

ANALYSE ECONOMETRIQUE DU TEMPS CONSACRE AUX ACTES VETERINAIRES

THESE
pour obtenir le titre de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

CAVEX Jonathan

Né 09/07/1996 à SAINT-GAUDENS (31)

Directeur de thèse : M. Didier RABOISSON

JURY

PRESIDENT :

M. Laurent MOLINIER

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSEESSEURES :

M. Didier RABOISSON

Mme Agnès WARET-SZKUTA

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITEE :

Mme Ikram ABDOUTTALIB

Doctorante EPIDEC à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie - Thérapeutique*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **PETIT Claude**, (Emérite) - *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **HAGEN-PICARD, Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et Économie de la santé animale*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*

- M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
- Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- Mme **BOHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
- M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie- Bactériologie-Pathologie infectieuse*
- Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
- M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
- Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
- Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
- Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie - Analgésie*
- Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*
- Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
- M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
- M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
- Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
- M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
- Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales réglementées*
- Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

CHARGES D'ENSEIGNEMENT CONTRACTUELS

- M. **BOLON Pierrick**, *Production et pathologie aviaire*
- M. **FERCHIOU Ahmed**, *Economie, production animale,*
- M. **LEYNAUD Vincent**, *Médecine interne*
- Mme **ROBIN Marie-Claire**, *Ophthalmologie*
- Mme **TOUSSAIN Marion**, *Pathologie des équidés*

ENSEIGNANT DE PREMIERE ANNEE COMMUNE AUX ETUDES VETERINAIRES

- Mme **GAUCHARD Cécile**, *Biologie-écologie-santé*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- M **BESSIERE Pierre**, *Microbiologie infectiologie*
- Mme **BLONDEL Margaux**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie-Imagerie médicale*
- M. **COMBARROS-GARCIA Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*
- M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- M. **LESUEUR Jérémy**, *Gestion de la santé des ruminants – Médecine collective de précision*
- M. **TOUITOU Florian**, *Alimentation animale*

REMERCIEMENTS

A mon président de thèse,

Au Professeur Laurent MOLINIER,
Professeur à la faculté de médecine de Rangueil,
Qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider ce jury de thèse.
Hommages respectueux.

A mon jury de thèse,

A Monsieur le Docteur Didier RABOISSON,
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Productions animales – Economie,
Qui m'a confié ce travail et m'a guidé dans son élaboration.
Qu'il trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

A Madame le Professeur Agnès Waret-Szkuta,

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Production et pathologie porcines
Qui m'a fait l'honneur de participer à mon jury de thèse.
Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

A Madame Ikram Abdouttalib,

PhD Student à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
En préparation d'une thèse doctorale en économie de la santé animale,
Qui m'a guidé dans ce projet, pour sa patience et sa disponibilité.
Qu'elle trouve ici l'expression de ma sincère gratitude.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	9
I. INTRODUCCION	10
A. Vétérinaire, un secteur en pleine expansion	10
B. Une formation, des métiers	12
C. Etude de la rentabilité économique.....	13
II. MATERIEL ET METHODES	19
A. Collecte et exploitation des données.....	19
1. Collecte des données	19
2. Sélection des données	22
B. Nettoyage et uniformisation des données	22
1. Nettoyage des données	22
2. Uniformisation et explicitation des données.....	23
3. Regroupement des sous-catégories d'actes.....	26
C. Adaptation des tables à l'échelle du mois	29
1. Identification du mois de réalisation de chacun des actes	29
2. Calcul du temps de travail à partir des dates de facturation	29
3. Prise en compte des jours de garde	30
D. Création d'une table adaptée au modèle	32
E. Modèle de régression linéaire multiple	33
III. RESULTATS.....	35
A. Analyse descriptive de l'échantillon.....	35
B. Résultats du modèle de régression linéaire	37
1. Modèle de régression multivariée sans interactions	37
2. Modèle de régression multivariée avec interactions.....	38
3. Sensibilité des résultats.....	40
IV. DISCUSSION.....	42
A. Résultats empiriques.....	42
B. Intérêts et limites de la méthode retenue	43
C. Perspectives.....	45
V. CONCLUSION.....	48
VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	49

VII. ANNEXES	52
Annexe 1 : Détail des sous-catégories de la catégorie « actes » dans les tables de base (Boluda et al., 2019)	52
Annexe 2 : Time required by veterinarian to perform veterinary acts in routine: a regression analysis (Abdouttalib et al., 2020)	53

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1 : Part des dépenses vétérinaires liées aux animaux de compagnie dans le budget des ménages entre 1995 et 2016, Insee, 2018, Comptes nationaux annuels	11
Figure 2 : Evolution du chiffre d'affaires des vétérinaires par spécialisation entre 2000 et 2016, Insee, 2018, comptes nationaux annuels et comptes de l'agriculture	11
Figure 3 : Taux de marge nette : moyens dégagés par les principales activités vétérinaires (12 structures, Scénario 1).....	15
Figure 4 : Taux de marge nette : moyens dégagés par les principales activités vétérinaires (12 structures, Scénario 2).....	16
Figure 5 : Répartition CAN / RUR des vétérinaires au sein des quatre structures étudiées. Les vétérinaires sont représentés par des numéros sur l'axe des abscisses.....	20
Figure 6 : Technique d'identification des jours de garde	31
Figure 7 : Corrélation entre les catégories principales (R Core).....	37

Tableaux

Tableau 1: Extrait de table brute.....	21
Tableau 2 : Signification des colonnes conservées pour l'étude.....	24
Tableau 3 : Colonnes créées pour les besoins de l'étude	24
Tableau 4 : Liste des 65 sous-catégories de départ concernant la structure 1 (échantillon)	25
Tableau 5 : Détails de la sous-catégorie "Petit acte"	26
Tableau 6 : Regroupement des sous-catégories en 4 catégories principales	28
Tableau 7 : Extrait d'une des tables utilisées pour comptabiliser les actes	28
Tableau 8 : Extrait de la table utilisée pour la régression	32
Tableau 9 : Nombre d'actes de chaque catégorie principale réalisés pendant la période étudiée.....	35
Tableau 10 : Statistiques descriptives sur les actes pour l'ensemble de la période 2015-2017	36
Tableau 11 : Résultats du modèle de régression multivariée sans interactions.....	37
Tableau 12 : Résultats du modèle de régression multivariée avec interaction [Visite rurale – Suivi de troupeau].....	38
Tableau 13 : Résultats du modèle de régression multivariée avec interaction [Consultation canine – Chirurgie].....	39
Tableau 14 : Durée allouée à chaque activité en fonction du temps de travail quotidien	40

I. INTRODUCTION

A. Vétérinaire, un secteur en pleine expansion

Le secteur vétérinaire connaît une forte croissance à toutes les échelles. Depuis 2015, les inscriptions à l'Ordre des Vétérinaires sont en hausse de +4.4% et atteignent en 2020 18 874 inscrits, soit 326 de plus qu'en 2018 (vétérinaire.fr : Atlas démographique de la profession vétérinaire 2020). Cette hausse s'accompagne d'un déclin du nombre de praticiens exerçant en activité rurale (-2%, soit 6 411 vétérinaires au total), largement compensé par l'augmentation du nombre de vétérinaires canins sur cette même période (+1.5%, soit 15 176 vétérinaires au total entre 2015 et 2020). Aujourd'hui, deux tiers des vétérinaires en activité exercent la médecine canine alors que moins d'un tiers s'attachent à la médecine des animaux de rente.

En France, le nombre d'animaux de compagnie médicalisés est en constante augmentation avec une demande croissante des propriétaires d'accès à des soins. Cette demande est le résultat de l'évolution de la société avec une sensibilité accrue à la cause animale. La place de l'animal au sein du foyer évolue. Celui-ci y occupe une place grandissante et se rapproche de plus en plus d'un membre à part entière de la famille, qu'il est impensable de perdre par manque de soins. Ainsi, les dépenses allouées aux soins vétérinaires des animaux de compagnies sont passées de 0.17% en 1998 à 0.24% en 2016 du budget total des ménages (Figure 1). Cette évolution soutient l'augmentation constante du chiffre d'affaires du secteur de +3.6% entre 2000 et 2016 (Figure 2, Insee 2014)

Figure 1 : Part des dépenses vétérinaires liées aux animaux de compagnie dans le budget des ménages entre 1995 et 2016, Insee, 2018, Comptes nationaux annuels

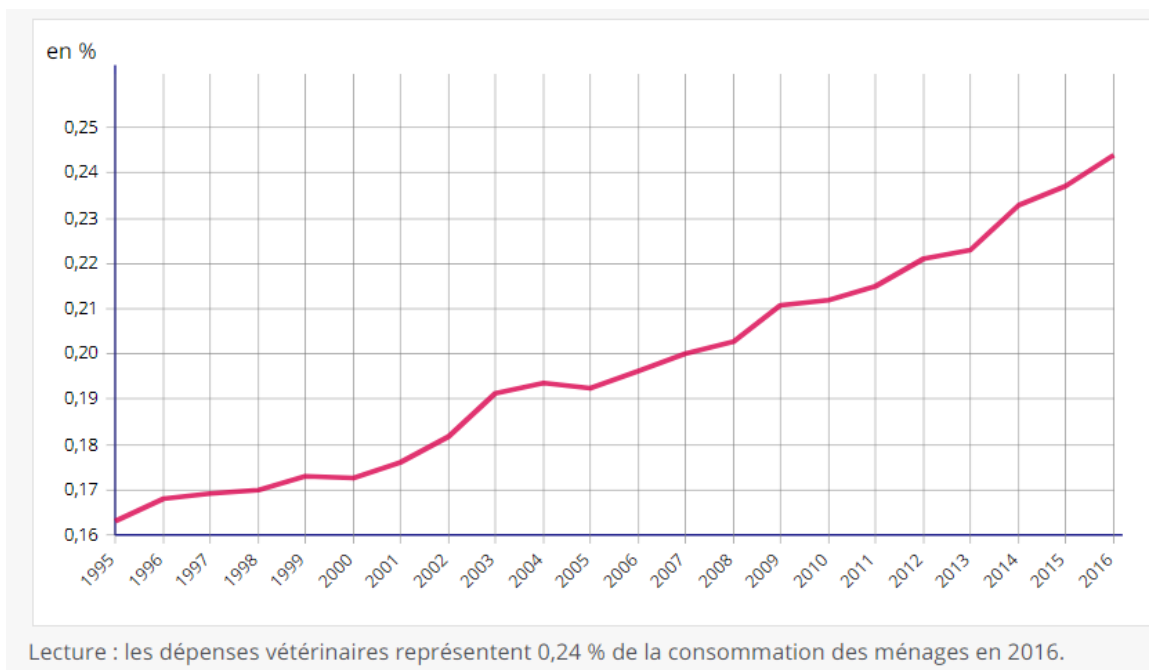
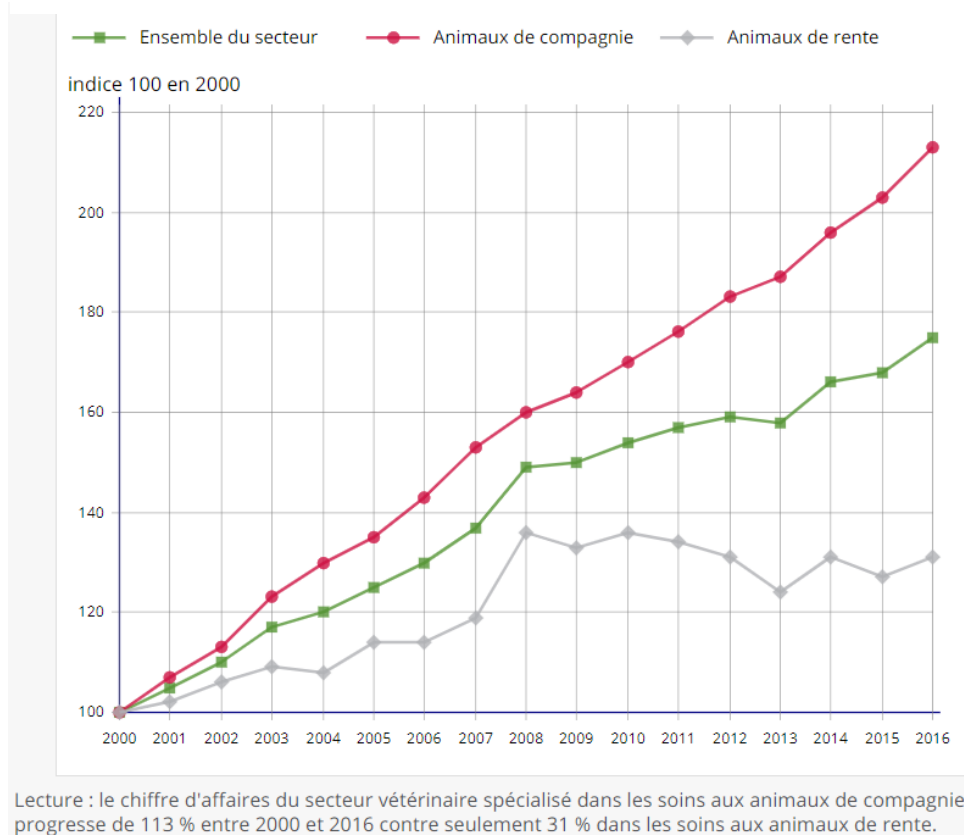


Figure 2 : Evolution du chiffre d'affaires des vétérinaires par spécialisation entre 2000 et 2016, Insee, 2018, comptes nationaux annuels et comptes de l'agriculture



Les animaux de compagnie sont ainsi de mieux en mieux médicalisés et de plus en plus nombreux : +0.8% en moyenne chaque année selon l'Insee, soit 14,2 millions de chats et 7,6 millions de chiens en 2016. Il en résulte une augmentation nette des besoins en matière de soins et donc d'emploi vétérinaire. C'est la raison pour laquelle une augmentation de 35% des places en Ecoles vétérinaires a été effectuée depuis 2012. Cette augmentation se poursuit avec pour objectif d'atteindre 800 places par année au total, soit 160 de plus que lors de la rentrée 2019.

B. Une formation, des métiers

La profession vétérinaire comprend des métiers extrêmement variés malgré une forte prédominance de praticiens exerçant en cabinet ou clinique. Pourtant, il leur est aussi possible d'être inspecteur de santé publique, de travailler en laboratoires d'analyse, dans l'armée, dans l'industrie pharmaceutique ou encore dans l'agroalimentaire. Le vétérinaire est en effet un maillon essentiel dans la chaîne de production alimentaire et est le garant de la sécurité des aliments (dans les abattoirs, les entreprises de fabrication de plats préparés ou encore toutes les entreprises qui manipulent des denrées alimentaires d'origine animale).

Les praticiens peuvent s'orienter vers la médecine des animaux de compagnie, des animaux de production, des chevaux, des porcs, des volailles ou encore des Nouveaux Animaux de Compagnie (NAC). Certains professionnels adoptent une activité mixte, permettant de concilier plusieurs de ces catégories afin de s'adapter au marché de leur lieu d'exercice. Le praticien est à la fois généraliste et est amené à explorer et traiter les affections cardiaques, respiratoires, urinaires ou hépatiques, il pratique la dentisterie, l'ophtalmologie ou encore la radiologie. Il pratique des chirurgies de complexité variable en fonction de ses aptitudes. La diversité des activités qu'un praticien réalise dépend à la fois de ses qualifications mais également du contexte dans lequel il exerce. De plus, toutes ces activités sont effectuées sur différentes espèces au cours de la même journée. Cette variété rend difficile la description d'une journée type. En réalité, tous les profils d'activité de praticien vétérinaire existent.

