

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Année 2007 - Thèse n° 20

*Etude démographique de la population équine en région Camargue.
Application à l'épidémiologie de la maladie West Nile.*

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 21 février 2007
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

TERRY Claire
Née le 5 mai 1979
à St Priest (69)

DEPARTEMENT ET CORPS ENSEIGNANT DE L'ENVL
Directeur : Stéphane MARTINOT

Mise à jour : 20/09/2006

	PR EX	PR 1	PR 2	MC	Contractuel, Associé, IPAC et ISPV	AERC	Chargés de consultations et d'enseignement
DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE VETERINAIRE							
Microbiologie, Immunologie, Pathologie Générale	Y. RICHARD		A. KODJO	V. GUERIN-FAUBLEE D. GREZEL			
Pathologie infectieuse			A. LACHERETZ M. ARTOIS	J. VIALARD			
Parasitologie et Maladies Parasitaires	MC. CHAUVE	G. BOURDOISEAU		MP. CALLAIT CARDINAL L. ZENNER			
Qualité et Sécurité des Aliments			P. DEMONT C. VERNIOZY	A. GONTHIER			
Législation et Jurisprudence			A. LACHERETZ	S. COLABDELLE			
Bio-informatique - Bio-statistique				P. SABATIER ML. DELIGNETTE K. CHALVET-MONFRAY			
DEPARTEMENT ANIMAUX DE COMPAGNIE							
Anatomie			T. ROGER	S. SAWAYA	C. BOULOCHER ME DUCLOS		
Chirurgie et Anesthésiologie		JP. GENEVOIS	D. FAU E. VIGUIER D. REMY		S. JUNOT (MCC) K. PORTIER (MCC) C. DECOSNE-JUNOT (MCC)	C. CAROZZO	
Anatomie-pathologique/Dermatologie-Cancérologie			C. FLEURY	T. MARCHAL	P. BELLI D. PIN		
Hématologie		C. FOURNEL			D. WATRELOT-VIRIEUX (MCC)		
Médecine interne		JL. CADORE		L. CHABANNE F. PONCE M. HUGONNARD C. ESCRIOU			I. BUBLOT
Imagerie Médicale					J. SONET (MCC)		
DEPARTEMENT PRODUCTIONS ANIMALES							
Zootecnie, Ethologie et Economie Rurale		M. FRANCK		L. MOUNIER			
Nutrition et Alimentation				D. GRANCHER L. ALVES DE OLIVEIRA G. EGRON			
Biologie et Pathologie de Reproduction		F. BADINAND	M. RACHAIL-BRETIN	S. BUFF R. FRIKHA	A. C. LEFRANC		
Pathologie Animaux de Production		P. BEZILLE	T. ALOGNINOUIWA	M.A. ARCANGIOLI D. LE GRAND			G. LESOBRE P. DEBARNOT D. LAURENT
DEPARTEMENT SCIENCES BIOLOGIQUES							
Physiologie/Thérapeutique				J.J. THIEBAULT J.M. BONNET-GARIN			
Biophysique/Biochimie		E. BENOIT F. GARNIER					
Génétique et Biologie moléculaire		G. KECK	F. GRAIN P. JAUSSAUD P. BERNY	V. LAMBERT T. BURONFOSSE			
Pharmacie/Toxicologie Législation du Médicament							
Langues					C. FARMER T. AVISON		
DEPARTEMENT HIPPIQUE							
Pathologie équine		JL. CADORE		A. BENAMOU-SMITH			
Clinique équine		O. LEPAGE		A. LEBLOND	M. GLANGL		

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Christian CHIDIAC,

De la faculté de Médecine Claude-Bernard – Lyon 1,
Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,
Hommages respectueux.

A Madame le Docteur Agnès LEBLOND,

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon,
Pour son aide et sa disponibilité si précieuse ainsi que ses conseils avisés,
Qu'elle reçoive le témoignage de toute ma reconnaissance et mes remerciements les plus sincères.

A Madame le Docteur Karine CHALVET-MONFRAY,

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon,
Qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury, sincères remerciements.

