	55 [41 - 97]	0,509	1 [0,59 - 1]	1,00 [0,98 - 1]
Seine Maritime	54	7	1,00 [0,59 - 1]	1 [0,96 - 1]	57 [38 - 104]	0,579	1 [0,59 - 1]	1,00 [0,96 - 1]
Vendee	33	6	1,00 [0,54 - 1]	1 [0,96 - 1]	33 [20 - 66]	0,697	1 [0,54 - 1]	1,00 [0,96 - 1]
Pyrennes Atlantiques	42	6	1,00 [0,54 - 1]	1 [0,96 - 1]	42 [24 - 84]	0,714	1 [0,54 - 1]	1,00 [0,96 - 1]
Haute Garonne	27	6	1,00 [0,54 - 1]	1 [0,94 - 1]	27 [17 - 56]	0,722	1 [0,54 - 1]	1,00 [0,94 - 1]
Hautes Pyrennes	27	5	1,00 [0,48 - 1]	1 [0,97 - 1]	27 [19 - 60]	0,759	1 [0,48 - 1]	1,00 [0,97 - 1]
Loiret	37	5	1,00 [0,48 - 1]	1 [0,95 - 1]	38 [25 - 88]	0,829	1 [0,48 - 1]	1,00 [0,95 - 1]
Loir et Cher	16	7	1,00 [0,59 - 1]	1 [0,94 - 1]	16 [2 - 30]	0,875	1 [0,59 - 1]	1,00 [0,94 - 1]
Haute Loire	67	5	1,00 [0,48 - 1]	1 [0,95 - 1]	67 [35 - 157]	0,91	1 [0,48 - 1]	1,00 [0,95 - 1]
Nord	27	5	1,00 [0,48 - 1]	1 [0,93 - 1]	27 [11 - 66]	1,019	1 [0,48 - 1]	1,00 [0,93 - 1]
Doubs	24	6	1,00 [0,54 - 1]	1 [0,94 - 1]	24 [0 - 50]	1,042	1 [0,54 - 1]	1,00 [0,94 - 1]
Somme	27	5	1,00 [0,48 - 1]	1 [0,91 - 1]	27 [5 - 69]	1,185	1 [0,48 - 1]	1,00 [0,91 - 1]
Aveyron								

**Annexe 20 : Classement des départements du territoire national
en fonction de la fiabilité de la catégorisation « Cheval de trait » en 2012.**

	Nombre d'équidés catégorisés "Cheval de Trait" à		Catégorisation "cheval de Trait"		Nombre corrigé de chevaux de Trait équarris	Précision relative du dénombrement	Catégorisation "cheval de Trait"	
	total	identifiés	Se	Sp			VPP	VPN
Orne	44	18	0,78 [0,75 - 0,82]	1 [0,97 - 1]	56 [23 - 61]	0,339	1 [0,81 - 1]	0,96 [0,94 - 0,97]
Mayenne	36	21	0,84 [0,78 - 0,9]	1 [0,94 - 1]	44 [20 - 51]	0,352	1 [0,84 - 1]	0,94 [0,9 - 0,98]
Doubs	65	17	1,00 [0,8 - 1]	1 [0,91 - 1]	65 [44 - 90]	0,354	1 [0,8 - 1]	1,00 [0,91 - 1]
Haute Loire	51	20	1,00 [0,83 - 1]	1 [0,91 - 1]	51 [30 - 69]	0,382	1 [0,83 - 1]	1,00 [0,91 - 1]
Calvados	25	9	0,75 [0,71 - 0,79]	1 [0,98 - 1]	33 [3 - 36]	0,5	1 [0,66 - 1]	0,98 [0,97 - 0,99]
Eure	21	6	0,75 [0,69 - 0,81]	1 [0,96 - 1]	28 [0 - 33]	0,589	1 [0,54 - 1]	0,98 [0,96 - 1]
Nord	23	5	0,83 [0,75 - 0,91]	1 [0,93 - 1]	28 [0 - 34]	0,607	1 [0,48 - 1]	0,98 [0,95 - 1]
Landes	16	8	0,62 [0,51 - 0,72]	1 [0,91 - 1]	26 [0 - 38]	0,731	1 [0,63 - 1]	0,89 [0,82 - 0,96]
Aveyron	26	8	1,00 [0,63 - 1]	1 [0,9 - 1]	26 [2 - 49]	0,904	1 [0,63 - 1]	1,00 [0,9 - 1]
Mayenne	18	7	1,00 [0,59 - 1]	1 [0,96 - 1]	18 [0 - 33]	0,917	1 [0,59 - 1]	1,00 [0,96 - 1]
Tarn et Garonne	17	10	1,00 [0,69 - 1]	1 [0,83 - 1]	17 [0 - 33]	0,971	1 [0,69 - 1]	1,00 [0,83 - 1]
Allier	87	10	0,75 [0,64 - 0,86]	0,86 [0,77 - 0,95]	52 [0 - 165]	1,587	0,43 [0,3 - 0,56]	0,96 [0,91 - 1]

**Annexe 21 : Classement des départements du territoire national
en fonction de la fiabilité de la catégorisation « Poney » en 2012.**