L'étude proposée ici porte sur les différentes activités réalisées par un vétérinaire praticien au cours d'une journée. Ces dernières doivent être organisées au cours de la journée afin d'optimiser le temps de travail effectif du vétérinaire, et de répondre à la demande de la clientèle. Les vétérinaires travaillent rarement seuls et s'associent le plus souvent au sein d'une même structure, qui prend alors la forme d'une entreprise. Cela permet un partage des coûts et une répartition des gardes ainsi que les bénéfices résultant du travail commun. Pour être rentable, la structure doit maîtriser ses investissements et assurer une bonne gestion du personnel. Celle-ci s'organise généralement par une association de vétérinaires qui dirigent la société et emploient des ASV (Assistante Spécialisée Vétérinaire), parfois un comptable, une femme de ménage ainsi que d'autres vétérinaires salariés non associés. Les gérants ont alors pour objectif d'exploiter au mieux les ressources humaines disponibles en estimant la quantité de tâches que peut effectuer chaque personne, dans un contexte où la ressource vétérinaire est globalement limitée sur le marché.

C. Etude de la rentabilité économique

Dans les pays occidentaux, les soins vétérinaires constituent un secteur économique en pleine croissance, combinant des activités pour un secteur professionnel et non professionnel. En effet, les vétérinaires fournissent des soins aux animaux d'exploitations agricoles et aux animaux de compagnie.

Une spécificité importante réside dans le fait que l'assurance privée est peu développée en France : les propriétaires d'animaux doivent payer directement pour les services vétérinaires. Dans le cadre de l'élevage, l'offre de soins peut être considérée comme un intrant nécessaire pour atteindre les objectifs économiques (Lhermie et al. 2017). Si les modèles économiques des soins de santé humains sont relativement bien décrits, en partie en raison de l'implication des assurances publiques, le modèle économique des pratiques vétérinaires reste mal décrit en France et à l'étranger. La rareté des données disponibles pour les dirigeants d'entreprises est un obstacle à la prise de décision rationnelle. Une composante importante de la rentabilité économique de l'activité vétérinaire est le temps nécessaire à l'exécution

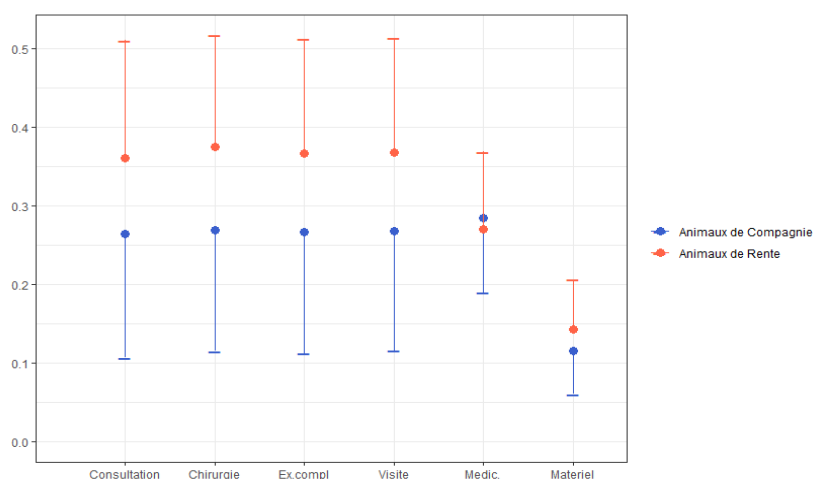
des actes de routine. En France comme dans plusieurs pays du monde, les vétérinaires effectuent un ensemble d'actes variés, tels que des consultations de médecine générale, des chirurgies de complexité variable ou encore la réalisation de nombreux actes complémentaires (radiographies, coproscopies, analyses de sang, etc). Ils délivrent également des médicaments et des aliments pour animaux. Ces activités de vente et de délivrance sont reconnues comme des sources de revenus non négligeables et un pilier de l'équilibre économique des structures vétérinaires. Toutes ces activités sont relativement chronophages et ce paramètre ne doit pas être négligé.

Dans le contexte actuel de crise et de fluctuation économiques, des stratégies de gestion d'entreprise efficaces vont devoir être développées afin de permettre la durabilité des structures vétérinaires, en particulier dans un contexte de pénurie de main d'œuvre qualifiée. Si la mise en place du système économique est contrôlée et que son efficacité est constamment réévaluée, l'entreprise pourra être réactive lorsqu'une adaptation sera nécessaire. C'est ainsi qu'une entreprise correctement gérée pourra augmenter ses bénéfices ou améliorer les conditions de travail de ses collaborateurs. Avant de pouvoir apporter des changements, il est nécessaire de comprendre le modèle économique des structures vétérinaires. Pour en assurer une compréhension de base, certains indicateurs économiques doivent être clarifiés.

Dans une publication récente, la rentabilité moyenne par taux de marge nette (rapport entre le bénéfice et les recettes) a été calculée en comparant les intrants et les extrants au sein d'une sélection de structures vétérinaires (Minviel et al. 2019). Cet indicateur a été calculé pour chacune des activités vétérinaires afin de voir quelles activités génèrent le plus de marge, à la fois pour les animaux de rente et de compagnie. Le taux de marge nette représente ainsi ce que rapporte chaque euro facturé. Cet indicateur est le plus facile à interpréter et le plus intéressant pour une structure donnée.

Dans le cas de la première hypothèse (les charges salariales sont proportionnelles à la marge commerciale des ventes-délivrances et du chiffre d'affaire des actes (Scénario 1)), les résultats sont présentés dans la Figure 3.

Figure 3 : Taux de marge nette : moyens dégagés par les principales activités vétérinaires (12 structures, Scénario 1)



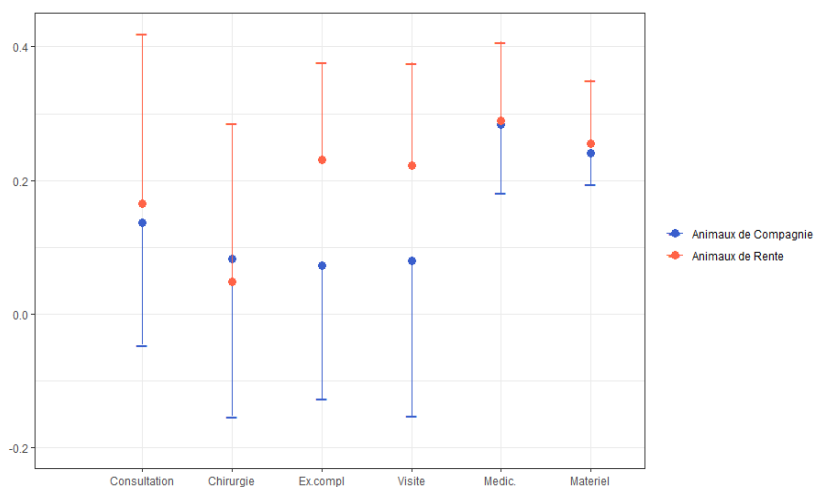
Les profits observés sont, dans la majorité des cas compris entre 0.25 et 0.35 mais il y a beaucoup de variabilité au sein des valeurs observées.

Pour les animaux de compagnie, le taux de marge nette moyen des actes médicaux est de 0,26, il est donc plus faible que celui des animaux de rente qui est de 0,37 (entre 0,36 et 0,38) pour les activités médicales. Un ratio de 0,36 indique que sur 100 € de chiffre d'affaires facturé, la structure vétérinaire (vétos associés) arrive à capter 36 € (donc 64 € pour couvrir les charges). Dans la logique du modèle économique, où on essaie de voir comment une structure arrive à créer de la valeur et à capter une partie de la valeur créée, un ratio de 0,36 indique que la structure arrive à capter 36% de la valeur créée.

Lorsqu'on interprète cette figure il est important de comprendre que tous les points n'ont pas le même poids en termes de quantité d'actes qu'ils représentent et donc en termes de chiffre d'affaire. Par exemple, le point représentant les chirurgies des animaux de compagnie représente un chiffre d'affaire bien plus important que celui représentant les chirurgies pour animaux de rente du fait de leur faible nombre.

Dans le cas de la seconde hypothèse (pas de charge salariale supplémentaire, pour les ventes liées aux actes médicaux (Scénario 2)), les résultats sont présentés dans la figure 4

Figure 4 : Taux de marge nette : moyens dégagés par les principales activités vétérinaires (12 structures, Scénario 2)



Dans cette situation, les profitabilités baissent fortement pour les actes et sont plutôt stables pour les médicaments et matériels, quelle que soit l'espèce. Elles sont particulièrement basses pour la chirurgie (toutes espèces), les examens complémentaires et les visites pour les animaux de compagnie. Cette situation amène à observer des marges nettes négatives, signifiant que certaines activités sont réalisées à perte dans certaines structures.

La forte différence observée entre les deux scénarios montre que le cadre de ventilation des charges salariales a un impact considérable sur le calcul de profitabilité de ces actes. Cela signifie que les structures doivent clairement s'interroger non seulement sur le prix de facturation, mais surtout sur les moyens de ressources humaines mis en œuvre pour réaliser l'activité, car ce point est crucial dans la profitabilité de l'acte.

L'allocation optimale des ressources devrait nécessiter une projection à court et à long terme du modèle d'entreprise. Elle doit être basée sur la profitabilité marginale de chaque activité dans un contexte donné, et non sur la moyenne des profitabilités des différentes activités. Le calcul de la profitabilité marginale est encore limité par le temps requis pour chaque activité, et il existe une forte incohérence observée sur le terrain ou lors de l'interrogation des acteurs. Effectivement, la profitabilité réelle d'un acte n'est pas directement liée au temps nécessaire à sa réalisation. Le temps requis pour chaque activité

est reconnu comme un facteur clé limitant la prédiction en agriculture (Dorward, A. 2013) et plus largement en biologie (Belage et al. 2019). La situation est d'autant plus complexe que les vétérinaires effectuent un grand nombre d'activités dans des contextes très divers. Les facteurs qui influencent le temps nécessaire aux activités vétérinaires sont entre autres la nature de l'acte, l'espèce considérée, les aptitudes du praticien dans ce domaine, son expérience, le contexte (intervention à la ferme / à domicile) ou encore le mode de facturation (à l'acte, sous forme de forfait ou à l'heure).

En santé humaine, un aspect important du financement des hôpitaux est la rentabilité des cas chirurgicaux individuels qui est mesurée par la marge de contribution (Macario et al., 2001). Le calcul de la marge de contribution (CM) a déjà été utilisé dans certains établissements de santé pour évaluer la rentabilité d'un service ou d'un département donné, avec des implications importantes pour la politique de l'hôpital. Le concept de CM est devenu important dans la gestion des soins de santé. Cependant, le calcul de la CM des cas chirurgicaux n'a pas réellement de sens pour évaluer leur rentabilité, sauf s'il est lié au temps nécessaire pour réaliser cette procédure. Ainsi, la Marge Horaire de Contribution (CMH) a été définie comme la recette attribuée à une procédure retranchée des coûts variables, le tout divisé par la durée moyenne de la procédure chirurgicale. Cette durée ayant été calculée au préalable (Macario A., 2006). La CMH n'est peut-être pas l'objectif en soi, mais c'est un outil que les administrateurs d'hôpitaux peuvent utiliser pour couvrir les coûts fixes tout en disposant de fonds suffisants pour le bien commun de la société. Si un hôpital prévoit d'étendre ses services aux personnes les plus démunies ou encore d'augmenter les fonds alloués à la recherche, il doit également identifier et maintenir une combinaison appropriée de services à plus forte marge pour lui permettre de dégager les fonds nécessaires (Dexter et al., 2002).

La rentabilité de la santé humaine a également été analysée en appliquant des statistiques comparatives et des statistiques descriptives. Il a été nécessaire d'évaluer les ventes, les coûts variables et les coûts fixes du traitement (Dakin et al., 2015). Les indicateurs de structure utilisés par les auteurs (Gabrusewicz., 2014) constituent un autre indicateur de rentabilité permettant d'identifier les valeurs financières qui ont la plus grande influence sur

la situation de l'entité de soins. Ces indicateurs permettent d'estimer la part des coûts sélectionnés dans les coûts totaux et d'identifier les coûts d'importance cruciale et leur évolution dans le temps.

D'autres approches se basent tout simplement sur l'analyse coûts/volume où la profitabilité d'un volume supplémentaire est égale au revenu marginal créé par l'augmentation de volume moins le coût marginal associé au changement de volume (Horngren. 1972). Ces informations sont importantes pour les éventuelles décisions d'expansion de l'entreprise pour lesquelles la connaissance des effets des changements de volume sur la profitabilité sont essentiels. Ils permettront de prévoir la trésorerie et donc d'orienter les décisions de financement à court terme (Cleverly et al., 1978)

Ce bref aperçu des indicateurs utilisés en médecine humaine pour l'approche économique des soins et la gestion hospitalière met clairement en évidence le manque d'outils du secteur vétérinaire. Cela montre comment le temps nécessaire à la réalisation des différentes interventions est une information clé pour la gestion des entreprises. Il doit être mis en relation directe avec la marge que l'entreprise réalise sur chacun de ces actes et intégré dans un contexte global de gestion de l'entreprise.

Lorsqu'un vétérinaire attribue un prix à ses actes, il doit estimer le coût de ces actes (coût fixe, coût variable et temps passé) et tenir compte des nombreux facteurs l'affectant. Le temps de travail des praticiens privés n'est pas facile à estimer, étant donnée la grande diversité des activités qu'il réalise (consultation, échographie, chirurgie, gestion de l'entreprise, vente de médicaments, etc.). En raison de cette forte variabilité, la profitabilité de l'activité vétérinaire par tranche de temps ne peut être clairement définie. Elle doit donc être décomposée et précisée pour chaque acte vétérinaire. Afin de calculer la profitabilité de chacun des actes en fonction du temps nécessaire à leur exécution, il faut tout d'abord estimer ce temps. Aussi, afin a terme d'améliorer l'évaluation de la profitabilité des actes vétérinaires, cette étude vise à estimer le temps de travail nécessaire à l'accomplissement des actes vétérinaires et à identifier l'origine de ses variations.