A mes parents,

Pour m'avoir aimée et soutenue (morale et financièrement bien sûr !!!) pendant toutes ces années, pour avoir été toujours présents dans les moments heureux et surtout dans les moments difficiles. Parce que vous avez cru, tous les deux, aussi fort que moi à ce projet enfin mené à bout. A ma petite maman qui m'a accompagnée en Camargue et qui a supporté les nombreuses piqûres de moustiques camarguais !!! Merci pour ton amour, ton écoute, ta présence, tes bons petits plats...

A mon papa bricoleur, merci pour ta patience, ta gentillesse et ton amour...

Et parce que ces mots ne sont pas assez forts pour vous exprimer tout mon amour et ma reconnaissance, tout simplement : je vous aime...

A ma grand-mère,

Parce que tu es MA grand-mère et que je t'aime très fort. Tu as toujours été là pour moi. Ta douceur, ta joie de vivre, ton humour, ta tendresse ont été un grand soutien tout au long de ces années. A nos vacances, à nos escapades, à nos bons petits repas en tête à tête, et à ces souvenirs que je ne peux pas tous citer ici, mais que je porte en moi et que jamais je n'oublierais.

Tu n'as malheureusement pas eu le temps de lire ces mots, mais je suis sûre que tu savais tout cela et que tu m'as entendue te dire tout l'amour que je te porte...

A mes autres grands parents

Malheureusement déjà disparus... J'espère que vous êtes fière de moi, notamment toi grand-père Terry. Toi, qui m'a certainement glissée en douce, cet amour des animaux et de la médecine vétérinaire...

A Jean Louis,

Qui est un grand tonton formidable,

A toutes nos bonnes bouteilles et nos bons petits repas...

A Nicolas et Claire,

Parce que je vous aime très fort.

Nicolas, je suis très fière d'être ta petite sœur, merci d'avoir cru en moi.

A Maxime et Julie, Vous pourrez toujours compter sur votre Tatie Claire...

A Virginie et Fabrice,

Parce que vous avez toujours été là pour me soutenir et me guider. Parce que vous représentez un modèle et un roc sur lequel je sais que je peux m'appuyer...

A ma grande sœur, je te remercie pour ta gaieté et ton amour de la vie ! Merci pour tes conseils, ton écoute, ton amour et ta présence surtout dans les moments difficiles.

A toi Fabrice, parce que je t'aime et te considère comme un frère. Merci aussi, pour ta sincérité (même si tout n'est pas facile à entendre...), ton écoute, tes conseils et ton amour.

A Lou Anne, Baptiste et Noé parce que même si je râle beaucoup vous êtes de vrais petits rayons de soleil !

A Noé, parce que je suis extrêmement fière d'être ta marraine et que je souhaite t'accompagner et être présente tout au long de ta vie...

A Marcel et Elise (papa et maman Calo !!!),

Toutes ces années passées auprès de vous n'ont été que du bonheur ! Vous êtes et vous resterez toujours mon deuxième papa et ma deuxième maman.

A Carole et Sandrine,

Mes deux sœurs de cœur. Sachez que mon amour pour vous est fort. Le lien qui nous unit fait que quelque soit la distance, nous resterons toujours très proches. Merci à toutes les deux pour votre écoute et votre présence.

A Didier, Chloé, Hanna, Tom et surtout Sacha, je suis fière que tes parents m'aient choisie pour marraine. J'espère devenir aussi importante pour toi que l'a été ta maman pour moi.

A Cécile, (ma Cèc !!!)

Parce que notre amitié ne fait que s'intensifier et que cela me remplit de bonheur. Tu es quelqu'un de vraiment formidable. Je te remercie pour ton écoute, ta patience, ta sincérité, ta présence (surtout quand ça ne va pas !!!)... J'espère tout simplement que notre lien continuera à se renforcer au fil du temps...