	Nombre d'équidés catégorisés "Poney" à l'enlèvement		Catégorisation "Poney"		Nombre corrigé de poney équarris	Précision relative du dénombrement	Catégorisation "Poney"	
	total	identifiés	Se	Sp			VPP	VPN
Mayenne	143	40	0,95 [0,93 - 0,97]	0,94 [0,92 - 0,97]	128 [110 - 149]	0,152	0,93 [0,9 - 0,95]	0,96 [0,94 - 0,98]
Calvados	258	47	0,91 [0,88 - 0,93]	0,94 [0,92 - 0,96]	239 [204 - 277]	0,153	0,85 [0,82 - 0,88]	0,97 [0,95 - 0,98]
Orne	218	48	0,95 [0,93 - 0,97]	0,92 [0,9 - 0,94]	176 [148 - 208]	0,17	0,82 [0,79 - 0,85]	0,98 [0,97 - 0,99]
Sarthe	214	37	0,89 [0,85 - 0,93]	0,94 [0,91 - 0,97]	212 [173 - 258]	0,2	0,89 [0,85 - 0,93]	0,94 [0,91 - 0,97]
Loiret	99	33	0,87 [0,83 - 0,91]	0,93 [0,9 - 0,96]	97 [78 - 119]	0,212	0,82 [0,77 - 0,86]	0,95 [0,93 - 0,98]
Maine et Loire	158	40	0,85 [0,81 - 0,89]	0,93 [0,9 - 0,96]	155 [125 - 191]	0,213	0,88 [0,84 - 0,91]	0,92 [0,88 - 0,95]
Alpes Maritimes	35	27	1,00 [0,87 - 1]	1,00 [0,95 - 1]	35 [26 - 43]	0,243	1,00 [0,87 - 1]	1,00 [0,95 - 1]
Seine et Marne	120	36	0,94 [0,9 - 0,97]	0,94 [0,9 - 0,97]	106 [82 - 134]	0,246	0,86 [0,81 - 0,91]	0,97 [0,95 - 1]
Loire Atlantique	214	39	0,92 [0,88 - 0,96]	0,93 [0,89 - 0,97]	196 [151 - 250]	0,253	0,90 [0,85 - 0,94]	0,95 [0,91 - 0,98]
Vendee	162	33	0,86 [0,8 - 0,92]	0,93 [0,89 - 0,98]	165 [122 - 221]	0,301	0,91 [0,86 - 0,96]	0,90 [0,84 - 0,95]
Eure	206	41	0,89 [0,85 - 0,94]	0,88 [0,83 - 0,93]	184 [135 - 248]	0,306	0,83 [0,77 - 0,88]	0,93 [0,89 - 0,97]
Nievre	77	12	1,00 [0,74 - 1]	1,00 [0,85 - 1]	77 [36 - 133]	0,63	1,00 [0,74 - 1]	1,00 [0,85 - 1]
Haute Loire	44	6	1,00 [0,54 - 1]	1,00 [0,93 - 1]	44 [29 - 93]	0,727	1,00 [0,54 - 1]	1,00 [0,93 - 1]
Allier	85	7	0,58 [0,46 - 0,71]	1,00 [0,84 - 1]	146 [29 - 289]	0,892	1,00 [0,59 - 1]	0,81 [0,71 - 0,91]
Vosges	47	7	0,64 [0,49 - 0,79]	1,00 [0,85 - 1]	74 [7 - 141]	0,907	1,00 [0,59 - 1]	0,85 [0,73 - 0,96]
Val d Oise	47	8	1,00 [0,63 - 1]	1,00 [0,78 - 1]	47 [14 - 114]	1,064	1,00 [0,63 - 1]	1,00 [0,78 - 1]
Oise	141	23	1,00 [0,81 - 1]	0,84 [0,75 - 0,92]	74 [21 - 183]	1,099	0,78 [0,69 - 0,88]	1,00 [0,87 - 1]
Aude	34	5	0,71 [0,55 - 0,87]	1,00 [0,75 - 1]	48 [0 - 111]	1,166	1,00 [0,48 - 1]	0,87 [0,75 - 0,99]
Correze	62	5	1,00 [0,48 - 1]	1,00 [0,63 - 1]	62 [0 - 269]	2,169	1,00 [0,48 - 1]	1,00 [0,63 - 1]
Ariege	34	11	0,75 [0,63 - 0,87]	0,79 [0,68 - 0,91]	5 [0 - 66]	7,033	0,55 [0,4 - 0,69]	0,90 [0,82 - 0,99]

Il faut tenir compte des spécificités départementales qui existent dans la participation à la prise d'identifiant et dans l'exactitude des catégorisation indiquées. La formule proposée pour les estimations des variances au niveau national des sensibilités et spécificités (Se et Sp sont nommées « p » dans la formule) de chaque catégorie serait alors :

$$\text{variance}(p) = \sum_{j=1}^{95} \left(\frac{N_j}{N}\right)^2 \times \left(1 - \frac{n_j}{N_j}\right) \times \frac{p_j(1 - p_j)}{n_j}$$

Avec :

p : Paramètre (Se ou Sp) estimé au niveau national pour la catégorie «i» durant l'année «a»

P_j : Paramètre calculé pour la catégorie «i» au sein de l'échantillon d'équidés équarris et dont les identifiants relevés sont retrouvables dans SIRE , durant l'année «a» et au sein du département «j»

N : Nombre total d'équidés équarris durant l'année «a»

N_j : Nombre d'équidés équarris durant l'année «a» au sein du département «j»

n_j : Nombre d'équidés équarris et dont les identifiants relevés sont retrouvables dans SIRE, durant l'année «a» et au sein du département «j», avec n_j > 10 (ou 30, à discuter) .

Condition d'application :

Une telle méthode de calcul ne pourrait cependant être utilisée qu'une fois que l'intégralité des départements du territoire auront fait un effort minimal de prise d'identifiants d'équidés lors du ramassage.