II. MATERIEL ET METHODES

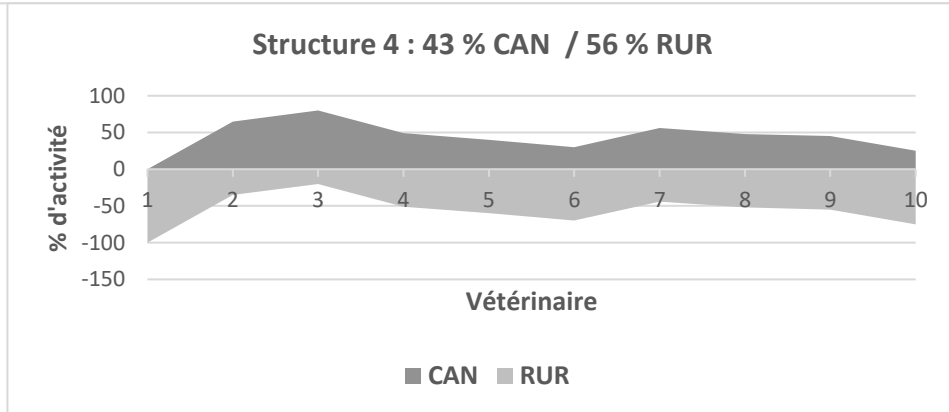
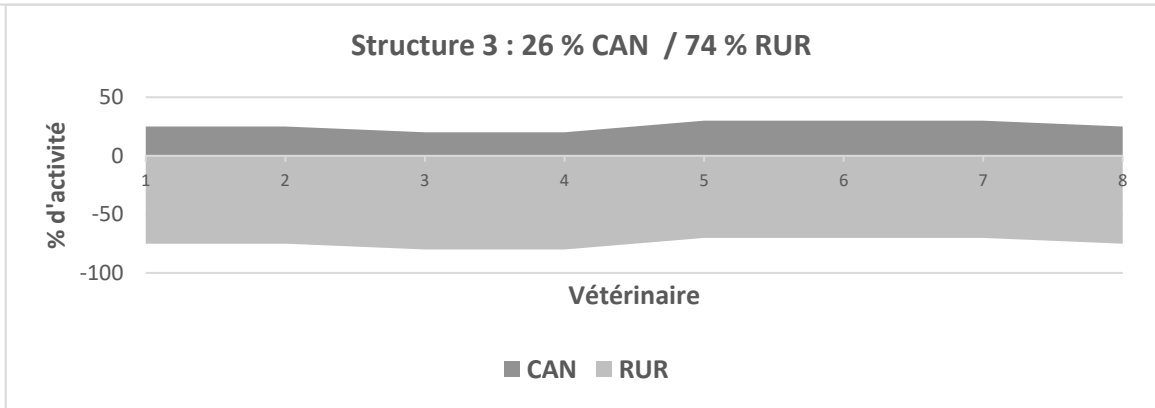
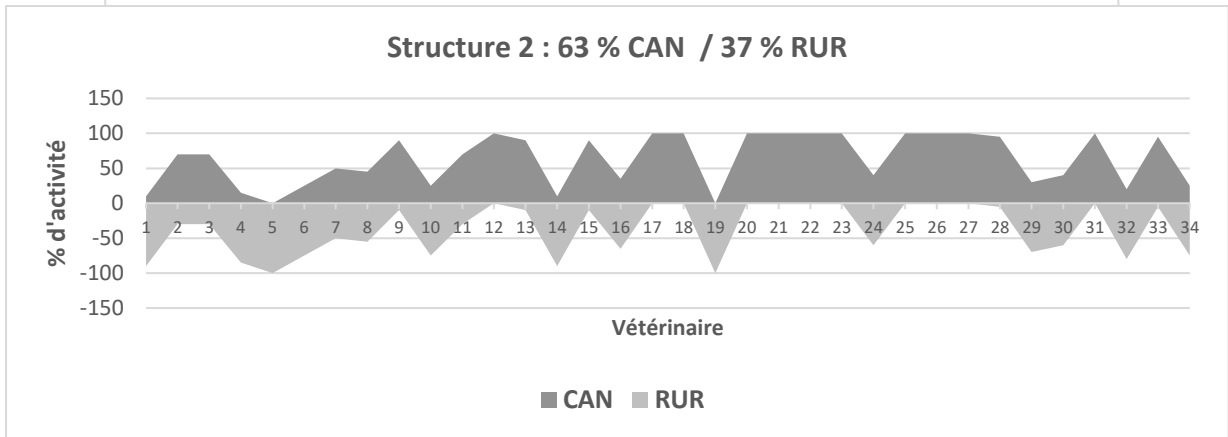
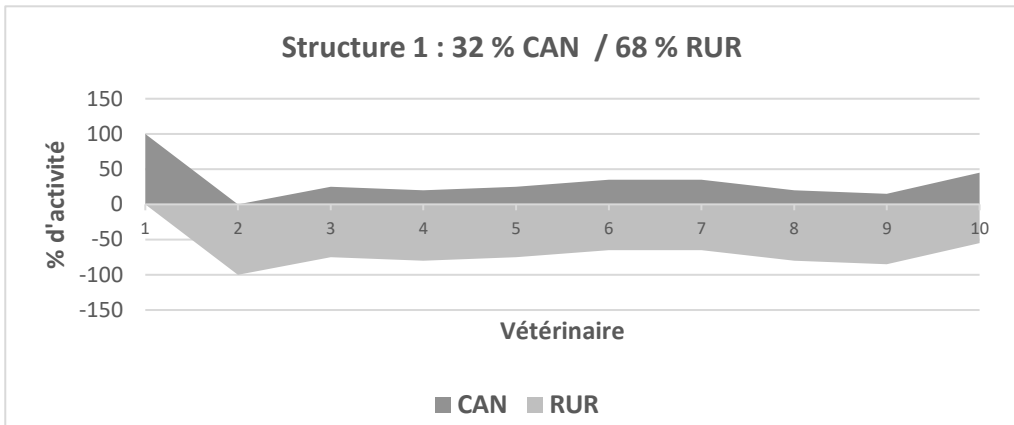
A. Collecte et exploitation des données

1. Collecte des données

Les données ont été collectées auprès de différents cabinets vétérinaires pour la période 2015-2017 à partir du logiciel métier vétérinaire « VETOCOM », utilisé par plus de 20% des structures vétérinaires (atlas de démographie vétérinaire 2020 ; le Point vétérinaire). Les bases de données sont issues d'une étude économique précédente (Minviel *et al.* 2019 ; Portal et Boluda 2019) dont l'objectif est d'analyser la rentabilité économique des activités vétérinaires. Ces données concernaient différents biens ou services immatériels ainsi que les dates de facturation correspondant à chaque activité.

Lors de cette précédente étude, une sélection aléatoire de trente-cinq structures vétérinaires a été réalisée parmi lesquelles douze ont accepté de participer. Ces structures ont, en globalité, la particularité d'être diversifiées au sein de la profession nationale puisqu'elles sont réparties un peu partout sur le territoire français, mais leur faible nombre ne permet pas une représentativité au sens statistique. Elles ont toutes une orientation mixte avec une activité équine, rurale (laitier, allaitant) et canine (de spécialisations variables). La figure 5 représente la répartition canine/rurale en pourcentage pour chacun des praticiens. Il apparaît que chacun a sa dominante d'activités mais si l'on observe l'ensemble des vétérinaires sur la globalité, l'étude porte sur 50.05% d'activité canine et 49.95% d'activité rurale.

Figure 5 : Répartition CAN / RUR des vétérinaires au sein des quatre structures étudiées. Les vétérinaires sont représentés par des numéros sur l'axe des abscisses.



Pour chacune des quatre structures étudiées, l'ensemble des données se présente sous la forme d'un tableau, construit de manière à ce que chacune des lignes corresponde à une activité (acte médical) réalisée par un vétérinaire donné un jour donné. Toutes les factures établies par la structure sont compilées et correspondent aux différentes lignes comme présenté dans l'extrait de table du tableau 1.

Tableau 1: Extrait de table brute

Ident	Ref_Consultant	vet_ou_asv	Especes	Date_Facturation → 1	Categorie0	Categorie1	Categorie2	CategorieF1	Quantite	Prix_UnitaireHT
Structure 1	14	1	CAN	2015-01-02	acte	consultation	generale	consultation et conseils	1.000	25.830
Structure 1	14	1	CAN	2015-01-02	acte	reanimation	administration	consultation et conseils	1.000	1.670
Structure 1	14	1	CAN	2015-01-02	admin_medoc	digestif	desordre digestif	admin_medoc	0.020	12.500
Structure 1	14	1	CAN	2015-01-02	acte	consultation	vaccination	admin_medoc	1.000	29.170
Structure 1	14	1	CAN	2015-01-02	acte	consultation	generale	consultation et conseils	1.000	25.830
Structure 1	14	1	CAN	2015-01-02	acte	consultation	generale	consultation et conseils	1.000	25.830
Structure 1	14	1	CAN	2015-01-02	acte	imagerie	radiographie	examens complementai	1.000	33.330
Structure 1	14	1	CAN	2015-01-02	acte	reanimation	administration	consultation et conseils	1.000	3.330
Structure 1	14	1	CAN	2015-01-02	admin_medoc	digestif	desordre digestif	admin_medoc	0.200	12.600
Structure 1	14	1	CAN	2015-01-02	admin_medoc	coeur	diuretique	admin_medoc	0.400	10.000

La dernière ligne de cet extrait de table peut être interprétée de la manière suivante :

Le vétérinaire n°14, travaillant pour la structure 1, a effectué une consultation canine (CAN) le 02.01.2015. Au cours de cette consultation, il a administré 0.4 ml de diurétique afin de prendre en charge une pathologie cardiaque. Le prix unitaire hors taxe s'élève à 10 € le ml de produit. Tous les actes réalisés entre janvier 2015 et décembre 2017 dans les structures étudiées sont référencés de cette manière.

Pour cette étude, quatre structures vétérinaires générales mixtes (canine, rurale, équine) ont été sélectionnées en fonction des données qu'elles ont été en mesure de fournir. Les cabinets sont composés de cinq à douze vétérinaires, associés et salariés confondus, ainsi que d'auxiliaires spécialisées vétérinaires (ASV). Le revenu annuel de ces structures était en moyenne de 1 197 056 € en ce qui concerne les actes. Ces revenus ont pour origine l'activité canine à 43 % et l'activité rurale à 56 %,

2. Sélection des données

La base de données originale était composée de 714 413 observations pour la période de 3 ans et pour les quatre structures. Elle était construite sur un langage d'interrogation structuré (SQL) stocké sur une application Web de gestion des bases de données. Ces tables étaient composées de différentes activités, médicales et commerciales regroupées en différentes catégories. Les catégories 1 apparaissant sur le tableau 1 et l'annexe 1 (Catégorie) correspondent à des catégories générales subdivisée en plusieurs catégories 2, elles même subdivisées en plusieurs catégories 3. Cela permet d'affiner l'identification et le regroupement des actes. Pour des besoins de simplification et de clarté nous utiliserons dans ce travail le terme de « catégorie » pour désigner les « catégorie 1 » et de « sous-catégorie » pour désigner les « catégorie 2 »

Dans cette étude, l'hypothèse est faite que les ventes et l'administration de médicaments ne prennent pas réellement du temps supplémentaire au vétérinaire. En effet, cette distribution est généralement réalisée au cours de la consultation. Dans ce cas-là, on choisit d'allouer ce temps à la consultation en lien avec le motif de la vente. Lorsque la vente n'est pas affectée à une consultation, ce sont les auxiliaires vétérinaires qui s'occupent généralement de la distribution et de la facturation des produits. Le temps nécessaire à ces ventes n'est donc pas, à priori, fourni par le vétérinaire. En conséquence de quoi les ventes et l'administration de médicaments ont donc été écartées (294 745 observations), ce qui a conduit à ne considérer que les actes médicaux (419 668 observations)

B. Nettoyage et uniformisation des données

1. Nettoyage des données

Malgré l'important nettoyage des données déjà réalisé sur ces tables lors du travail précédent, ces dernières présentaient toujours certains défauts et incohérences entre les

différentes structures en regard des objectifs fixés dans cette nouvelle étude. Un travail important d'uniformisation a aussi été nécessaire.

Trois critères d'exclusion ont été appliqués pour le nettoyage des données :

- Premièrement, les actes médicaux qui ne pouvaient être rattachés à aucune sous-catégorie par manque d'informations sur les secteurs (activité canine ou rurale) ou sur le type d'acte ont été exclus (87 294 observations rejetées).
- Deuxièmement, les sous-catégories d'actes pour lesquels moins de 25 procédures ont été identifiées sur la période de 3 ans ont été écartées (154 112 observations).
- Troisièmement, les anesthésies réalisées en médecine des grands animaux (16,3 % des anesthésies) ont été exclues, et seules celles réalisées pour des animaux de compagnie (83,7 %) ont été retenues. Cette étape a été nécessaire pour des raisons d'homogénéisation car certaines structures ne facturent pratiquement pas d'anesthésies sur les grands animaux. L'une d'elles a par exemple facturé 9 anesthésies en rurale sur la période de 3 ans contre 1943 en canine. De plus les anesthésies réalisées en rurale sont majoritairement loco-régionales alors qu'elles sont souvent générales en médecine canine. Ces éléments n'apportent pas de biais sur les résultats car ces anesthésies en secteur rural sont couplées à des chirurgies. Elles sont donc commercialisées en tant que telles et retenues dans l'étude sous la forme de chirurgies.

L'ensemble de données final comprenait ainsi 215 398 observations

2. Uniformisation et explicitation des données

L'uniformisation des données a débuté par la sélection des colonnes utiles à l'étude détaillées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Signification des colonnes conservées pour l'étude

Sigle de la colonne conservée pour l'étude	Signification
Ident	Nom de la structure vétérinaire dans laquelle l'acte a été réalisé
Ref Client	Identifiant du client concerné par l'acte : nécessaire pour identifier plusieurs actes réalisés pour un même client au cours d'une même consultation
Ref Consultant	Identifiant du vétérinaire ayant réalisé l'acte
Vet ou asv	Vaut 0 pour une ASV et 1 pour un vétérinaire
Espèces	Espèce animale sur laquelle porte les soins
Date Facturation	Date de facturation/réalisation de l'acte
Année	Année de facturation
Catégorie 0, 1, 2, F0 et F1	Différents degrés de catégorisation des actes
Quantité	Nombre d'actes correspondant à cette dénomination
Prix unitaire HT	Montant HT facturé au client

Il a ensuite été nécessaire de créer de nouvelles colonnes, détaillées dans le tableau 3, pour le regroupement des données ou l'apport d'informations supplémentaires utiles à l'analyse globale.

Tableau 3 : Colonnes créées pour les besoins de l'étude

Sigle correspondant aux nouvelles colonnes	Objectifs et définitions
Mois	Identifier le mois de réalisation de chaque acte par un nombre
Semaine	Identifier la semaine de réalisation de chaque acte par un nombre
Féried	Identifier les jours de garde : vaut 1 pour un jour férié, 0 sinon
Véto	Identifier chacun des vétérinaires par un code tenant compte de la structure dans laquelle il exerce, information nécessaire pour pouvoir fusionner les données de plusieurs structures
Activité principale	Identifier l'activité principale des vétérinaires : CAN ou RUR
Time (en jours)	Connaître le temps de travail sur l'année en cours du vétérinaire ayant réalisé l'acte (fourni par les structures)
Time calc (en jours)	Connaître le temps de travail sur l'année en cours du vétérinaire ayant réalisé l'acte (calculé à partir des données)
Time mois (en jours)	Connaître le temps de travail sur le mois en cours du vétérinaire ayant réalisé l'acte : permet d'étudier le temps de travail à l'échelle du mois
Time semaine (en jours)	Connaître le temps de travail sur la semaine en cours du vétérinaire ayant réalisé l'acte (calculé à partir des données) : permet d'étudier le temps de travail à l'échelle de la semaine

Les données contenaient de nombreuses formulations différentes pour désigner un même acte dans les différentes structures. Ce manque d'uniformité s'observait même parfois au sein d'une structure, en lien avec la diversité des personnes à l'origine de la facturation lors de l'utilisation du logiciel : tous les vétérinaires n'attribuent pas le même libellé à un même acte. Il a donc été décidé de normaliser les libellés via la fusion de certaines des 65 sous-catégories de départ. Ce processus a abouti à l'obtention de 44 sous-catégories présentées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Liste des 65 sous-catégories de départ concernant la structure 1 (échantillon)

Nombre	Sous-catégorie	Espèce	Nombre	Sous-catégorie	Espèce
20	acte intermediaire	CAN	18	radiographie	NULL
85	acte intermediaire	EQ	582	radiographie	CAN
817	acte intermediaire	RUR	11	radiographie	EQ
9	administration	NULL	27	radiographie	RUR
1361	administration	CAN	2	specialisee	CAN
905	administration	EQ	1	specialisee	EQ
907	administration	RUR	78	specialisee	RUR
1	analgesie	EQ	2	suivi	NULL
4	anesthesie	NULL	911	suivi	CAN
1943	anesthesie	CAN	229	suivi	EQ
8	anesthesie	EQ	157	suivi	RUR
9	anesthesie	RUR	5	suivi elevage	CAN
1	antibiotique systemique	CAN	129	suivi elevage	EQ
1	certificat abattage	NULL	387	suivi elevage	RUR
19	certificat abattage	EQ	3323	vaccination	CAN
8	certificat abattage	RUR	20	vaccination	EQ
25	certificat sanitaire	RUR	24	vaccination	RUR
11	echographie	NULL	6	visite	NULL
64	echographie	CAN	53	visite	CAN
185	echographie	EQ	739	visite	EQ
66	echographie	RUR	925	visite	RUR
155	export	RUR	140	identification	CAN
6	fluido	NULL	125	identification	EQ
976	fluido	CAN	39	identification	RUR
120	fluido	EQ	151	passport	CAN
1261	fluido	RUR	24	petit acte	NULL
12	garde	NULL	172	petit acte	CAN
345	garde	CAN	65	petit acte	EQ
258	garde	EQ	850	petit acte	RUR
282	garde	RUR	1	prophylaxie	CAN
2206	generale	CAN	11	prophylaxie	EQ
506	generale	EQ	68	prophylaxie	RUR
1501	generale	RUR			

Les sous catégories grisées dans le Tableau 4 n'ont pas été conservées en raison de la faible quantité d'actes réalisés sur la période de trois ans étudiée (moins de 25 par an).