A Fabienne, Maud, Romu, Biquet, Eddy, Ben, Damien, Marion et Lily, Fabien, Violaine,
A nos balades à vélo (une petite pensée pour la selle de Ben !!!) ; Aux étangs et journées de pêche ; Aux anniversaires de Lionel ; Aux premières cigarettes ; Aux boules sur Biquet ; A tous les barbecues et journées passées à l'étang de Fab et à toutes les nuits passées à celui d'Eddy ; A nos nombreuses bringues (vive les Teq' frappées !!! Hein Maud ???) Vive les rétroglaces !!! (On se comprend Fab), et puis parce qu'il y en a trop pour tous les citer : A tous ces souvenirs que j'ai avec vous !!! Sachez que même si parfois la vie nous entraîne sur des chemins différents, vous resterez toujours mes amis. Je sais que je peux compter sur vous autant que vous sur moi !

A Catherine,

Tout simplement, merci du fond du cœur pour tout ce que tu m'as apportée et que tu m'apporteras encore, j'en suis sûre... Car un jour, je compte bien la gagner cette guerre !!!

A Sybille,

A nos balades à cheval ou à chiens !!! Merci pour ton amitié, ton soutien, ton écoute et ta présence ! Promis Eldine, on ne se pacsera pas !!!

A Hélène et Bertrand,

Parce que j'ai eu le bonheur de vous découvrir pendant ces années véto et que j'espère notre amitié durable...

A Yann,

Ami et super maréchal, qui s'occupe si bien de ma juju...

A Golégã, Stark, Vébus et Aloé,

Parce que je vous dois quand même bien ça, pour toute la joie et le bonheur que vous m'apportés au quotidien...

Et enfin, à tous les autres, amis et famille, car je ne peux citer tout le monde... Merci.

TABLE DES MATIERES

	Page
<u>Introduction</u>	8
<u>I- Problématique de l'étude.</u>	9
I-1 Rappel sur les épizooties de West Nile en Camargue	9
I-1-1 Epizootie de 1962	9
I-1-2 Epizootie de 2000	9
I-1-3 Epizootie de 2004	10
I-2 La maladie de West Nile	11
I-2-1 Nature du virus et classification	11
I-2-2 Cycles de transmission du virus West Nile	12
I-2-3 Nature et biologie des vecteurs	13
I-2-3-1 Notion de capacité vectorielle	13
I-2-3-2 Les types de vecteurs.	14
I-2-3-3 les vecteurs en Camargue	14
I-2-4 Nature des espèces hôtes et réservoirs	15
I-2-4-1 Les oiseaux	15
I-2-4-2 Autres espèces	15
I-2-4-3 L'homme et les chevaux	16
I-3 Modèle de transmission de la maladie de West Nile au sein de la population équine	16
I-3-1 Principes et objectifs de la modélisation	16
I-3-2 Hypothèses sur les mécanismes de circulation du virus West Nile en Camargue.	17
I-3-3 Modèle d'infection des populations équines à l'échelle locale	19
I-4 Objectifs de notre étude.	20
<u>II - Etude démographique de la population équine en région Camargue</u>	21
II-1 Définition et description de la zone d'étude	21
II-1-1 Présentation générale de la Camargue.	21
II-1-2 Le taureau Camargue	23
II-1-3 Le cheval en Camargue	24
II-1-3-1 Le cheval de race Camargue	24
II-1-3-2 Les autres races de chevaux	26
II-1-3-3 Les activités équestres associées	27