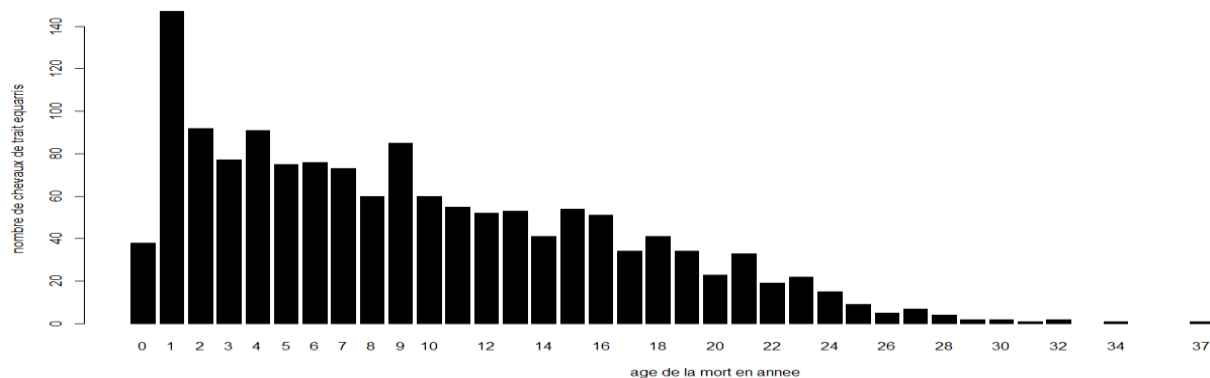


Figure 19 : Diagramme du nombre de chevaux de trait morts par âge(en année)⁽¹⁾

⁽¹⁾ Chevaux de trait tous sexes confondus, échantillon (n=1448) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

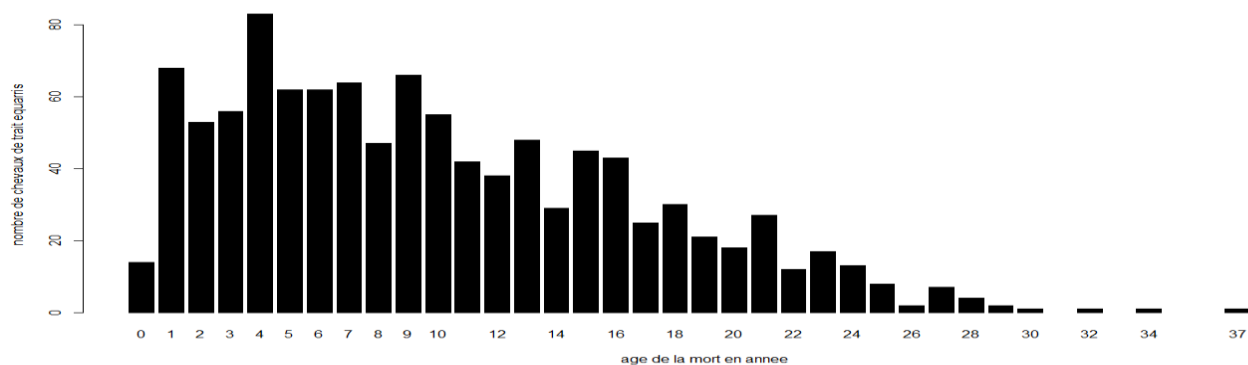


Figure 20 : Diagramme du nombre des juments et pouliches de trait mortes par âge(en année)⁽²⁾

⁽²⁾ échantillon (n=1075) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

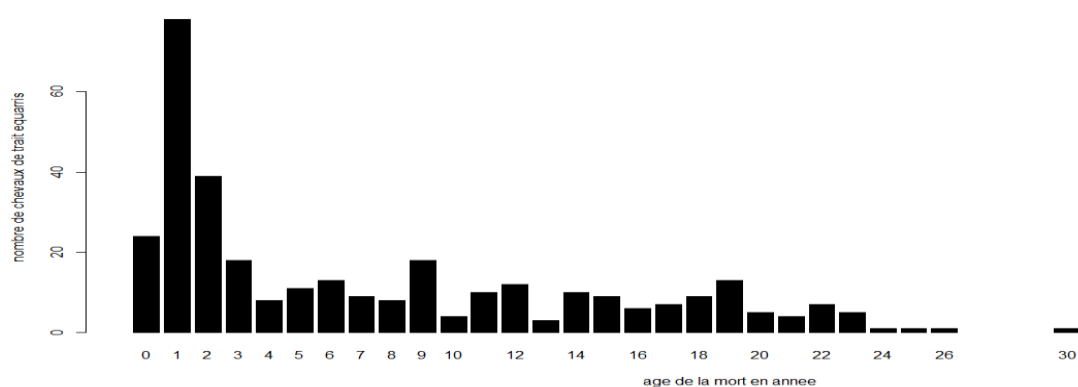


Figure 21 : Diagramme du nombre de chevaux de trait mâles morts par âge(en année)⁽³⁾

⁽³⁾ échantillon (n=339) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

La mortalité des chevaux de trait mâles semble affecter deux catégorie d'âges différentes, à savoir les jeunes de 0 à 3 ans, et les adultes de 4 à 30 ans.