La sous-catégorie nommée « Petit acte » avait une signification dépendante de la personne réalisant l'acte. Cette sous-catégorie concernant une quantité d'actes trop importante pour pouvoir être écartée de la régression, une étude plus approfondie a donc dû être conduite. Il en résulte l'obtention du tableau 5 dans laquelle sont détaillés et quantifiés les sous-catégories d'actes correspondant aux « petits actes » de chaque clinique.

Tableau 5 : Détails de la sous-catégorie "Petit acte"

Sous-Catégorie	Structure 1				Structure 2				Structure 3				Structure 4			
	CAN	RUR	EQ	TOT	CAN	RUR	EQ	TOT	CAN	RUR	EQ	TOT	CAN	RUR	EQ	TOT
Consultation et conseils	161	845	64	1094	788			792	3233			3233	288			345
Chirurgie	10	5	1	16	0	0	0	10	1	1		2				
Examens complémentaires	1			1		1		1								
Visite						1550	29	1579		541	11	552		113	19	132
vente_materiel_alim					40			40								
Total	172	850	65	1111	828	1551	29	2422	3234	542	11	3787	288	113	19	477

Ainsi, les *petits actes* réalisés en activité canine sont regroupés avec les *Consultation canines* car ils correspondent essentiellement à des « Consultation et conseils ». En revanche, les *petits actes* en activité rurale sont regroupés avec les *Visites rurales* car ils correspondent essentiellement à des *Consultation et conseils* ou *Visites*. L'étude de cette catégorie montre bien à quel point des structures différentes emploient des libellés identiques pour qualifier des actes différents. Il apparaît en effet que les structures 1 et 2 utilisent ce libellé pour qualifier des actes essentiellement ruraux alors que les structures 3 et 4 l'emploient davantage pour l'activité canine. Il est également notable que la structure 1 n'emploie pas ce libellé pour les *Visites* mais fait rentrer ces actes dans des *Consultations et conseils* alors que la structure 2 l'utilise aussi pour des *ventes de matériel/alimentation*.

3. Regroupement des sous-catégories d'actes

Les 44 sous-catégories ont ensuite été regroupées en catégories principales :

- Tout d'abord, les sous-catégories similaires en activités rurale et équine ont été regroupées. Ce choix a été fait car la part des activités équines était faible (8 %) et il a été considéré qu'un acte donné prenait le même temps dans ces deux secteurs.

- Ensuite, toutes les sous-catégories à durée de réalisation équivalente, ont été regroupées. C'est par exemple de cas des « vaccinations » qui ont été regroupées avec les « identifications », il a été considéré qu'un vétérinaire alloue le même temps à ces deux activités.
- Au final, quatre nouvelles catégories principales ont été proposées. La catégorie "visite animaux de rente" représente la consultation individuelle des animaux d'élevage, généralement associée à un déplacement du vétérinaire sur le lieu d'élevage. La catégorie "consultation des animaux de compagnie" rassemble tous les soins médicaux et diagnostics individuels exécutés à des animaux de compagnie, généralement au cabinet. Ensuite, la catégorie chirurgie correspond à toutes les procédures nécessitant une anesthésie et pratiquées au cabinet sur des animaux de compagnie. Enfin, les suivis de troupeaux correspondent à la surveillance générale des troupeaux d'animaux de rente. Il s'agit à la fois des suivis réalisés dans le cadre sanitaire mais également des suivis de reproduction ou encore des suivis globaux visant à enrayer un problème chronique dans un élevage (problème d'alimentation, de logement ou autre...).

Les données relatives aux actes de prophylaxie ont été traitées de manière spécifique.

Les actes de prophylaxie de faible importance, correspond à des visites d'achats ou actes ponctuels, sont considérés comme relevant des pratiques quotidiennes et ont été conservés dans les actes étudiés. Ces activités sont le plus souvent englobées dans le planning journalier des vétérinaires, et sont traitées comme une autre consultation / visite.

Les actes de prophylaxie sur l'ensemble du cheptel, réalisés un seul jour ou de manière étalée, sont la majorité du temps non inclus dans le logiciel de facturation et sont difficile à considérer dans notre étude. Aussi, lorsqu'ils ont été retrouvés dans le logiciel de facturation, ils n'ont pas été conservés pour cette étude.

Afin de distinguer les actes relevant de la première ou seconde situation, un seuil de 100 euros a été retenu, et les 108 observations supérieures à ce seuil ont été supprimées.

Tableau 6 : Regroupement des sous-catégories en 4 catégories principales

Catégorie principale	Visite animaux de rente	Consultation animaux de compagnie	Suivi de troupeau	Chirurgie
Sous-catégories	Consultation rurale/équine Radiographie rurale/équine Déplacement en milieu rural Petits actes ruraux/équins Prophylaxie en milieu rural Vaccination en milieu rural Identification bovin/équine Echographie bovin/équine	Consultation canine (générale ou suivi) Identification canine Vaccination canine Petit acte canine Prophylaxie canine Radiographie canine Échographie canine Fluidothérapie	Suivi d'élevage canin Suivi d'élevage de ruminants Suivi d'élevage équin	Anesthésie canine Anesthésie rurale Chirurgie canine Chirurgie rurale

Les quatre catégories définies (visite animaux de rente, consultation animaux de compagnie, suivi de troupeau et chirurgie) ont été ajoutées aux tables en tant que nouvelles variables (Tableau 6). Lorsqu'un vétérinaire exerce l'une de ces quatre activités, la valeur 1 est attribuée à la variable correspondante et 0 aux trois autres variables. Ainsi pour chaque acte, la valeur 1 est attribuée uniquement à l'activité effectivement réalisée comme visible dans le tableau 7.

Tableau 7 : Extrait d'une des tables utilisées pour comptabiliser les actes

Especies	Date_Facturation	Annee	Mois	TIME	TIME_MOIS	Ferie	Categorie1	ConsultCANINE	VisiteRURALE	Chirurgie	SuivielevageRUR_EQ
CAN	2015-01-02	2015	1	233.50	20.00	0	chirurgie	0	0	1	0
CAN	2015-01-02	2015	1	233.50	20.00	0	chirurgie	0	0	1	0
RUR	2015-01-02	2015	1	233.50	20.00	0	consultation	0	1	0	0
RUR	2015-01-02	2015	1	233.50	20.00	0	consultation	0	0	0	1
RUR	2015-01-02	2015	1	233.50	20.00	0	consultation	0	1	0	0
RUR	2015-01-02	2015	1	233.50	20.00	0	reanimation	1	0	0	0
RUR	2015-01-02	2015	1	233.50	20.00	0	consultation	0	1	0	0
RUR	2015-01-02	2015	1	233.50	20.00	0	consultation	0	1	0	0
RUR	2015-01-02	2015	1	233.50	20.00	0	consultation	0	1	0	0
RUR	2015-01-02	2015	1	233.50	20.00	0	musculo_sque	0	1	0	0

C. Adaptation des tables à l'échelle du mois

1. Identification du mois de réalisation de chacun des actes

Les actes médicaux effectués chaque mois ont été identifiés et un numéro de mois a été attribué à chaque ligne de facturation. A cette fin, une variable quantitative "Mois" a été ajoutée à la base de données sous la forme d'une nouvelle colonne, et une valeur unique comprise entre 1 et 36 a été attribuée à chacun des mois, de manière chronologique. La date de facturation de chaque acte a été utilisée afin d'identifier le mois de facturation.

2. Calcul du temps de travail à partir des dates de facturation

Pour identifier le nombre de jours ouvrables par mois, deux méthodes ont été développées.

Premièrement une méthode déclarative a utilisé les données directement fournies par les structures vétérinaires à partir de leurs registres de présence, en tenant compte du nombre de jours travaillés par mois pour chaque vétérinaire. Cette méthode a toutefois montré une incohérence entre les jours déclarés et le nombre de jours réellement travaillés dans la pratique.

En outre, il n'est pas possible d'avoir un calendrier en temps réel, car les données fournies ne contiennent que les vétérinaires titulaires. Les jours travaillés par les éventuels remplaçants ou salariés temporaires sont déclarés comme réalisés par le vétérinaire titulaire s'étant fait remplacer. Les données fournies ne permettent pas de différencier ces deux catégories de vétérinaires. Enfin, cette méthode fournit uniquement le nombre jours travaillés par an et par vétérinaire et pas l'emploi du temps réel de chacun. Cela ne permet donc pas d'étudier la répartition du temps de travail à une échelle plus fine qu'annuelle (mois ou semaine).

La seconde méthode consiste à compter le nombre de jours distincts où un acte a été facturé par un vétérinaire, sur une période donnée en considérant que chaque jour où le

vétérinaire a facturé un acte était un jour où il était présent à la clinique, et donc un jour de travail effectué par celui-ci. Cette méthode permet donc de connaître le nombre de jours travaillés par chaque vétérinaire pour chaque unité de temps (semaine, mois, année).

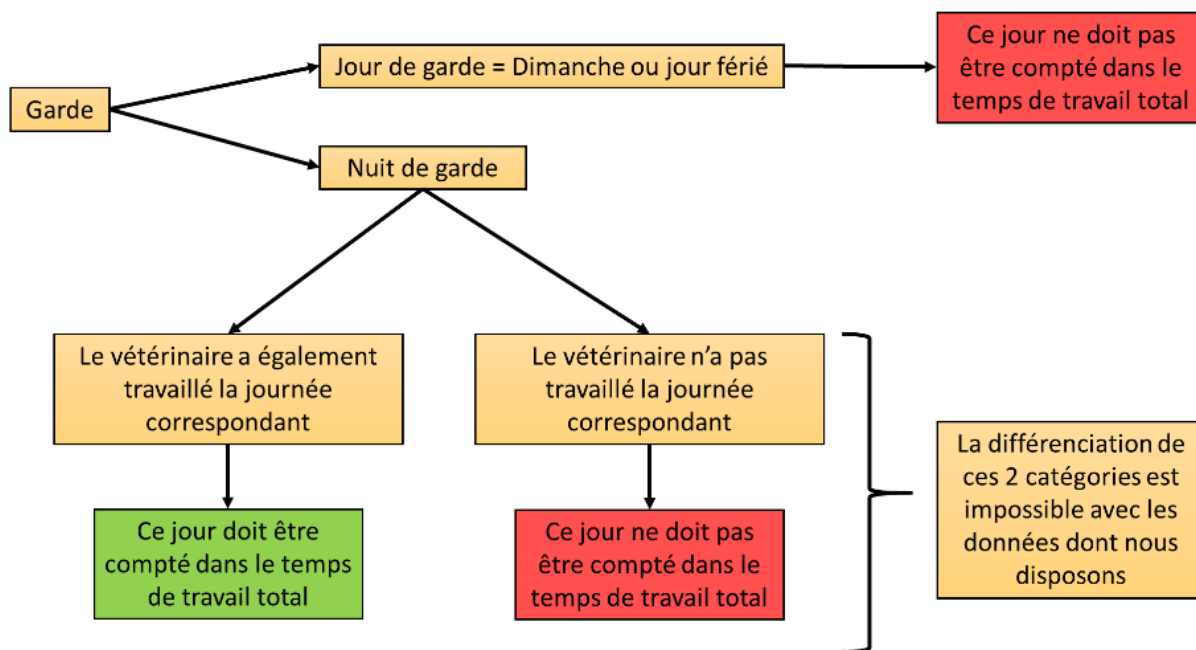
Les deux méthodes ont été comparées et il apparaît une forte proximité entre les valeurs fournies et calculées lorsqu'on compare les valeurs à l'année. Par exemple, pour la structure 4, la moyenne du nombre de jours travaillés en 2015 par les vétérinaires de la structure est de 213 j alors que la moyenne calculée est de 216 j, soit un écart de 1.4 %. Si l'on considère l'ensemble des vétérinaires des quatre structures sur les trois années d'étude, l'écart entre le nombre de jours travaillés et calculé est de 0.58 %. Les calculs réalisés selon la méthode 2 sont donc fiables.

Les dates de facturation, connues pour chaque acte, ont ainsi été utilisées pour obtenir le nombre de jours travaillés pour chacun des 36 mois d'étude et chacun des vétérinaires. Les nouvelles variables quantitatives "Temps_mois" et « Temps_semaine » ont été créées, elles correspondent au nombre de jours où le vétérinaire a travaillé chaque mois ou semaine en se basant sur les jours où des factures ont été émises.

3. Prise en compte des jours de garde

Une partie des activités et des factures ont été réalisées lors de jours de gardes, il a donc été nécessaire de corriger ces éléments. La méthode décrite en figure 6 donne le détail de ces activités.

Figure 6 : Technique d'identification des jours de garde



Les gardes sont divisées en deux grandes catégories : les gardes de nuit réalisées au cours de la semaine et les gardes en journée réalisées les dimanches et jours fériés. Les gardes correspondant aux actes effectués pendant la nuit étaient liés à la facturation rapportée sur la journée correspondante, ils étaient donc difficiles à isoler. En revanche, l'identification des gardes correspondant aux dimanches et jours fériés a été possible, une variable quantitative a été ajoutée pour les identifier. Cela a permis d'exclure de l'étude les journées de garde ainsi que les actes réalisés ces jours-là, correspondant à 43 568 observations rejetées.

Les activités de garde effectuées pendant la pause déjeuner ou les nuits de semaine ont été conservées dans l'ensemble de données, car elles sont en moyenne proportionnelles au flux de travail quotidien de chaque individu et peuvent représenter une certaine différence dans les heures d'ouverture des bureaux. De plus le volume de gardes est en moyenne équivalent pour tous les jours de l'année et elles sont lissées par les activités réalisées au cours d'un mois. Toutefois, le lissage des gardes pour chaque semaine apparaît plus aléatoire.

Les lignes où la somme des activités est égale à 0 correspondent aux jours où le vétérinaire n'a effectué aucune facturation et donc, selon notre hypothèse, n'est pas présent à la clinique. Elles n'ont donc pas été considérées comme un jour travaillé.

L'ensemble de données finales a recueilli le nombre total de jours travaillés et le nombre total d'activités réalisées par catégorie et sous-catégorie, pour chaque mois et chaque vétérinaire. Il contenait 171 830 observations.

D. Création d'une table adaptée au modèle

Afin d'appliquer un modèle de régression à l'échelle du mois, il a été nécessaire de créer de nouvelles tables, plus adaptées à notre travail, à partir des tables de base. Pour cela, des sommes ont été réalisées afin de réduire le nombre total de lignes, de telle sorte qu'une ligne ne correspond plus à une facture unique mais aux activités réalisées par un vétérinaire donné, un mois donné, de manière chronologique (Tableau 8).