II-2 Estimation du paramètre «taux de renouvellement»	29
II-2-1 Matériel et méthode	29
II-2-1-1 Source de données	29
II-2-1-2 Sélection de la population source et définition des catégories de structures équestres	29
II-2-1-3 Recueil et saisie des données	31
A- Base de données des catégories	31
B- Données pour l'estimation du taux de renouvellement	31
II-2-2 Résultats	31
II-2-2-1 Caractéristiques des différentes catégories de structure équestres	32
II-2-2-2 Taux de mortalité, de vente et de « départ autre »	32
II-2-2-2-1 Taux de mortalité	33
II-2-2-2-2 Taux de vente	36
II-2-2-2-3 Taux de « départ autre »	38
II-2-2-3 Taux de persistance	39
A- Courbes de « survie » des différentes catégories	40
B- Comparaison des courbes de « survie »	43
II-2-3 Discussion	45
II-2-3-1 Critique des données	45
II-2-3-2 Description des caractéristiques générales des structures équestres	46
II-2-3-3 Taux de renouvellement de la population équine	47
II-3 Estimation du paramètre « dénominateur »	48
II-3-1 Base réglementaire de l'identification et dénombrement des cheptels bovin et équin	48
II-3-2 Estimation du nombre d'équidés	49
II-3-2-1 Sources de données	49
II-3-2-1-1 Le SIRE (Système d'Identification Répertoire des Equidés)	49
A- Présentation de la base SIRE	49
B- Localisation géographique	50
C- Equidés inclus dans les données SIRE	50
D- Sélection des données de la base SIRE	51
II-3-2-1-2 Le SCEES (Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques du Ministère chargé de l'Agriculture)	52
A- le Recensement général Agricole (RA)	52
B- Les Statistiques Agricoles Annuelles (SAA)	52
II-3-2-1-3 Estimation du nombre de chevaux dans les centres équestres.	53
II-3-2-2 Résultats	54
II-3-2-2-1 Estimation du nombre de chevaux dans les trois départements	54
II-3-2-2-2 Estimation du nombre de chevaux dans la zone d'étude	56

II-3-2-3 Discussion	58
II-3-2-3-1 Qualité des données	58
A- Limites des données SIRE	58
B- Limites des données du RA et des SAA	58
C- Limites des données relatives aux centres équestres	59
II-3-2-3-2 Comparaison des résultats	59
A- Comparaison des résultats à l'échelle des trois départements	59
B- Comparaison des données obtenues dans la zone d'étude	60
II-3-3 Distribution de la population dans la zone d'étude : recensement par vol aérien	61
II-3-3-1 Le comptage aérien : La théorie	61
A- Le principe	61
B- Les sources d'erreurs	62
II-3-3-2 Méthode de comptage aérien des chevaux en Camargue	62
A- Préparation et déroulement du vol.	63
B- Méthode d'analyse des données du vol	63
II-3-3-3 Résultats	65
A- Distribution des chevaux dans les communes survolées de la zone d'étude	65
B- Estimation du nombre total de chevaux dans les communes survolées de la zone d'étude	67
II-3-3-4 Discussion	68
A- Sources d'erreurs et limites des données du vol	68
B- Discussion sur les résultats	68
<u>III- Synthèse et perspectives.</u>	70
III-1 Réponse aux objectifs fixés	70
III-2 Perspectives	71
<u>Conclusion</u>	72
<u>Bibliographie</u>	73
<u>Annexes</u>	
Annexe 1 : Caractéristiques générales des exploitations des différentes catégories.	78
Annexe 2 : Nombre de chevaux par commune.	81
Annexe 3 : Estimation du nombre de chevaux par la méthode de comptage par vol aérien dans les communes survolées.	84

INTRODUCTION

L'approche épidémiologique des problèmes de santé dans la population équine est encore peu développée en France, et l'absence de données sur la population de référence est notable. Pourtant toute étude épidémiologique nécessite d'avoir des connaissances minimales sur la population à risque. Nous avons donc dans ce travail, réalisé une étude sur quelques paramètres concernant la démographie équine dans la région Camargue. Nous avons caractérisé les différents types de structures équestres, évalué le taux de renouvellement des chevaux et tenté d'estimer la population équine totale ainsi que sa distribution géographique. Nous avons appliqué ce travail à une maladie particulière : la maladie de West Nile.

La maladie de West Nile est une zoonose ré-émergente, qui sévit en France, particulièrement dans le bassin méditerranéen. Cette arbovirose touche principalement les chevaux en France, mais les risques encourus par la population humaine ne peuvent être négligés et confèrent toute son importance à cette maladie. De ce fait, de nombreuses études ont déjà été menées, elles ont abouti à une meilleure connaissance des différents acteurs de la maladie et des mécanismes de circulation et de transmission du virus. Le cheval est sensible au virus West Nile, dès lors, il est considéré comme un animal pertinent pour l'étude de la circulation virale en Camargue. Il a donc déjà fait l'objet de nombreux travaux et recueils d'information, mais ces données épidémiologiques ne sont vraiment pertinentes que si la population source est connue.