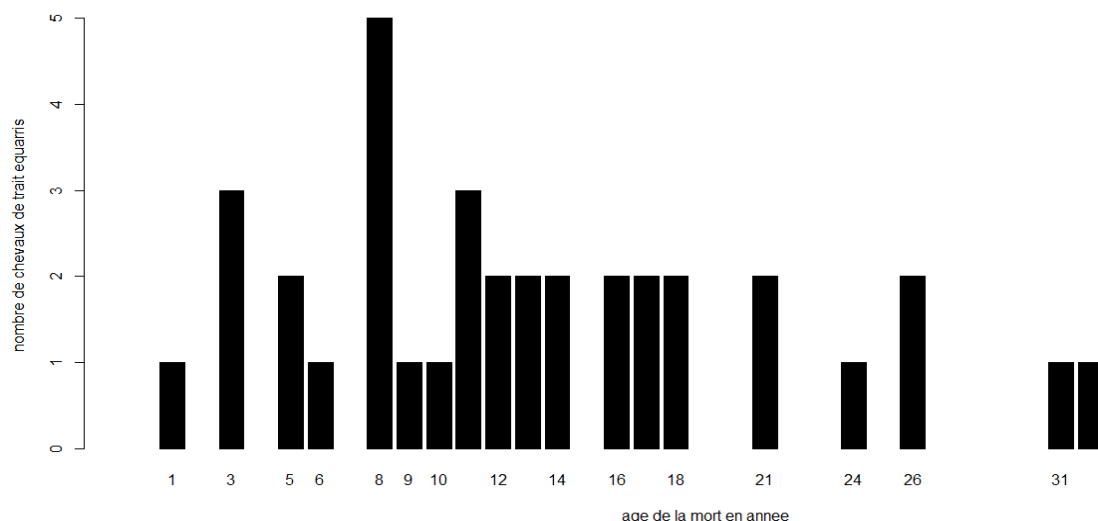


Figure 22 : Diagramme du nombre de chevaux de trait hongres morts par âge(en année)⁽¹⁾

⁽¹⁾ échantillon (n=36) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

L'âge à la mort est plus accessible chez les femelles (n=1075) que chez les mâles (n=339) ou les hongres (n=36). L'estimation de la durée de vie médiane des femelles est alors plus précise que l'estimation de la durée de vie moyenne des mâles ou des hongres, de même l'estimation de la durée de vie médiane des mâles est plus précise que l'estimation de la durée médiane des hongres. D'après une analyse de survie (fonction survifit du logiciel R), l'âge médian à la mort des femelles de trait est de 9 ans [9-10]_{IC95}, l'âge médian à la mort des hongres est de 12 ans [11-17]_{IC95}, et l'âge à la mort des mâles est de 4 ans [3-7]_{IC95}. En conclusion, bien qu'il ne soit pas possible de savoir si l'échantillon de chevaux de trait morts dont l'âge à la mort est connu est représentatif pour l'âge de la mort des chevaux de trait morts sur tout le pays, il reste possible de suspecter que les mâles meurent bien plus précocement que les femelles et les hongres ; et que les femelles meurent plus précocement que les hongres.

Le test du Log-rank appliqué aux chevaux de trait montre que la survie des juments de trait est significativement différente de celle des mâles de trait et de celle des hongre de trait (p<0,05).

Chez les mâles la mortalité semble toucher deux catégories d'âges différents.

Certaines réalités de terrains ne sont ici pas perceptibles. C'est-à-dire que les chevaux de trait sont des équidés qui, à l'image des bovins charolais, souffrent de problèmes dystociques en raison d'une disproportion entre la taille du fœtus par rapport à celle de l'ouverture du bassin. La mortinatalité qui affecte cette population d'équidés n'est cependant pas perceptible sur les données. Ceci peut provenir d'une non-identification des jeunes chevaux de trait qui engendrerait un biais de sélection. Aussi, la répartition par classe d'âge de la population vivante de chevaux de trait est bien différente de celle des autres catégories d'équidés, étant donné que la majorité d'entre eux est envoyée à l'abattoir avant l'âge d'un an, ou exportée en Italie.

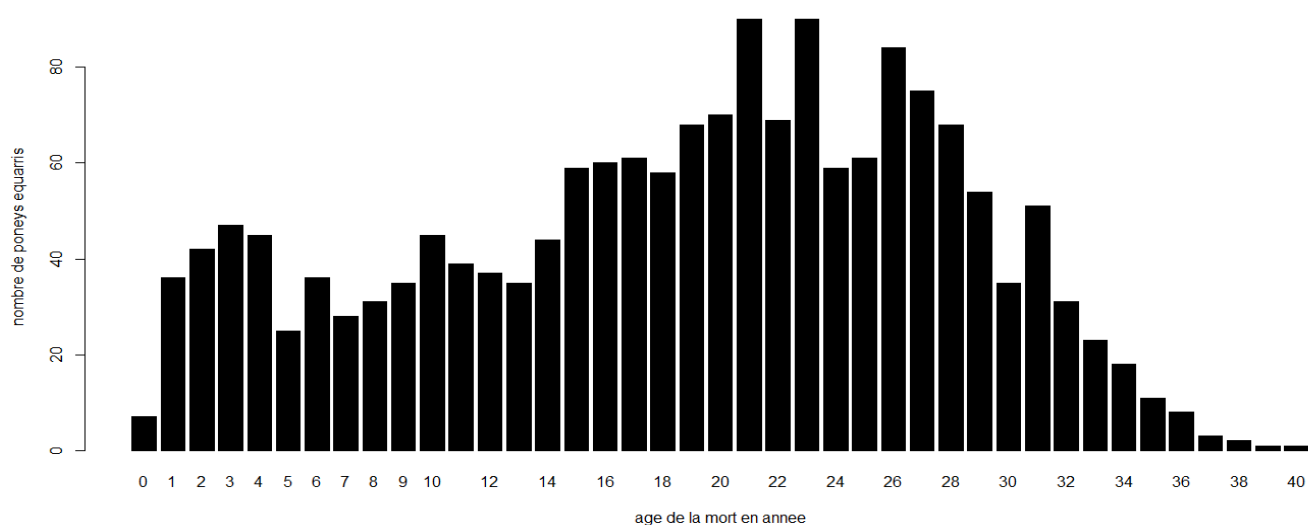


Figure 23 : Diagramme du nombre de poneys mort par âge(en année), tous sexes confondus⁽¹⁾