Tableau 8 : Extrait de la table utilisée pour la régression

TIME_MOIS	Mois	Veto	sum(VisiteRUR_EQ)	sum(ConsulEchoCAN)	sum(SuivielevageRUR_EQ)	sum(Chirurgie)
16.00	2	C2	13	57	3	29
24.00	2	C3	103	49	17	8
13.00	2	C4	64	18	6	7
17.00	2	C5	0	192	0	48
18.00	2	C6	62	22	9	9
18.00	2	C7	14	69	2	20
16.00	2	C8	36	62	1	19

Il apparait sur cet extrait que le vétérinaire C2 a travaillé 16 jours durant le mois n°2 (correspondant à février 2015) au cours duquel il a effectué 13 visites en exploitation agricole, 57 consultations canines, 3 suivis d'élevages et 29 chirurgies. Sur la deuxième ligne du tableau on voit en revanche que le vétérinaire C3 a travaillé 24 jours durant ce même mois de février 2015 (mois n°2) au cours duquel il a effectué 103 visites rurales, 49 consultations canines, 17 suivis d'élevage et seulement 8 chirurgies. Il semblerait donc que sa dominante soit la médecine rurale, en tous cas ce mois là. Et ainsi de suite pour chacun des vétérinaires de la structure au cours des 36 mois sur lesquels porte cette étude.

Une table similaire a été créée pour chacune des quatre structures étudiées puis ces dernières ont été fusionnées pour former la table finale sur laquelle porte la régression.

Même si les tables précédentes sont aussi recevables pour l'échelle de la semaine ou du mois, seule l'échelle du mois a été retenue car des effets de bordure ont été observés pour l'échelle de la semaine, suggérant des données moins fiables à cette échelle.

E. Modèle de régression linéaire multiple

Les données ont été analysées avec le logiciel R (R Core Team. 2019).

Un modèle de régression linéaire suppose une relation linéaire entre les variables d'entrée et les variables de sortie. Dans le cas de plusieurs variables d'entrée, le modèle est appelé régression linéaire multiple. Les modèles linéaires sont simples mais fournissent souvent une bonne description de la manière dont les variables d'entrée affectent la variable de sortie. L'interprétation la plus instructive des modèles de régression est la capacité à mesurer l'importance relative de chaque variable prédictive.

L'analyse de régression linéaire multiple est l'une des techniques statistiques les plus utilisées pour comprendre la relation entre plusieurs variables indépendantes et variables dépendantes.

Le modèle de régression linéaire utilisé dans cette étude permet d'analyser la relation entre les variables dépendantes Y (nombre de jours travaillés par mois) et plusieurs variables indépendantes X (nombre d'activités par mois, pour chaque activité ou sous-groupe d'activités)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \epsilon$$

Ce modèle permet d'estimer les coefficients β , c'est-à-dire, pour cette étude, le temps nécessaire à l'exercice de chaque activité pour un vétérinaire praticien et de déterminer les intervalles de confiance (IC) à 95% correspondants. Une régression descendante par étapes a d'abord été appliquée et toutes les interactions ont été testées pour les variables significatives. Les variables testées ont été alternativement les catégories principales ou les sous-catégories.

L'intervalle de confiance (IC) à 95% est un intervalle de valeurs qui a 95% de chance de contenir la vraie valeur du paramètre estimé. Avec moins de rigueur, il est possible de dire que l'IC représente la fourchette de valeurs à l'intérieur de laquelle il est certain à 95% de trouver la vraie valeur recherchée. En statistiques, un intervalle de confiance permet d'établir la marge d'erreur entre les données d'un sondage (échantillon) et les données de la population totale. Classiquement ce risque d'erreur (alpha : α) est fixé arbitrairement et les valeurs les plus couramment utilisées sont 5%, 1% ou 0,1%. La confiance généralement accordée sont donc de $1-\alpha = 95\%$, 99% , ou $99,9\%$

Il est possible d'appliquer, à titre d'exemple, le modèle à la première ligne du tableau 8 qui concerne les activités du vétérinaire C2 au cours du mois de Février 2015. Pour rappel le modèle théorique s'écrit sous la forme : $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \epsilon$. Dans notre cas, Y est le temps de travail au cours de ce mois donc 9h par jour pendant 16 jours soit 144 heures. Les X_i correspondent aux activités qui sont réalisées au cours d'une journée. On obtient donc :

$$144(h) = \beta_0(h) + \beta_{cc}(h) \times n_{\text{consultation canine}} + \beta_{vr}(h) \times n_{\text{visite rurale}} + \beta_c(h) \times n_{\text{chirurgie}} + \beta_{se}(h) \times n_{\text{suivi d'élevage}} + \epsilon.$$

Le modèle permet d'estimer les β_j qui correspondent au temps nécessaire pour réaliser les actes auxquels ils sont liés. Il recherche alors la meilleure combinaison permettant d'expliquer les 144h de travail à partir des différentes activités et de leurs quantités. Ce modèle est appliqué à toutes les lignes du tableau afin d'affiner la régression et de trouver la meilleure combinaison globale expliquant le temps de travail mois après mois.

III. RESULTATS

A. Analyse descriptive de l'échantillon

Le nombre d'actes réalisés dans chaque catégorie principale sur toute la période d'étude est présenté dans le tableau 9.

Tableau 9 : Nombre d'actes de chaque catégorie principale réalisés pendant la période étudiée

	Structure	Consultation canine	Visite rurale	Chirurgie	Suivi élevage	Total
Période de 3 ans	1	6 928	8 138	3 532	980	19 578
	2	30 537	14 029	8 334	1 584	54 484
	3	41 415	21 507	5 209	474	68 605
	4	11 240	14 434	2 349	1 140	29 163
	Total	90 120	58 108	19 424	4 178	171 830
2015	1	1 976	1 819	1 256	243	5 294
	2	10 618	5 784	3 123	695	20 220
	3	12 033	8 348	1 387	196	21 964
	4	3 736	5 341	712	295	10 084
	Total	28 363	21 292	6 478	1 429	57 562
2016	1	2 283	1 876	1 478	261	5 898
	2	10 929	4 529	2 826	514	18 798
	3	15 536	75 14	1 577	137	24 764
	4	3 848	4 622	833	391	9 694
	Total	32 596	18 541	6 714	1 303	59 154
2017	1	2 669	4 443	798	476	8 386
	2	8 990	3 716	2 385	375	15 466
	3	13 846	5 645	2 245	141	21 877
	4	3 656	4 471	804	454	9 385
	Total	29 161	18 275	6 232	1 446	55 114

Les statistiques descriptives de notre échantillon de structures vétérinaires au cours des trois années (2015-2017) sont présentés dans le tableau 10. Dans les 16 jours travaillés en moyenne par mois, les statistiques descriptives suggèrent qu'un vétérinaire effectue en moyenne 3 suivis de troupeaux, 45 visites en activité rurale, 70 consultations animaux de compagnie, et 15 chirurgies.

Tableau 10 : Statistiques descriptives sur les actes pour l'ensemble de la période 2015-2017

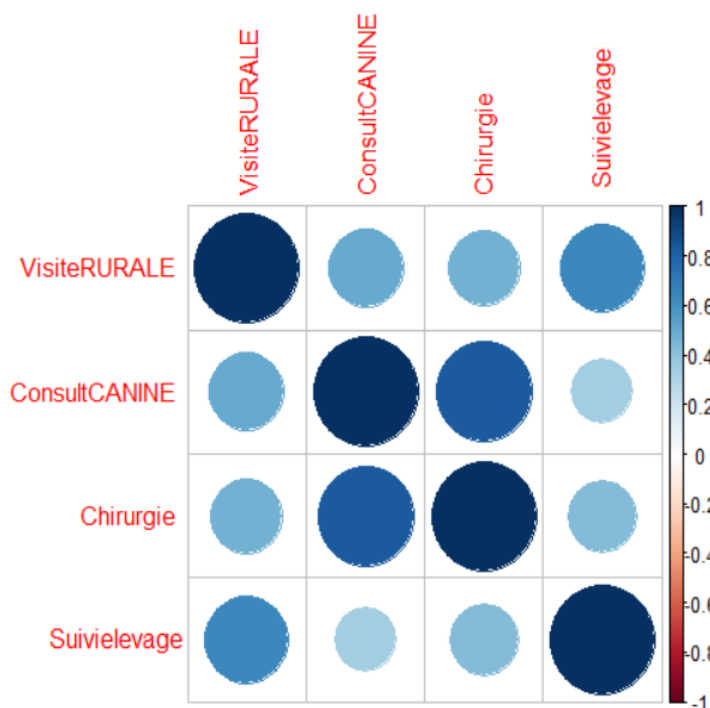
	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
Temps de travail moyen par mois (en j)	16,28	4,89	1	27
Suivi de troupeau (nombre/mois)	3,22	5,47	0	54
Visite en activité rurale (nombre/mois)	44.91	42.37	0	488
Consultation canine (nombre/mois)	69.49	64.17	0	369
Chirurgie (nombre/mois)	15.01	17.26	0	148

Les résultats présentés dans le tableau 10 montrent la diversité des activités entre les vétérinaires. Cela est particulièrement révélé par l'écart important observé entre les minima et maxima d'activités réalisées par les différents vétérinaires au cours d'une même période. Cette variabilité affecte donc la moyenne d'activités réalisées par mois qui doit donc être interprétée en conséquence : elle ne représente pas l'activité réelle des vétérinaires. Cela s'explique notamment par le fait que les vétérinaires n'ont pas tous les mêmes activités principales. Il faut prendre en compte le fait que certains n'exercent qu'en activité canine ou rurale alors que d'autres exercent en pratique mixte en proportions variables. Ce constat permet aussi d'expliquer l'importance de l'écart-type qui s'observe dans le tableau 10.

Le modèle de régression permet aussi d'étudier la corrélation entre les différentes variables étudiées. Ces corrélations sont présentées dans la figure 7.

Sur cette figure, plus la couleur tend vers le bleu foncé, plus les variables concernées sont corrélées positivement. Il apparaît que tous les actes sont corrélés entre eux mais les actes ruraux (Visite rurale et Suivi élevage) sont corrélés plus positivement entre eux qu'avec les actes canins. De même la corrélation entre les actes canins (Consultation canine et Chirurgie) est plus forte qu'entre un acte canin et un acte rural. Ces données suggèrent de retenir les interactions dans les modèles suivants.

Figure 7 : Corrélation entre les catégories principales (R Core)



B. Résultats du modèle de régression linéaire

Plusieurs modèles de régression ont été testés afin de comprendre les résultats obtenus selon l'échelle de temps choisie comme base. Ces modèles permettent également de tester l'effet des interactions entre les différentes catégories d'activité.

1. Modèle de régression multivariée sans interactions

Tableau 11 : Résultats du modèle de régression multivariée sans interactions

	Résultats de la régression				Interprétation
	Coefficient	Standard Deviation	IC 95%	P-value	Temps
Visite rurale	0.0859	0.006	0.853 - 0.865	<2e-16 ***	46 min
Consultation canine	0.0546	0.005	0.054 - 0.055	<2e-16 ***	29 min
Chirurgie	0.1793	0.018	0,161 - 0,197	<2e-16 ***	1 h 37
Suivi de troupeau	0.3286	0.054	0,274 - 0,382	<2e-16 ***	2 h 57

Ce modèle explique 69% de la variabilité totale. Ces résultats sont les résultats bruts montrant qu'une visite rurale nécessite 0,0859 (95%CI= 0,853-0,865) jours, une consultation canine 0,0546 (95%CI= 0,054-0,055) jours, une chirurgie 0,1793 (95%CI= 0,161-0,197) jours et un suivi de troupeau 0,3286 (95%CI= 0,274-0,382) jours. Ils ne font intervenir aucune hypothèse concernant la durée de travail par jour qui est pourtant un élément essentiel pour estimer le temps nécessaire à ces activités en heure ou minute.

Afin d'interpréter les résultats, les données de deux enquêtes réalisées en (2015-2016) qui visent à mieux évaluer le temps de travail annuel des vétérinaires ont été utilisés. Ces études font suite à une enquête réalisée en 2007 et portant sur 630 participants (Lassegue, 2017). Ainsi il a été établi que les vétérinaires privés effectuent en moyenne 9 heures de travail par jour. Cela signifie qu'une visite rurale, une consultation canine, une chirurgie et un suivi de troupeau de bovins ont nécessité en moyenne 46 (95%CI=39-55), 29 (95%CI=19-36), 1h37 = 97 (95%CI=77-116), 2h57 = 177 (95%CI=159-190) minutes respectivement.

2. Modèle de régression multivariée avec interactions

a. Interactions en activité rurale

Tableau 12 : Résultats du modèle de régression multivariée avec interaction [Visite rurale – Suivi de troupeau]

	Résultats de la régression				Interprétation
	Coefficient	Standard Deviation	IC 95%	P-value	Temps
Visite rurale	0.112	0.007	0,105 - 0,119	<2e-16 ***	60 min
Consultation canine	0.042	0.005	0,037 - 0,047	<2e-16 ***	23 min
Chirurgie	0.210	0.018	0,192 - 0,228	<2e-16 ***	1 h 53
Suivi de troupeau	0.639	0.001	0,638 - 0,640	<2e-16 ***	3 h 45
Interaction Visite rurale – Suivi de troupeau	-0.004	0.001	- (0.003 – 0.002)	<2e-16 ***	2,16 min

Ce modèle explique 70% de la variabilité totale. Ces résultats sont les résultats bruts montrant qu'une visite rurale nécessite 0,112 (95%CI= 0,105-0,119) jours, une consultation canine 0,042 (95%CI= 0,037-0,047) jours, une chirurgie 0,210 (95%CI= 0,192-0,228) jours et un suivi de troupeau 0,639 (95%CI= 0,638-0,640) jours.

L'interaction [Visite rurale – Suivi de troupeau] a une valeur de -0.004 (95%CI= 0,003-0,005) jour, cela signifie que lorsqu'un vétérinaire associe ces deux activités, il économise en moyenne $0.004 \times 9 \times 60 = 2,16$ minutes sur le temps total nécessaire à la réalisation de ces deux activités.

Cela signifie qu'une visite rurale, une consultation canine, une chirurgie et un suivi de troupeau de bovins ont nécessité en moyenne 60 (95%CI=56-64), 23 (95%CI=20-26), 1h53 = 113 (95%CI=103-123), 5h45 = 345 (95%CI=344-346) minutes respectivement.

b. Interactions en activité canine

Tableau 13 : Résultats du modèle de régression multivariée avec interaction [Consultation canine – Chirurgie]

	Résultats de la régression				Interprétation
	Coefficient	Standard Deviation	IC 95%	P-value	Temps
Visite rurale	0.061	0.007	0,054-0,068	<2e-16 ***	33 min
Consultation canine	0.100	0.006	0,094-0,106	<2e-16 ***	54 min
Chirurgie	0.397	0.024	0,373-0,421	<2e-16 ***	3 h 34
Suivi de troupeau	0.273	0.049	0,224-0,322	2.88e-8 ***	2 h 27
Interaction Consultation canine - Chirurgie	-0.003	0.000	- 0.003	<2e-16 ***	1,62 min

Ce modèle explique 71% de la variabilité totale. Ces résultats sont les résultats bruts montrant qu'une visite rurale nécessite 0,061 (95%CI= 0,054-0,068) jours, une consultation canine 0,100 (95%CI= 0,094-0,106) jours, une chirurgie 0,397 (95%CI= 0,373-0,421) jours et un suivi de troupeau 0,273 (95%CI= 0,224-0,322) jours.

L'interaction [Consultation canine - Chirurgie] a une valeur de -0.003 jour, cela signifie que lorsqu'un vétérinaire associe ces deux activités, il économise en moyenne $0.003 \times 9 \times 60 = 1,62$ minutes sur le temps total nécessaire à la réalisation de ces deux activités.