⁽¹⁾ échantillon (n=1736) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

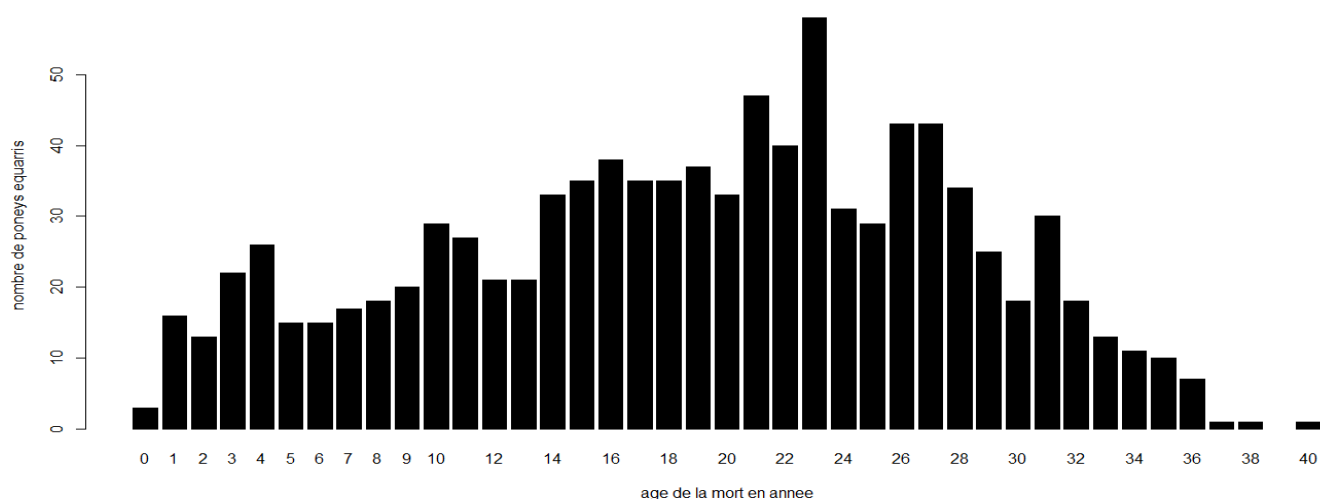


Figure 24 : Diagramme du nombre de ponettes mortes par âge(en année)⁽¹⁾

⁽¹⁾ échantillon (n=976) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

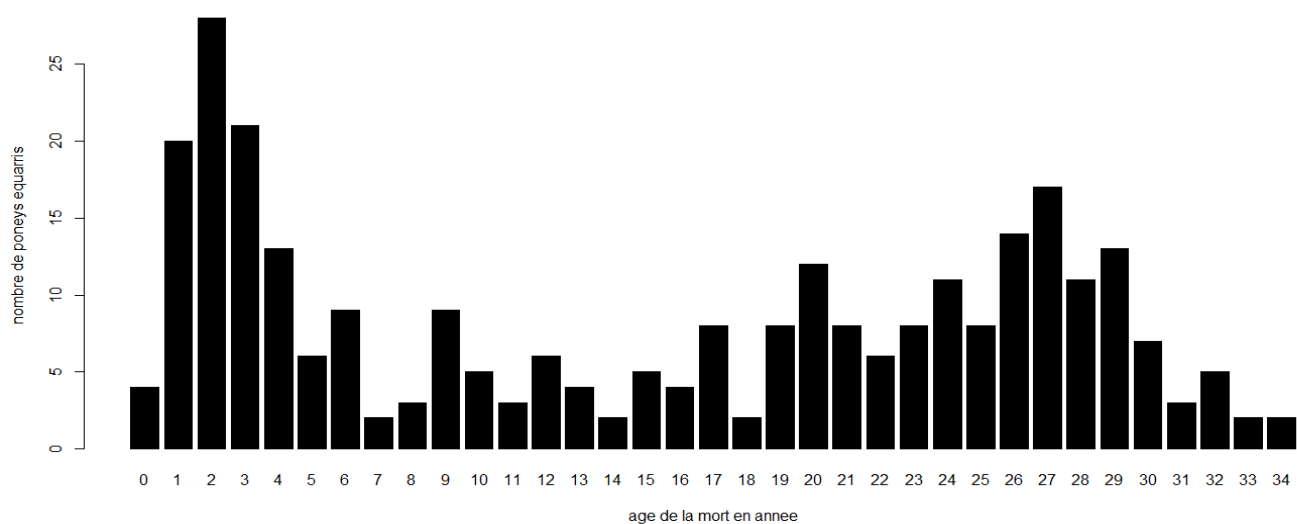


Figure 25 : Diagramme du nombre de poneys mâles morts par âge(en année)⁽¹⁾

⁽¹⁾ échantillon (n=288) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

La mortalité des poneys mâles semble affecter deux catégories d'âges différentes, à savoir les jeunes de 0 à 5 ans, puis à bas bruit : les adultes de 7 à 18, puis de façon plus prononcée les géiatres de 19 à 34 ans.