Cela signifie qu'une visite rurale, une consultation canine, une chirurgie et un suivi de troupeau de bovins ont nécessité en moyenne 33 (95%CI=29-37), 54 (95%CI=51-57), 3h30 = 214 (95%CI=201-227), 2h27 = 147 (95%CI=120-174) minutes respectivement. Globalement, une certaine divergence avec les résultats précédents est observée, avec un faible intérêt des interactions, suggérant de considérer en priorité seulement les résultats sans interactions.

3. Sensibilité des résultats.

Ces résultats ont été obtenus en considérant qu'un vétérinaire travaille 9h par jour d'activité (Lassegue, 2017). Ainsi, une variation de la durée quotidienne de travail apporte une modification directe des résultats obtenus (tableau 14).

Tableau 14 : Durée allouée à chaque activité en fonction du temps de travail quotidien

	Temps de travail par jour	8h	9h	10h
Suivi de troupeau	Moyenne (en min)	157	177	197
	Ecart-type	147 - 187	159 - 190	163 - 220
	Moyenne (en h)	2h37	2h57	3h17
Visite rurale	Moyenne (en min)	41	46	51
	Ecart-type	34 - 50	39 - 55	43 - 60
Consultation canine	Moyenne (en min)	26	29	33
	Ecart-type	21 - 32	19 - 36	26 - 40
Chirurgie	Moyenne (en min)	86	97	107
	Ecart-type	68 - 100	77 - 116	85 - 129
	Moyenne (en h)	1h26	1h37	1h47

Ainsi si le vétérinaire travaille 8 heures par jour, cela signifie que la visite rurale, la consultation canine, la chirurgie et le suivi de troupeau requièrent en moyenne 41 (IC à 95% = 34-50), 26 (IC à 95% = 21-32), 86 (IC à 95% = 68 à 100), 157 (95% CI = 147-187) minutes respectivement.

Si le vétérinaire travaille 10 heures par jour, alors la visite rurale, la consultation canine, la chirurgie et le suivi de troupeau requièrent en moyenne 51 (IC 95% = 43-60), 33 (95% CI = 26-40), 107 (IC à 95% = 85 à 129), 197 (95% CI = 163-220) minutes respectivement.

IV. DISCUSSION

A. Résultats empiriques

L'objectif de cette étude était d'estimer le temps nécessaire à un vétérinaire pour effectuer différentes activités cliniques. Les résultats de cette étude indiquent que l'interprétation de la régression linéaire dépend de la durée du travail quotidien du vétérinaire, plus cette durée moyenne augmente, plus le temps qu'il alloue à chacune des activités augmente en proportions. Ces résultats sont en accord avec le protocole expérimental de cette étude.

Les interactions entre les différentes variables ont été étudiées dans ce modèle de régression. Il en résulte que le couplage de deux actes médicaux prendrait moins de temps pour le vétérinaire que si ces actes étaient effectués séparément. Mais cet effet est faible et la signification pratique n'est pas très importante : sur la base de 9 heures de travail par jour, un vétérinaire effectuant une consultation canine et une chirurgie, couplées, gagnerait 1,62 minutes.

Les présents résultats sont conformes aux observations faites sur le terrain. La différence entre la durée de la consultation en rurale et en canine est également conforme à la nature de l'activité. Dans notre modèle, le temps nécessaire pour se rendre sur l'exploitation agricole est inclus dans le temps de visite rurale. Cela explique qu'une visite rurale soit plus longue qu'une consultation en canine où le propriétaire effectue lui-même le trajet jusqu'au cabinet. Il est important de noter que les présents résultats ne concernent que le temps requis pour les activités et ne doivent pas être directement interprétés comme des indicateurs de rentabilité des activités. Et cela, même en les comparant au prix des services car les ressources requises pour chaque activité sont très différentes. Elles comprennent par exemple les frais de déplacement, les véhicules et l'amortissement des équipements pour les visites rurales et le suivi du troupeau, ou les coûts de construction et les salaires des assistants pour les consultations canines.

La méthodologie utilisée ici ainsi que nos conclusions peuvent contribuer à améliorer les performances et la gestion des modèles d'entreprise des cabinets vétérinaires. La durée d'exécution des actes médicaux humains s'est par exemple révélée être un facteur clé de l'équilibre financier des hôpitaux (Macario, 2010). La profitabilité d'une activité est principalement déterminée par une optimisation de ses coûts fixes (Rosenstein 1999 ; Macario A 2006). Les coûts de personnel représentent le principal contributeur aux coûts fixes et vont de pair avec la durée des procédures. Dans le secteur vétérinaire, les ressources humaines représentent les premières dépenses indirectes, et la procédure utilisée pour l'imputation des coûts qui y sont liés pourrait avoir un impact important sur la profitabilité des activités (Minviel et al. 2019). Les vétérinaires peuvent ainsi maintenir leur niveau de profit en augmentant les revenus des actes médicaux et en optimisant rationnellement leur temps. Dans un contexte de projection à court ou long terme de l'allocation des ressources d'une entreprise, le temps nécessaire aux activités est d'autant plus important pour évaluer la profitabilité marginale de chaque activité. Les résultats de la présente étude (c'est-à-dire les paramètres estimés de la durée des actes vétérinaires) peuvent donc être utilisés pour calibrer un modèle de programmation mathématique afin de lier une base de temps à une somme d'argent sous forme de valeur ajoutée. Ainsi, il est possible d'objectiver qu'une activité X nécessite la mobilisation du vétérinaire pour une durée T et apporte (Y€) à la structure.

B. Intérêts et limites de la méthode retenue

Dans cette étude, un modèle de régression a été utilisé pour identifier les relations entre le temps consacré aux activités et la charge de travail mensuelle totale des vétérinaires. L'utilisation des informations de facturation à cette fin est une approche originale et une valorisation des données existantes. Grâce à cette approche, la présente conclusion s'appuie sur un vaste ensemble de données portant sur 4 cabinets vétérinaires au cours de 36 mois d'étude (3 ans). L'estimation du temps de travail a été basée sur l'hypothèse que le temps de travail d'un praticien est le temps de présence au sein de son cabinet, tel qu'indiqué par le calendrier des structures. Cette hypothèse a été validée dans trois cabinets. En raison des

caractéristiques libérales du travail des principaux vétérinaires, il pourrait y avoir une légère différence au niveau du calendrier de la structure et de la charge de travail effective. Une méthode déclarative, c'est-à-dire utilisant des données fournies directement par les cabinets vétérinaires à partir d'enquêtes, peut également être utilisée en alternative. Une autre façon d'aborder la question du temps de travail par activité aurait donc été de réaliser des enquêtes directement auprès des vétérinaires. Malgré la simplicité apparente de cette méthode, il n'est pas certain que la fiabilité des résultats alors obtenus soit meilleure que celle choisie pour ce travail. En effet, l'appréciation du temps par les vétérinaires peut être altérée par le simple fait que la plupart d'entre eux ne se sont jamais posé la question essentielle ici : Combien de temps me faut-il pour réaliser une consultation ou une chirurgie en moyenne ?

Le modèle de régression linéaire utilisé impose que la totalité des activités enregistrées sur une journée par un vétérinaire soient réparties sur le temps de travail effectué ce jour. Cela a pour limites l'occupation potentiellement incomplète d'un praticien au cours de la journée. En effet, il peut arriver qu'il y ait une baisse d'activité, prévue ou non, au cours de la journée pendant laquelle le vétérinaire ne sera pas en activité clinique. Ces périodes peuvent alors servir de repos, de gestion des hospitalisations ou bien être mises à profit pour réaliser des activités non cliniques comme par exemple du management ou des activités en lien avec l'économie : gestion des factures, des salariés ou de l'entreprise. Ce temps n'est alors pas pris en compte par le modèle et est donc distribué, selon la régression, entre les autres activités réalisées. Il en résulte inévitablement une surestimation du temps passé à réaliser chacune de ces activités.

Pour définir la variable « temps de travail par mois », deux options étaient envisageables. Le choix a été fait de calculer ce temps à partir des données extraites du logiciel.

La limite principale de cette méthode est que les actes ne sont pas toujours facturés le jour même où ils sont réalisés, le vétérinaire pouvant attendre le lendemain ou la fin du week-end pour facturer ses actes. Mais ici, l'échelle de temps étudiée étant celle du mois, ces effets néfastes sont facilement lissés. En effet, le temps de travail est considéré sur un mois complet et la probabilité qu'un acte soit facturé le même mois que sa réalisation est bien plus

importante que la probabilité qu'il soit facturé le jour même. C'est pour cette raison que la régression n'a pas pu être utilisée à l'échelle de la semaine. En effet, l'effet barrière est bien plus important : il concerne 2 journées sur les 6 de la semaine (hors gardes).

L'utilisation de cette valeur calculée présente en revanche un intérêt majeur puisque la représentativité est réellement augmentée. Si l'on considère les données fournies par les structures, et qu'un vétérinaire donné travaille plus de jours que ce que l'on a calculé à partir des données, cela introduit un biais dans notre étude. En effet, ces jours supplémentaires sont des jours pour lesquels aucune donnée n'était disponible en termes de facturation d'actes et, par conséquent, ce temps de travail a été réparti entre les actes effectués au cours des autres jours du mois. Cette approximation ayant pour conséquences une surestimation du temps global nécessaire à la réalisation des actes.

La régression a également été adaptée à chacune des structures de manière individuelle mais les résultats n'étaient pas significatifs. En effet, la quantité de données disponibles pour chacune des cliniques est trop faible pour permettre à la régression de donner des résultats fiables.

Ce travail a pu être valorisé par une publication, disponible en Annexe 2.

C. Perspectives

Cette étude peut être considérée comme la mise en place d'une méthodologie permettant d'analyser les données recueillies auprès des structures vétérinaires. Elle a permis de mettre à jour les difficultés d'analyse notamment en ce qui concerne les disparités d'enregistrement informatique par les différents vétérinaires. Ce manque d'uniformité peut être pris en charge de différentes manières.

Il est tout d'abord possible d'avoir une meilleure qualité de données en sélectionnant à l'avance les structures afin d'établir dès le départ une conduite à tenir uniformisant les libellés utilisés sur le logiciel. Le but étant que tous les praticiens utilisent un libellé identique pour décrire un même acte sur la période étudiée. Cette solution a pour limite qu'elle

engendre un travail supplémentaire d'adaptation de la part des structures sélectionnées qui n'ont aucun intérêt réel à s'uniformiser.

Une autre solution est de réaliser un long travail d'uniformisation des données en créant des libellés communs à posteriori. Ces derniers sont alors attribués aux actes similaires. Mais cela implique un travail d'analyse important visant à identifier à quel acte correspond une appellation donnée dans l'esprit de chacun des praticiens. C'est le travail qui a été effectué dans cette étude. Outre le temps que cette analyse nécessite, elle entraîne inévitablement des erreurs d'interprétations attribuables au fait qu'il est impossible de demander à tous les membres des structures de détailler chaque libellé. L'attribution se fait donc uniquement à partir des données informatiques mises à disposition et dépendent inévitablement de l'analyse critique de l'opérateur.

Le travail effectué ici a permis de se heurter à un grand nombre de difficultés d'analyse qui seraient alors prises en compte dès le départ si une étude similaire ultérieure devait être menée. Il a permis d'attribuer une durée aux quatre éléments essentiels de la journée d'un praticien : la consultation des animaux de compagnie, la visite médicale en élevage d'animaux de production, la chirurgie et les suivis globaux de troupeaux d'animaux de production. C'est une étape mais c'est encore insuffisant à la réalisation d'un modèle économique global performant, utilisable pour aider les structures vétérinaires. La méthodologie mise en place ici gagnerait donc à être améliorée et à être appliquée à un plus grand nombre de structures. Le but étant d'obtenir un temps de travail nécessaire à la réalisation des tous les actes du quotidien (radiographie, échographe, analyse de sang, mise bas, écornage, ...) et d'obtenir un niveau de détail supplémentaire. Les chirurgies ont par exemple toutes été regroupées sous une appellation identique mais regroupent en réalité des actes de durée hétérogènes : l'exérèse d'une masse, une castration / stérilisation, une césarienne, une torsion d'estomac... Une étude plus poussée, portant sur une base de données plus importante et de meilleure qualité, permettrait d'attribuer une durée nécessaire à la réalisation de tous ces actes en détail. Cela pourrait ensuite être relié à la rentabilité de chacun afin d'orienter les modèles économiques observés dans différentes structures. La rentabilité réelle de chacun des actes est obtenue en retranchant le temps que chaque acte nécessite à sa rentabilité.

La mesure du temps passé aux différentes activités est un problème majeur pour toutes les entreprises fonctionnant de manière non automatisée. C'est le cas des structures vétérinaires sur lesquelles porte ce travail, mais on retrouve également ce problème dans la plupart des entreprises des secteurs primaire et tertiaire. Les éleveurs doivent par exemple adapter leur emploi du temps aux aléas animaux (maladies), mécaniques (panne de tracteur), climatiques (retard sur les cultures, jours de récolte imposés).

V. CONCLUSION

Les résultats de cette étude montrent qu'en supposant que les vétérinaires travaillent 9 heures par jour en moyenne, une visite en activité rurale nécessite en moyenne 46 minutes alors qu'une consultation en activité canine nécessite 29 minutes. Une chirurgie nécessite en moyenne 1h37 et un suivi de troupeau 2h57. Les présents résultats peuvent aider les entreprises vétérinaires à prendre des décisions, notamment pour déterminer s'il est rentable d'embaucher davantage de salariés ou pour identifier les sources d'amélioration de la rentabilité. Les résultats de cette étude (c'est-à-dire les paramètres estimés de la durée des actes vétérinaires) peuvent être directement utilisés pour des modèles de programmation mathématique.

En contrôlant les dépenses (frais de personnel fixes) et en établissant un budget précis, il est possible de réduire les sorties d'argent de l'entreprise. En développant les services de santé, en fixant des prix raisonnables et appropriés et en optimisant le temps passé sur chaque procédure vétérinaire, un propriétaire de cabinet et ses associés pourront gérer au mieux leur société. Ils pourront fournir les services nécessaires à leurs patients et à leurs propriétaires, verser des salaires compétitifs à leur personnel et réinvestir dans le cabinet tout en prélevant un salaire confortable. En fin de compte, le cabinet fera preuve d'une rentabilité économique améliorée à l'origine d'une durabilité et du maintien de l'activité au sein du territoire.

Cette étude est la première dont l'objectif est d'estimer le temps de travail des différentes activités au sein des cabinets vétérinaires. Elle permet de fixer un niveau d'activité de base, qui peut être utilisé pour calibrer les modèles mathématiques estimant la rentabilité des activités vétérinaires, et de simuler des scénarios contrefactuels optimisant la répartition du temps. Le modèle présenté était nécessairement simpliste et serait augmenté d'un certain nombre d'extensions importantes en ajoutant plus de variables (actes vétérinaires). Mais pour cela, plus de recherches sont nécessaires pour calculer le revenu par vétérinaire et par acte ainsi que le temps nécessaire pour effectuer chaque activité. Ce modèle sera très intéressant pour les structures vétérinaires et leur permettra de voir s'il est intéressant d'embaucher plus d'employés dans la structure. Ils sauront également le temps nécessaire pour effectuer les actes afin de rentabiliser chaque minute de travail puisque le temps de travail a aussi un coût.

VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Belage, E., Croyle, S. L., Jones-Bitton, A., Dufour, S. et Kelton, D. F. (2019). Une étude qualitative des attitudes et des perceptions des producteurs laitiers de l'Ontario concernant la mise en œuvre des pratiques de traite recommandées. *Journal of Dairy Science*, 102(10), 9548-9557. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15677>
- Cleverley, WO (1978). Analyse de la rentabilité dans le secteur hospitalier. *Health Services Research*, 13 (1), 16-27.
- Conseil national de l'ordre de vétérinaires, 12.2017, Atlas démographique de la profession vétérinaire, https://www.veterinaire.fr/fileadmin/user_upload/documents/accueil/atlas-demographique.pdf
- Dakin, H. ; Devlin, N. ; Feng, Y. ; Nigel Rice, O'Neill, P et Parkin, D. (2015). The influence of cost-Effectiveness and other Factors on NICE decisions, *Health Economics Health Econ.* 24, pp. 1256-1271, publié en ligne le 23 septembre 2014 dans Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com), DOI : 10.1002/hec.3086, accès le 18/04/2015.
- Dexter D, Blake JT, Penning DH, Lubarsky DA. Calcul d'une augmentation potentielle de la marge de l'hôpital pour la chirurgie élective en modifiant la répartition du temps en salle d'opération ou en augmentant le personnel infirmier pour permettre la réalisation d'un plus grand nombre de cas : une étude de cas. *Anesth Analg.* 2002;94:238-242
- Dorward, A. (2013). Productivité de la main-d'œuvre agricole, prix des denrées alimentaires et impacts et indicateurs du développement durable. *Food Policy*, 39, 40-50. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.12.003>
- Gabrusewicz, W. (2014), *Podstawy analizy finansowej*, PWE, Warszawa, pp. 269-278.

- Horngren, C. Comptabilité analytique : A Managerial Emphasis, 3rd ed. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, 1972
- Kantardzic M (2011) In Data mining: concepts, models, methods, and algorithms. Vol. pp. John Wiley & Sons,
- Langenbrunner JC, O'Duagherty S, Cashin CS. Conception et mise en œuvre de systèmes de paiement des prestataires de soins de santé : Manuels "Comment faire". La Banque mondiale. 2009. Cap 2.
- Lassegue, Jean-Baptiste. Le temps de travail des vétérinaires libéraux en France : analyse à partir de deux enquêtes réalisées auprès de praticiens. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2017, 154 p.
- Lhermie, G., Gröhn, Y. T., & Raboisson, D. (2017). Aborder la question de la résistance aux antimicrobiens : Un aperçu des actions prioritaires pour prévenir l'utilisation sous-optimale des antimicrobiens dans la production alimentaire animale. *Frontiers in Microbiology*, 7(JAN), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02114>
- Macario A, Dexter F, Traub, RD. La rentabilité des hôpitaux par heure de salle d'opération peut varier selon les chirurgiens. *Anesth Analg*. 2001;93;669-675.
- Macario A. Les salles d'opération de vos hôpitaux sont-elles "efficaces" ? Un système de notation avec huit indicateurs de performance. *Anesthes* 2006 ; 105:237-240.
- Macario A. Combien coûte une minute de temps en salle d'opération ? *J clin anesthesthes*. 2010;22.4;233-236
- Minviel, J. J. ; Abdouttalib, I. ; Sans, P. ; Ferchiou, A. ; Boluda, C. ; Portal, J. ; Lhermie, G. ; Raboisson, D. Business Models of the French Veterinary Offices in Rural Areas and Regulation of Veterinary Drug Delivery. *Preventive Veterinary Medicine* 2019, 173, 104804. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104804>.

- Mioduchowska-Jaroszewicz, E., Romanowska, M. (2016), Profitability Evaluation of Hospital Departments Forming a Health Care Entity, *Economics and Sociology*, Vol. 9, No 3, pp. 224-234. DOI: 10.14254/2071-789X.2016/9-3/19

- Rosenstein AH. Coûts fixes et variables des soins hospitaliers. *JAMA* 1999;282(7):630.
Macario A. Les salles d'opération de vos hôpitaux sont-elles "efficaces" ? Un système de notation avec huit indicateurs de performance. *Anesthes* 2006 ; 105:237-240

- Zoubir B., 03.10.2018. L'activité des vétérinaires : de plus en plus urbaine et féminisée - Insee Première - 1712. In., <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3621973#consulter>.

VII. ANNEXES

Annexe 1 : Détail des sous-catégories de la catégorie « actes » dans les tables de base (Boluda et al., 2019)

Catégorie	Sous-catégorie	Sous-catégorie 2
acte	consultation	générale : « <i>Consultation chien</i> »
		petit acte : « <i>Pansement vache suite</i> »
		acte intermédiaire : « <i>Vêlage</i> »
		vaccination : « <i>Vaccination CHPL</i> »
		suivi élevage: « <i>Fouille vache</i> »
		prophylaxie : « <i>PS Prophylaxie</i> »
		visite : « <i>Visite vache</i> »
		garde : « <i>Supplément nuits-jours fériés canine</i> »
		spécialisée : « <i>Classe du chiot</i> »
	déplacement	« <i>Expertise indemnité kilométrique</i> »
	chirurgie	« <i>Castration chat</i> »
	Autopsie	« <i>Autopsie veau</i> »
	imagerie	échographie : « <i>Echographie vessie/prostate ou utérus</i> »
		radiographie : « <i>Consultation + radio</i> »
	analyse et test	« <i>Ecouvillon auriculaire + étalement</i> »
	Réanimation	fluido: « <i>perfusion chien/chat</i> »
		oxygénothérapie : « <i>Oxygénothérapie</i> »
		administration : « <i>Injection I.V.</i> »
	certification	certificat sanitaire : « <i>Certificat avant cession</i> »
		passport : « <i>Passeport européen</i> »
		export : « <i>Certificat Italie x 3</i> »
		identification : « <i>Identification SPA Chat</i> »
	hospitalisation	« <i>Hospitalisation journée + soins courants</i> »
conseil	« <i>Conception et réalisation de tutoriels</i> »	
Formation	« <i>Formation vétérinaire sanitaire 03/10/20</i> »	
incinération	« <i>Incinération collective chat</i> »	
vacation	« <i>Vacation</i> »	

Annexe 2 : Time required by veterinarian to perform veterinary acts in routine: a regression analysis (Abdouttalib et al., 2020)

1 **Time required by veterinarian to perform veterinary acts in routine: a regression**
2 **analysis**

3 Ikram Abdoultalib^{1*}, Guillaume Lhermie¹, Jonathan Cavex¹, Ahmed Ferchiou¹, Didier
4 Raboisson¹

5 (1 : IHAP, Toulouse University, INRA, ENVY, Toulouse, France)

6 **Abstract:** Increased size of veterinary practices and the arrival corporate practices modifies the
7 veterinary landscape in many countries. This enables economies of scale for drugs or pet food
8 purchases, overall improving the profitability. Working time per act is a key driver of
9 profitability for firms with high human resources such as veterinary practices. The time spent
10 by veterinarians to perform veterinary acts in routine is yet currently poorly described. Using
11 regression analysis, we analyze the working time of different veterinary acts in veterinary
12 practices. The time required for each veterinary act in mixed practices has been determined
13 using multivariable regression model. A dataset of 714,413 observations from a 3 year-period
14 (2015-2017) was extracted from the accounting software's of French veterinary mixed
15 practices. The number of worked days per veterinarian and per month, and the number of acts
16 per veterinarian and per month were analyzed for different acts in companion animal and farm
17 producing animals'. We found that the average time required for a farm producing animals'
18 consultation, herd-monitoring, surgery and companion animal consultation was 46 (95%CI=39-
19 55), 177 (95%CI=159-190), 97 (95%CI=77-116) and 29 (95%CI=19-36) minutes, respectively,
20 based on an average 9h day working duration.

21 **Key words:** veterinary practices, profitability, regression, consultation, surgery, herd
22 monitoring

23 JEL codes: M2, M54

24

Abdoultalib Ikram, PHD Student., Toulouse university; research areas/ Interests: Business economics, economics of veterinary practices. E-mail: ikram.abdoultalib@envt.fr

Guillaume Lhermie, Associate Professor, Animal Health & Veterinary Public Health Economics; research areas/Interests: public health economics, economics of veterinary practices. E-mail: lhermie@envt.fr

Jonathan Cavex, Veterinary student; research areas/Interests: economics of veterinary practices. E-mail: Jonathan.cavex_16@envt.fr

Ahmed Ferchiou, PHD, research areas/Interests: agricultural economy. E-mail: ahmed.ferchiou@envt.fr

Didier Raboisson, Professor in Population Medicine & Economics of Animal Health, research areas/Interests: economics of animal health, economics of veterinary practices, agricultural economy. E-mail: didier.raboisson@envt.fr

25 **1. Introduction**

26 In western countries, veterinary healthcare consists of a growing economic sector, combining
27 elements from human healthcare systems and from the agricultural sector. Indeed, veterinarians
28 provide healthcare to farms and companion animals, but an important specificity lies in the fact
29 that (i) health insurance is not well adopted, and therefore animal owners have to pay for
30 veterinary services, and (ii) in the case of animal agriculture, healthcare supply can be
31 considered as a necessary input to reach economic objectives (Lhermie et al. 2017). While
32 business models in human healthcare are relatively well described, partly due to the
33 involvement of public insurance, the economic model of veterinary practices remains poorly
34 qualified. Scarcity of available data for firm managers is an obstacle to make rational decision.
35 A prominent component of economic profitability of veterinary activity consists of the time
36 required to perform routine acts. In France as in several countries worldwide, veterinarians
37 perform a set of acts, such as consulting, radiology, surgery, which are relatively high time
38 consuming- activities, and they also deliver drugs and pet food.

39 In a recent publication, we calculated the average profitability through the net margin rate
40 (ratio of profit over revenue) by comparing inputs and outputs (Minviel et al. 2019). Optimal
41 resource allocation should require short and long-term projection of the practice' business
42 model, based on the marginal profitability of each activity given a context, and not the average
43 one. The calculation of the marginal profitability is yet limited by time required for each
44 activity, and there is a high inconsistency observed in the field or when asking field actors.
45 Time required for each activity is recognized as a key factor limiting prediction in agriculture
46 (Dorward A. 2013) and more broadly in biology (Belage et a. 2019). The situation is all the
47 more complex that veterinarians performed a high range of activities in a high diversity of
48 contexts. Factors influencing the time required for veterinary activities are the nature of the act,
49 the species, the context (on farm / at home intervention) and the way it is invoiced (per act, all-
50 inclusive...).

51 In human healthcare, the contribution margin (CM) has already been used to assess
52 profitability of a given service or department (Macario et al. 2001). Because CM is not related
53 to time required for a given procedure, it has been substituted by the contribution margin per
54 hour (CMH) defined as the reimbursement for a procedure minus variable costs divided by the
55 average calculated length of the surgical procedure (Macario A. 2006). The CMH is a tool that
56 hospital administrators can use to cover fixed costs and still have sufficient funds remaining for
57 society's common good (Dexter et al. 2002). The profitability of human healthcare has also

58 been analyzed by applying comparative and descriptive statistics -evaluating the sales, variable
59 costs of treatment and the fixed costs- (Dakin et al. 2015), as well as structure indicators –the
60 financial values which have the greatest influence on the situation of the health care entity
61 (Gabrusewicz. 2014). These indicators estimate the share of the selected costs within the
62 total costs and identify the costs of crucial importance and their change with time. Other
63 approaches are cost/volume analysis where the profitability of additional volume is equated
64 with the marginal revenue minus the marginal cost associated with the volume change
65 (Horngren. 1972). This brief overview of indicators used in human medicine for economic
66 approach of cares and hospital management clearly highlight the needs for the veterinary sector
67 and show how time required for interventions is a key information for business management.

68 In order to improve the profitability assessment of veterinary acts, the present study aims at
69 estimating the working time required to perform veterinary acts and at identifying the origin of
70 the variation.

71 **2. Material and Method**

72 **2.1. Data collection and mining**

73 The data were collected for the period 2015-2017 from veterinary management and
74 accounting software. All the invoices emitted by the veterinary practice were compiled. Four
75 veterinary general mixed practices (mainly companion animals (CA)) and food producing
76 animals (FPA)) were enrolled in the study. The practices were composed of 5 to 12 associate
77 veterinarians and employed veterinarians as well as nurses and assistants. The annual revenue
78 was on average 1,197,056€ for acts and the average share for CA and FPA was 43% and 56%,
79 respectively.

80 The invoices recorded the different activities (medical acts, sales and delivery of drugs) and
81 only medical acts are used here. Sales and drug delivery were not considered to take extra time
82 for vets, or to be done by nurses or veterinary assistants. All the decisions for activities to be
83 kept in the dataset and their potential merging were based on time required for them. For
84 instance, travelling time to reach farms were gathered with the FPA consultation; veterinarians
85 invoice rural visits, including travel expenses. Anesthesia were considered within the surgery
86 act. To standardize the records of the invoices that content different labels across veterinary
87 practices or even within practices, 22 sub-categories of acts (Table 1) has been created.

88 The original database was composed of 714,413 observations for the 3-year period. The sales
89 of drugs and the administration of drugs in addition to medical acts were discarded (294 745

90 observations), leading to consider only medical acts. Three criteria of exclusion were applied.
 91 First, medical acts that could not be attached to any subcategory for lack of information on the
 92 sectors (CA or FPA) or on type of act were excluded (87,294 observations discarded). Second,
 93 sub-categories of acts for which fewer than 25 procedures have been identified over the 3-year
 94 period were excluded (154,112 observations). Third, the anesthetics performed in FPA
 95 medicine (16.3%) were excluded, and only those performed for companion animals (83.7%),
 96 were kept. Our final dataset included 215,398 observations and 22 sub-categories.

97 Sub-categories have been grouped into categories. First, similar sub-categories into FPA and
 98 equine activities have been grouped because the share for equine was low (8%) and the same
 99 act was expected to be equally time-consuming in these two sectors. All categories considered
 100 similarly time-consuming according to author's experience, were grouped as indicated in Table
 101 1.

102 Finally, four categories were proposed. The group FPA consultation represents the farm
 103 producing animals' consultation category refers to individual medicine for a specific problem.
 104 The CA group consultation gather all individual medical care and diagnosis performed to
 105 companion animals, for a single animal. Surgery corresponds to surgical procedures requiring
 106 anesthesia. Herd monitoring corresponds to the general monitoring of the herd, including
 107 concomitant examination of several animals or diseases risk factor evaluation. The records of
 108 acts reported in the invoices contained different labels across veterinary practices or even within
 109 practices. we standardized into 22 sub-categories, the grouped into the 4 classes variable
 110 category.

111 Table 1 : Grouping of the 22 sub-categories into 4 categories

Category	FPA consultation	CA consultation	Herd monitoring	CA surgery
Sub-	Equine consultation	Companion	Companion herd	Companion
categories	Rural consultation	consultation	monitoring	anesthesia and
	Equine X-rays	Small companion	Rural herd	surgery
	Rural displacement	acts	monitoring	
	Small rural acts	Companion	Equine herd	
	Small equine acts	vaccination	monitoring	
	Rural prophylaxis ¹	Companion		
	Rural vaccination	identification		
	Rural identification			

Rural on-call intervention	Companion prophylaxis
Equine on-call intervention	Companion X-rays Companion on- call intervention

112 ¹: corresponds to the blood sampling of the animals for the control of the diseases, in this
 113 study only prophylaxis costing less than 100€ was included.

114 **2.2. Calculation of working time from the invoice dates**

115 The number of days worked during each of the 36 months by each veterinarian was calculated.
 116 For each practitioner, we considered that a day with an invoice made was a day worked. To
 117 validate this assumption, the monthly number of days worked, based on invoice editing (the
 118 veterinarian is working if an invoice is done) was compared for 3 veterinary practices with the
 119 yearly number of days worked, based on veterinarians' schedules (Table 2). Both calculation
 120 methods include on-call interventions.

121 The difference between the number of days worked per year calculated and declared by the
 122 veterinary practices was low and the method proposed to evaluate the working days of vets was
 123 therefore considered as correct. The monthly number of days worked was modified to exclude
 124 the on-call activities (Sundays and bank holidays), since they were expected to represent a high
 125 source of variability in the workload (43,568 observations discarded). The on call activities
 126 performed during the lunch break or week nights were kept in the dataset, since they are on
 127 average proportional to the daily workflow for each individual, and they might be some
 128 difference in the opening hours of the offices. As a result, the number of on-call days on
 129 weekends and bank holidays was removed from the number of days worked per year, the sub-
 130 categories (Rural / companion/ equine) on-call intervention were removed too.