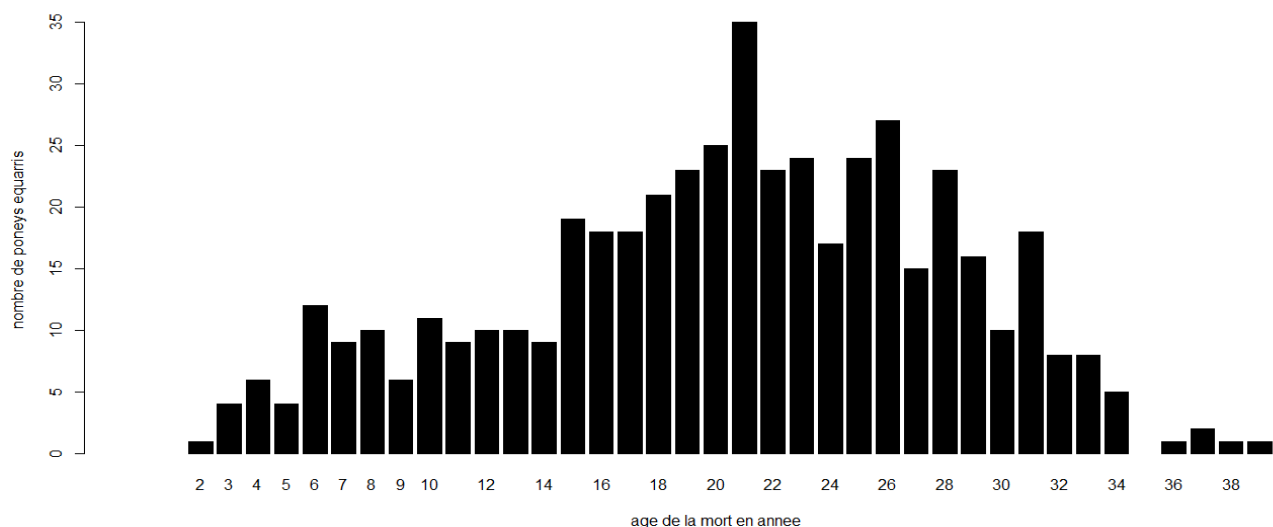


Figure 26 : Diagramme du nombre de poneys hongre morts par âge (en année)⁽¹⁾

¹⁾ échantillon (n=481) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

L'âge à la mort est plus accessible chez les femelles (n=967) que chez les hongres (n=481) ou les mâles (n=288). L'estimation de la durée de vie médiane des femelles est alors plus précise que l'estimation de la durée de vie médiane des hongres, qui elle est plus précise que l'estimation de la durée de vie médiane des mâles. D'après une analyse de survie (fonction survifit du logiciel R), l'âge médian à la mort des ponettes est de 20 ans [19-21]_{IC95}, l'âge médian à la mort des hongres est de 21 ans [20-22]_{IC95}, et l'âge à la mort des mâles est de 17 ans [13-20]_{IC95}. En conclusion, bien qu'il ne soit pas possible de savoir si l'échantillon de poneys morts dont l'âge à la mort est connu est représentatif pour l'âge de la mort des poneys morts sur tout le territoire, il reste possible de suspecter que les mâles meurent bien plus précocement que les femelles et les hongres. Chez les mâles la mortalité semble toucher trois catégories d'âges différentes, dont une à bas bruit.

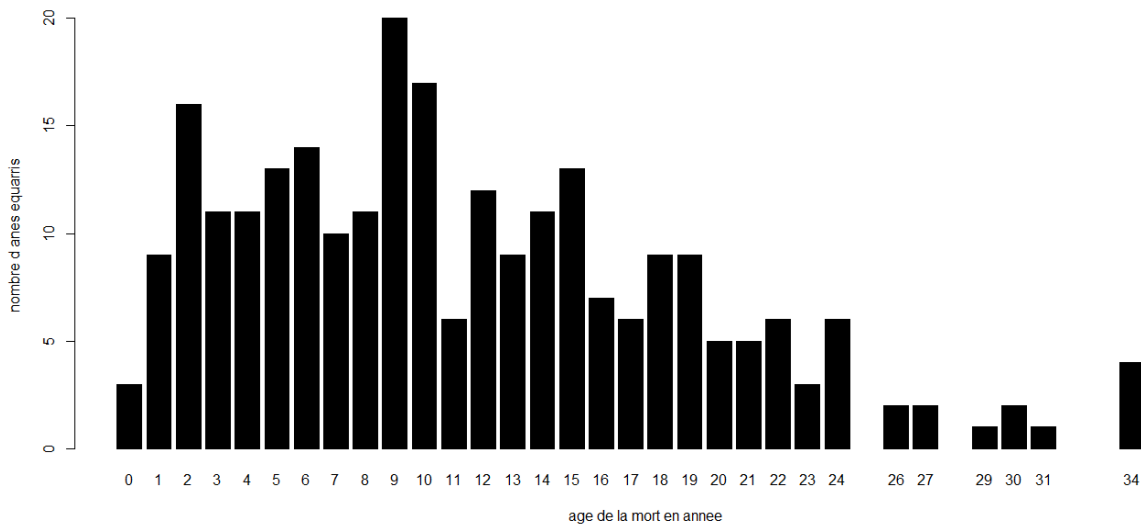


Figure 27 : Diagramme du nombre d'ânes morts par âge(en année), tous sexes confondus⁽¹⁾

⁽¹⁾ échantillon (n=252) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

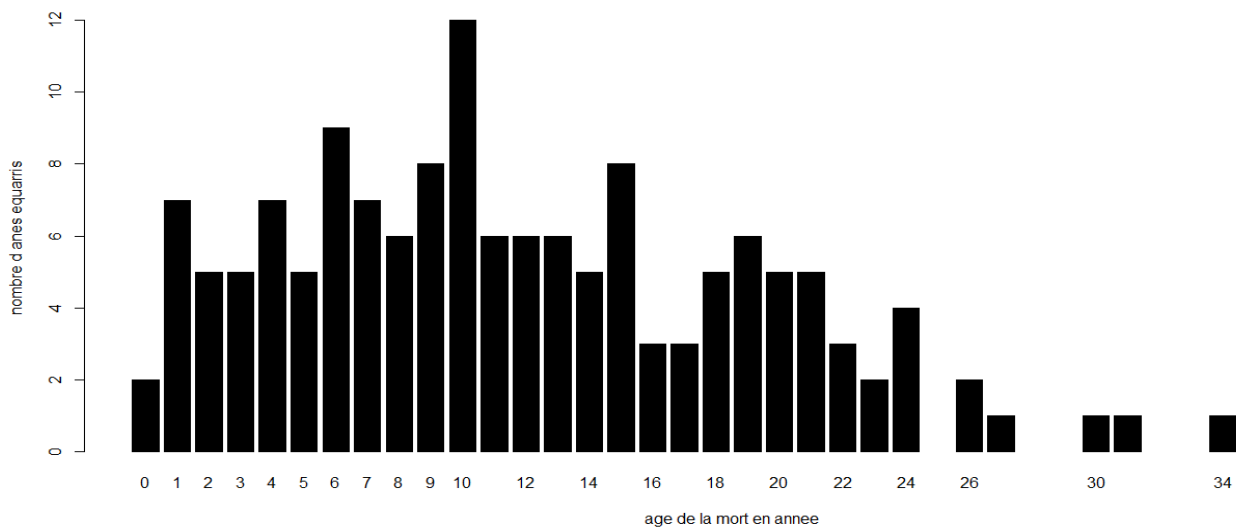


Figure 28 : Diagramme du nombre d'ânesse mortes par âge (en année)⁽¹⁾

⁽¹⁾ échantillon (n=144) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

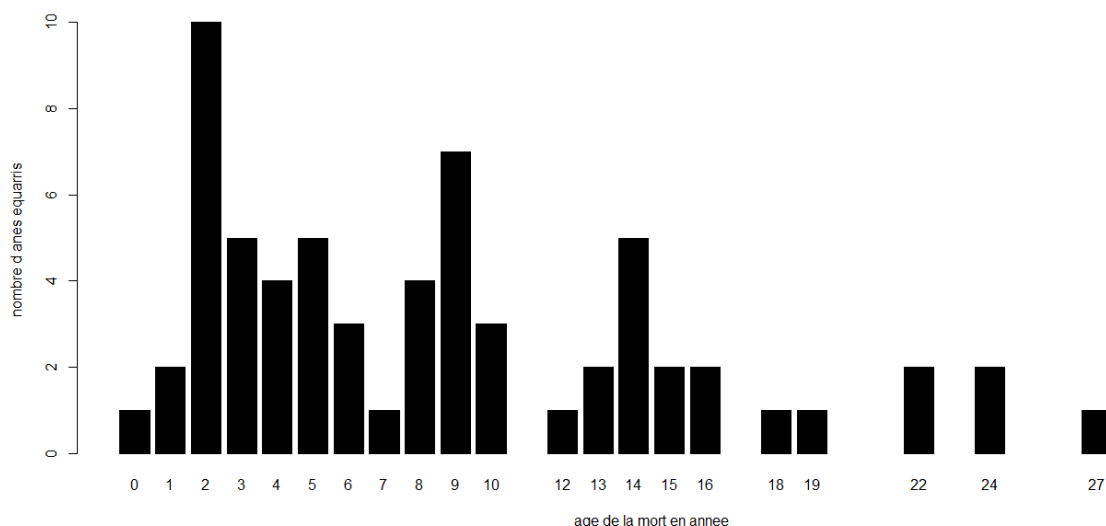


Figure 29 : Diagramme du nombre d'ânes mâles morts par âge(en année)⁽¹⁾

⁽¹⁾ échantillon (n=64) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

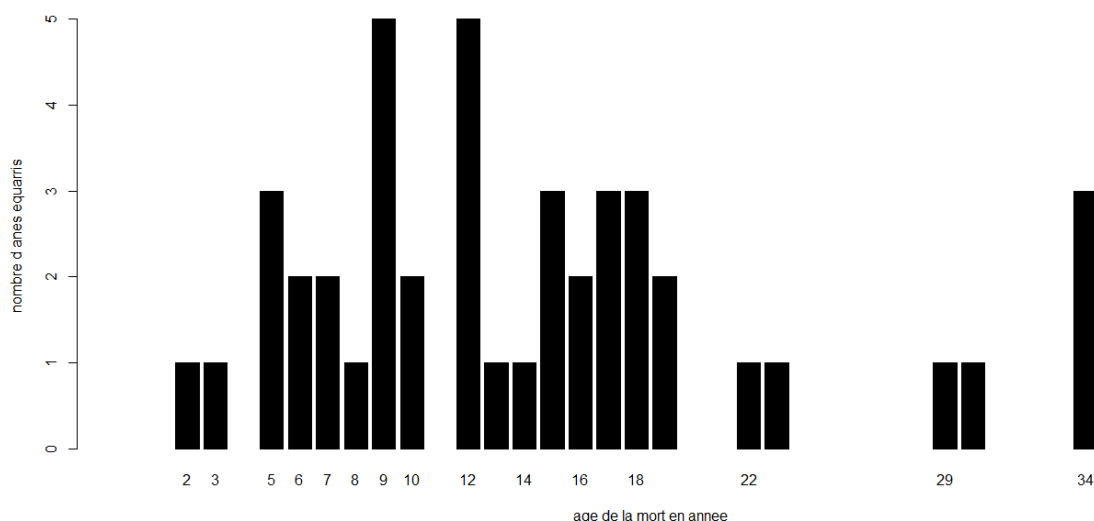


Figure 30 : Diagramme du nombre d'ânes hongres morts par âge (en année)⁽¹⁾

⁽¹⁾ échantillon (n=44) de données récoltées entre 2010 et 2012 (source : EDI-SPAN et SIRE).

Observations :

L'âge à la mort est plus fréquemment accessible chez les ânesses que chez les ânes mâles ou les hongres. L'estimation de la durée de vie médiane des ânesses est alors plus précise que l'estimation de la durée de vie moyenne des ânes mâles ou des ânes hongres. D'après une analyse de survie décrite plus bas (fonction survifit du logiciel R), l'âge médian à la mort des ânesses est de 10,5 ans [10-13] _{IC95} (n=144), l'âge médian à la mort des ânes hongres est de 12,5 ans [10-17] _{IC95} (n=44), et l'âge à la mort des ânes mâles est de 8 ans [5-9] _{IC95} (n=64). En conclusion, bien qu'il ne soit pas possible de savoir si l'échantillon d'ânes morts dont l'âge à la mort est connu est représentatif pour l'âge de la mort des ânes morts sur tout le pays, il reste possible de suspecter que les ânes mâles meurent plus précocement que les ânesses ou les ânes hongres.