131 Table 2 : Average number of days declared and calculated for each year of three veterinary practices

	Year	Average declared working time (days/year)	Calculated average working time (days/year)
Veterinary Practice # 1	2015	213	188

	2016	186	182
	2017	216	175
Veterinary Practice # 2	2015	209	197
	2016	216	187
	2017	215	187
Veterinary Practice # 3	2015	200	142
	2016	197	140
	2017	239	195

132

133 The final dataset gathered the total number of days worked and the total number of activities
 134 carried out per category and subcategory, for each month and veterinarian. It contained 171,830
 135 observations built on a structured query language (SQL)-

136 2.3. Multivariable linear regression model

137 Data analysed with R software (R Core Team, 2019). A linear regression model was used to
 138 analyze the relationship between the dependent variable Y (the number of days worked per
 139 month) and several independent variables X (number of activities per month, for each activity
 140 or sub activity group):

$$141 Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

142 This model allows to estimate the coefficients β , i.e. the time required to perform each activity
 143 for a veterinary practitioner and to determine the related 95% confidence intervals (CI). A
 144 stepwise descending regression was applied first and all interactions were tested for significant
 145 variables. Alternatively, all subcategories were considered instead of the 4 categories.

146 3. Results

147 3.1. Descriptive statistics

148 The number of acts calculated per category is shown in Table 3. The summary statistics of
 149 the sample of veterinary practices over the three years (2015-2017) (Table 4) shows that, within
 150 16 days worked in average per month, a veterinarian can perform 3 herd monitoring, 45 FPA
 151 consultations, 70 CA consultations and 15 CA surgeries. Results also shows the diversity of the
 152 activities between veterinarians (min and max values), and the average activities per month as
 153 indicated above does not represent real activities of veterinarians, since most of them do not
 154 have the same share of the activities.

Table 3 : Number of acts performed in each veterinary practices

	Veterinary practice	herd monitoring	FPA consultation	CA consultation	CA surgery	Total
3 year period	1	980	8,138	6,928	3,532	19,578
	2	1,584	14,029	30,537	8,334	54,484
	3	474	21,507	41,415	5,209	68,605
	4	1,140	14,433	11,240	2,349	29,163
	All	4,178	58,108	90,120	19,424	171,830
2015	1	243	1,819	1,976	1,256	5,294
	2	695	5,784	10,618	3,123	20,220
	3	196	8,348	12,033	1,387	21,964
	4	295	5,341	3,736	712	10,084
	All	1,429	21,292	28,363	6,478	57,562
2016	1	900	1,876	2,283	1,478	6,537
	2	714	4,529	9,929	2,826	17,998
	3	634	7,472	15,361	1,566	25,033
	4	891	4,622	3,848	833	10,194
	All	3,139	18,499	31,421	6,703	59,762
2017	1	476	4,443	2,169	790	7,878
	2	375	3,716	8,990	2,385	15,466
	3	141	5,645	13,846	2,245	21,877
	4	454	4,471	3,556	804	9,285
	All	1,446	18,275	28,561	6,224	54,506

156

157

Table 4: Summary statistics on veterinary practice acts for the whole period 2015-2017

	Mean	SD	Min.	Max.
Worked time (average number of days worked/month)	16.28	4.89	1	27
Herd monitoring (average number/month)	3.21	5.47	0	54
FPA consultations (average number/ month)	44.91	42.36	0	488
CA consultations (average number/ month)	69.49	64.16	0	369
CA surgeries (average number/ month)	15.01	17.26	0	148

158

SD: standard deviation

159 **3.2. Results of the fixed-effect linear regression model**

160 The results of the final multivariate regression show that average cattle herd monitoring, FPA
161 consultation, CA consultation and CA surgery take on average 0.328, 0.085, 0.054, 0.179 days
162 worked per month, respectively (Table 5). The model explains 69% of the total variability.

163 Table 5: Results of the linear model without random effect

	Estimate	Std. Error	P-value
FPA consultation	0.0859	0.006	<2e-16 ***
CA consultation	0.0546	0.005	<2e-16 ***
CA surgery	0.1793	0.018	<2e-16 ***
Herd monitoring	0.3286	0.054	<2e-16 ***

164

165 Interactions between activities are significant and showed an estimate of -0.0025 for CA
166 consultation * CA surgery, and -0.0043 for FPA consultation * herd monitoring without any
167 change in the order of magnitude for the other coefficients.

168 Including the sub-categories instead of categories led to inconsistent results, with difficulties
169 of estimation for some of the subcategories. The situation was linked to the high variation within
170 the distribution of the subcategories for each veterinarian (Table 1), leading to consider
171 categories only in the final regression.

172 **4. Discussion**

173 Assuming that veterinarians worked 9 hours per day in average, the results of the fixed-effect
174 linear regression model (Table 5) show that FPA consultation, CA consultation, CA surgery,
175 and cattle herd monitoring required on average 46 (95%CI=39-55), 29 (95%CI=19-36), 97
176 (95%CI=77-116) and 177 (95%CI=159-190) minutes, respectively. For 8 hours of work per
177 day, they are 41 (95%CI= 34-50), 26 (95%CI=21-32), 86 (95%CI=68-100) and 157
178 (95%CI=147-187) minutes, respectively. For 10 hours per day, they are 51 (95%CI=43-60), 33
179 (95%CI=26-40), 107 (95%CI=85-129) and 197 (95%CI=163-220) minutes respectively. The
180 model with interactions CA consultation * CA surgery and FPA consultation * Herd monitoring
181 shows that the coupling of two medical acts would take less time for the veterinarian than if
182 they were carried out separately, but the effect size is so small that this has very low practical
183 significance: based on a 9 hours of work per day, a vet performing a CA consultation and a CA
184 surgery would save 1.35 minutes.

185 The difference in the FPA and CA consultation time is also in accordance with the nature of
186 the activity. In our model, the time required for visiting the farm is included in the FPA
187 consultation time, explaining a longer time compared to CA consultations performed at the
188 veterinary practice. Importantly, the present results only refer to time required for activities and
189 should not be directly interpreted as profitability indicators of activities, even by comparing to
190 the price of the services, since the resources required for each activity is very different. They
191 for instance include travel expenses, vehicles and depreciation of equipment for FPA
192 consultations and herd monitoring and building cost and nurses or assistant salaries for CA
193 consultations.

194 The methodology used here as well as our findings may help to improve the performances
195 and the management of business models of veterinary practices. The duration of carrying out
196 human medical acts has for instance been shown to be a key factor of the hospital financial
197 equilibrium (Langenbrunner JC et al. 2009). The cost-effectiveness of an activity is mainly
198 determined by an optimization of its fixed costs (Rosenstein 1999; Macario A 2006). Personnel
199 costs represent the major contributor to fixed costs and go in parallel to the duration of the
200 procedures. In the veterinary sector, human resource represents the first indirect expenses, and
201 the procedure used for allocating their related costs could have a large impact on the profitability
202 of the activities (Minviel et al. 2019). Veterinarians may maintain their level of profit by
203 increasing the revenues of medical acts and a rational optimization of time. Time required for
204 activities is all the more important to evaluate the marginal profitability of each activity given
205 a context that permit approach and tools for resource allocation and long or short term projection
206 of firm trajectory. The results of the present study (i.e. parameters estimated of the duration of
207 veterinary acts) can therefore be used to calibrate a mathematical programming model in order
208 to link a time base to a sum of money in the form of added value.

209 In this study, we used regression modelling to identify relationships between time devoted to
210 activities and the total monthly workload of veterinarians. The use of the billing information
211 for this purpose is an original approach and valorization of existing data. Thanks to this
212 approach, the present conclusion relies on a large exhaustive dataset of 4 vet offices, 108
213 veterinary months (3 years) and up to 25 detailed activities. The estimation of the working time
214 was based on the assumption that working time of a practitioner is the time of presence within
215 his/her practice, as given by the practice calendar. This assumption was validated in three
216 practices. Because of the liberal characteristics of the work for main veterinarians, there might
217 be slight difference within the practice calendar and the effective work load. A declarative

218 method, i.e. using data directly provided by the veterinary practices from surveys may also be
219 used alternatively. Another way to address the question of working time per activity would have
220 been to perform surveys. There is yet no evidence that such an approach would have provided
221 better precision of the information compared to the present method.

222 **5. Conclusions**

223 The results of the present work show that FPA consultation, CA consultation, CA surgery,
224 and cattle herd monitoring required on average 46, 29, 97 and 177 minutes, respectively,
225 assuming that veterinarians worked 9 hours per day in average. The present results may help
226 decision making for the veterinary firm management, for instance to determine if it is profitable
227 to hire more employees or to identify sources for improving profitability. The results of the
228 present study (i.e. parameters estimated of the duration of veterinary acts) may be used for
229 mathematical programming models.

230 **References**

- 231 Belage, E., Croyle, S. L., Jones-Bitton, A., Dufour, S., & Kelton, D. F. (2019). A qualitative
232 study of Ontario dairy farmer attitudes and perceptions toward implementing recommended
233 milking practices. *Journal of Dairy Science*, 102(10), 9548–9557.
234 <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15677>
- 235 Dakin, H.; Devlin, N.; Feng, Y.; Nigel Rice, O’neill, P and Parkin, D. (2015). The influence of
236 cost-Effectiveness and other Factors on NICE decisions, *Health Economics Health Econ.* 24,
237 pp. 1256-1271, Published online 23 September 2014 in Wiley Online Library
238 (wileyonlinelibrary.com), DOI: 10.1002/hec.3086, access 18/04/2015.
- 239 Dexter D, Blake JT, Penning DH, Lubarsky DA. Calculating a potential increase in hospital
240 margin for elective surgery by changing operating room time allocations or increasing nursing
241 staffing to permit completion of more cases: a case study. *Anesth Analg.* 2002;94:238-242
- 242 Dorward, A. (2013). Agricultural labour productivity, food prices and sustainable development
243 impacts and indicators. *Food Policy*, 39, 40–50. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.12.003>
- 244 Gabrusewicz, W. (2014), *Podstawy analizy finansowej*, PWE, Warszawa, pp. 269-278.
- 245 Horngren, C. *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*, 3rd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice
246 Hall, 1972

247 Langenbrunner JC, O'Duagherty S, Cashin CS. Designing and Implementing Health Care
248 Provider Payment Systems: " How-to" Manuals. The World Bank. 2009. Cap 2.

249 Lhermie, G., Gröhn, Y. T., & Raboisson, D. (2017). Addressing Antimicrobial Resistance: An
250 Overview of Priority Actions to Prevent Suboptimal Antimicrobial Use in Food-Animal
251 Production. *Frontiers in Microbiology*, 7(JAN), 1–11.
252 <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02114>

253 Macario A, Dexter F, Traub, RD. Hospital profitability per hour of operating room time can
254 vary among surgeons. *Anesth Analg*. 2001;93;669-675.

255 Macario A. Are your hospital operating rooms “efficient”? A scoring system with eight
256 performance indicators. *Anesthes* 2006; 105:237-240.

257 Macario A. What does one minute of operating room time cost? *J clin anesth*. 2010;22.4;233-
258 236

259 Minviel, J. J.; Abdouttalib, I.; Sans, P.; Ferchiou, A.; Boluda, C.; Portal, J.; Lhermie, G.;
260 Raboisson, D. Business Models of the French Veterinary Offices in Rural Areas and Regulation
261 of Veterinary Drug Delivery. *Preventive Veterinary Medicine* 2019, 173, 104804.
262 <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104804>.

263 Rosenstein AH. Fixed vs variable costs of hospital care. *JAMA* 1999;282(7):630. Macario A.
264 Are your hospital operating rooms “efficient”? A scoring system with eight performance
265 indicators. *Anesthes* 2006; 105:237-240

266


267

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné, Didier RABOISSON, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de CAVEX Jonathan intitulée « ANALYSE ECONOMETRIQUE DU TEMPS CONSACRE AUX ACTES VETERINAIRES » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 15/04/2021
Enseignant-chercheur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Professeur Didier RABOISSON



Vu :
Le Président du jury
Professeur Laurent MOLINIER



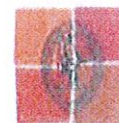
Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
M. Pierre SANS




Vu et autorisation de l'impression :
Président de l'Université Paul Sabatier
Monsieur Jean-Marc BROTO
Par délégation, le doyen de la faculté de
Médecine de Toulouse-Rangueil
Monsieur Elie SERRANO




M. CAVEX Jonathan
a été admis sur concours en : 2016
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le: 06/07/2020
a validé son année d'approfondissement le: 25/03/2021
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.



Toulouse, 2021

NOM : CAVEX

PRENOM : JONATHAN

TITRE : Analyse économétrique du temps consacré aux actes vétérinaires

RESUME :

L'augmentation de la taille des cabinets vétérinaires a permis de réaliser des économies d'échelle, améliorant ainsi la rentabilité de l'activité. Le temps nécessaire à la réalisation de chaque acte est aussi un facteur clé de rentabilité pour ces entreprises disposant de ressources humaines importantes. Or ce temps est encore mal décrit à l'heure actuelle. Dans ce travail, nous déterminons le temps nécessaire à la réalisation de chaque acte vétérinaire dans les structures mixtes. Nous avons construit un ensemble de données de 714 413 observations, récoltées sur 3 ans (2015-2017) pour 4 cabinets vétérinaires mixtes français. Elles sont extraites des logiciels de comptabilité utilisés par les vétérinaires. Ces observations fournissent le nombre de jours travaillés (variable de résultat) par vétérinaire et par mois. Elles contiennent également le nombre d'actes que chacun des vétérinaires a réalisés au cours de différents mois (consultation, chirurgie, suivi de troupeau). Un modèle de régression multivarié a ensuite été mis en œuvre. Les résultats montrent que le temps nécessaire pour réaliser une consultation des animaux de production, le suivi d'un troupeau, une chirurgie et une consultation pour les animaux de compagnie était en moyenne de 46 (95% IC=39-55), 177 (95% IC=159-190), 97 (95% IC=77-116) et 29 (95% IC=19-36) minutes, respectivement. Ces données ont été obtenues sur la base d'une durée moyenne de 9h de travail par jour. Cette étude est la première dont l'objectif est d'estimer le temps de travail de différents actes vétérinaires en pratique mixte. Elle servira à des travaux d'optimisation économique appliquée à la gestion stratégique des établissements de santé vétérinaire.

MOTS-CLES : Modèle d'affaires, temps de travail, régression, activité

TITLE: Economic analysis of the time spent to veterinary acts

SUMMARY: The increased size of veterinary practices enables economies of scale, improving the profitability. Working time per act is a key driver of profitability for these firms with high human resources. However, this time is yet currently poorly described. The time required for each veterinary act in mixed practices has been determined in this study. A dataset of 714,413 observations from a 3 year-period (2015-2017) was extracted from the accounting softwares of 4 French veterinary practices. Each observation represented the number of worked days (outcomes variable) per veterinarian and per month. It also contains the number of acts per month the veterinarians have done (consultation, surgery, herd-monitoring). A multivariate regression model was then implemented. The results show that time required for farm animal consultations, herd-monitorings, surgeries and companion animal consultations was on average 46 (95%CI=39-55), 177 (95%CI=159-190), 97 (95%CI=77-116) and 29 (95%CI=19-36) minutes, respectively. These data were obtained on the basis of an average of 9 hours of work per day. This study is the first study whose objective is estimating of working time of different veterinary acts in veterinary practices. It will be used for economic optimization applied to the strategic management of veterinary practices.

KEY WORDS: Business model, working time, regression, activity