Cheval de selle :

Une augmentation annuelle de 6% du nombre de chevaux de selle équarris est perceptible étant donné que 16 162(+/-8,7%) chevaux de selle ont été équarris en 2011, contre 17 154(+/-4,3%) en 2012. (Les précisions relatives proposées ici proviennent des importances d'utilisations annuelles des catégorisations « cheval adulte » et « cheval croisé » qui masquent le dénombrement des chevaux de selle réellement équarris). Cette augmentation annuelle n'est cependant pas équitablement répartie au long de l'année, à savoir cette augmentation est maximale en février ; et à partir du mois de septembre une diminution du nombre mensuelle de chevaux de selle équarris est notable. Au bilan, plus de chevaux de selle sont morts en 2012 qu'en 2011, et cette augmentation du nombre de morts est principalement concentrée autour du mois de février 2012.

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
2012	1650	1798	1526	1464	1451	1160	1364	1301	1209	1490	1426	1315
2011	1534	1258	1341	1261	1371	1169	1201	1296	1275	1530	1437	1489
Evolution	0.08	0.43	0.14	0.16	0.06	0.01	0.14	0	-0.05	-0.03	-0.01	-0.12

Tableau 11 : Evolution nationale annuelle de la mortalité mensuelle des chevaux de selle

Poneys :

Une augmentation annuelle de 7% du nombre de poneys équarris est perceptible étant donné que 7722(+/-9,1%) poneys ont été équarris en 2011, contre 8 270(+/-7,8%) en 2012. (Les précisions relatives proposées ici proviennent des importances d'utilisations annuelles de la catégorisation « cheval croisé » qui masque entre autre le dénombrement des poneys réellement équarris). Cette augmentation annuelle n'est cependant pas équitablement répartie au long de l'année, à savoir cette augmentation est maximale autour du mois de février, et à partir du mois de septembre une diminution du nombre mensuelle de poneys équarris est notable. Au bilan, davantage de poneys sont morts en 2012 qu'en 2011, et cette augmentation du nombre de morts est principalement concentrée autour du mois de février 2012.

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
2012	849	929	718	643	649	547	600	608	611	765	703	648
2011	819	699	673	553	544	530	497	576	650	779	673	729
Evolution	0.04	0.33	0.07	0.16	0.19	0.03	0.21	0.06	-0.06	-0.02	0.04	-0.11

Tableau 12 : Evolution nationale annuelle de la mortalité mensuelle des poneys

Cheval de trait :

Une augmentation annuelle de 5% du nombre de chevaux de trait équarris est perceptible étant donné que 1 830(+/-77%) chevaux de trait ont été équarris en 2011, contre 1 919(+/-38,8%) en 2012. Cette augmentation annuelle n'est cependant pas équitablement répartie au long de l'année, à savoir cette augmentation est maximale autour du mois de février, et à partir du mois de juillet une diminution du nombre de chevaux de trait morts est notable. Au bilan, davantage de chevaux de trait sont morts en 2012 qu'en 2011, et cette augmentation du nombre de morts est principalement concentrée autour du mois de février 2012.

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
2012	186	204	192	247	214	132	134	110	105	140	122	133
2011	159	143	159	194	172	145	163	114	98	164	158	161
Evolution	0.17	0.43	0.21	0.27	0.24	0.09	-0.18	-0.04	0.07	-0.15	-0.23	-0.17

Tableau 13 : Evolution nationale annuelle de la mortalité mensuelle des chevaux de traits

Âne :

Une augmentation annuelle de 12% du nombre d'ânes équarris est perceptible étant donné que 2357(+/-30%) ânes ont été équarris en 2011, contre 2 651(+/-24%) en 2012. Cette augmentation annuelle n'est cependant pas équitablement répartie au long de l'année, à savoir cette augmentation est maximale autour du mois de février, et à partir du mois d'août une diminution du nombre d'ânes morts est notable. Au bilan, davantage d'ânes sont morts en 2012 qu'en 2011, et cette augmentation du nombre de morts est principalement concentrée autour du mois de février 2012.

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
2012	283	430	259	196	212	180	173	145	148	211	182	232
2011	288	247	230	168	152	152	127	152	181	185	200	275
Evolution	-0.02	0.74	0.13	0.17	0.39	0.18	0.36	-0,05	-0.18	0.14	-0.09	-0.16

Tableau 14 : Evolution nationale annuelle de la mortalité mensuelle des Ânes

Poulains :

Une diminution annuelle de 8% du nombre de poulains équarris est perceptible étant donné que 2 629 poulains ont été équarris en 2011, contre 2 853 en 2012. Plusieurs explications possibles peuvent expliquer cette diminution, à savoir une réelle diminution du nombre de poulains morts en 2012 par rapport à 2011, un enfouissement plus important des cadavres de poulains en 2012 par rapport à 2011, une baisse du nombre de naissances en 2012 par rapport à 2011 (voire de 2011 par rapport à 2010 étant donné que les équidés équarris et catégorisés en tant que « poulain » peuvent en théorie avoir jusqu'à deux ans d'âge), une réforme plus importante à l'abattoir des poulains en 2012 par rapport à 2011, ou tout simplement une déviation en 2012 de l'attribution de la catégorisation « poulain » à l'enlèvement vers une autre catégorisation. Cette diminution annuelle n'est cependant pas équitablement répartie au long de l'année.

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
2012	203	213	218	268	334	282	231	211	139	184	185	161
2011	208	178	292	355	385	288	220	202	170	191	179	185
Evolution	-0.02	0.20	-0.25	-0.25	0.13	0.02	0.05	0.04	-0.18	-0.04	0.03	-0.13

Tableau 15 : Evolution nationale annuelle de la mortalité mensuelle des poulains