Nous aborderons donc dans ce travail, une première partie qui situe la problématique de notre étude en réalisant tout d'abord des rappels concernant la maladie West Nile. Nous verrons ensuite, dans une deuxième partie, l'étude des paramètres de la démographie équine. Nous présenterons tout d'abord la zone dans laquelle nous avons réalisé notre étude, puis après avoir défini les catégories de structures équestres que nous voulions étudier, nous donnerons leurs caractéristiques générales ainsi que le taux de renouvellement des chevaux. Enfin, nous étudierons le paramètre « dénominateur » et essaierons d'estimer le nombre total de chevaux ainsi que leur distribution dans la zone d'étude. Pour finir, nous ferons une synthèse de nos résultats et aborderons les perspectives qui s'offrent à nous.

I - Problématique de l'étude

Avant de parler concrètement de la maladie de West Nile et dans le but de cerner d'emblée la situation et le contexte dans lesquels nous nous trouvons, il me semblait important de faire quelques rappels sur les épizooties de West Nile (WN) qui ont eu lieu dans le sud de la France.

I-1 Rappel sur les épizooties à virus West Nile en Camargue

I-1-1 Epizootie de 1962.

En France, la première épizootie de maladie de WN a été décrite en Camargue pendant l'été 1962. Des chevaux montrèrent des signes neurologiques et, sur une cinquantaine de cas équins suspectés, 25 à 30% furent mortels. Dans la même période, quelques cas humains d'encéphalite à WN ont été suspectés dont un cas fut mortel. En septembre 1964, le virus fut isolé à partir de moustiques de l'espèce *Culex modestus* et à partir du sang de deux entomologistes (Murgue et al, 2001).

Après 1965, on ne retrouve plus aucune trace de la maladie, ni chez les chevaux, ni chez les hommes (Murgue et al, 2001).

I-1-2 Epizootie de 2000.

En septembre 2000, deux chevaux présentant des signes neurologiques sont suspectés d'infection par le virus WN. Quelques jours plus tard, le diagnostic est confirmé par l'isolement viral effectué à partir d'une biopsie cérébrale de l'un de ces deux chevaux.

Le gouvernement met alors en place des mesures de lutte contre l'infection:

* une démoustication dirigée contre *Culex modestus* est pratiquée sur 200 ha autour du foyer où étaient situés les 2 cas confirmés.

* Une restriction des mouvements des chevaux pendant 30 jours est décrétée par arrêté préfectoral, sur un rayon de 25 Km autour du foyer des 2 cas confirmés (Murgue et al, 2001).

Finalement, sur les 131 échantillons provenant de chevaux cliniquement suspects d'être infectés par le virus WN, 58 cas seront confirmés par l'identification d'IgM au test ELISA (dont 34% sont morts). Dix huit cas seront classés probables, négatifs au test ELISA IgM mais positifs vis-à-vis du test ELISA en IgG. 6% de ces chevaux décèdent.

Aucun cas humain n'a été confirmé par les analyses de laboratoire parmi les 51 cas suspects (33 cas d'encéphalite et 18 cas de fièvre estivale chez des personnes vivant au contact des chevaux) (Murgue et al, 2001).

40,8% des cas équins confirmés sont localisés dans un rayon de 5 km autour du foyer initial (Murgue et al, 2001) (Figure 1). A la différence de l'épizootie de 1962, celle de 2000, semble avoir pour foyer une zone sèche et urbaine, biotope plutôt favorable à la présence de *Culex pipiens* et non à celle de *Culex modestus*. Ainsi *Culex pipiens* semble être le vecteur épizootique de la transmission du virus de West Nile en 2000. Cette constatation est importante en terme de surveillance et de prévention de la maladie.

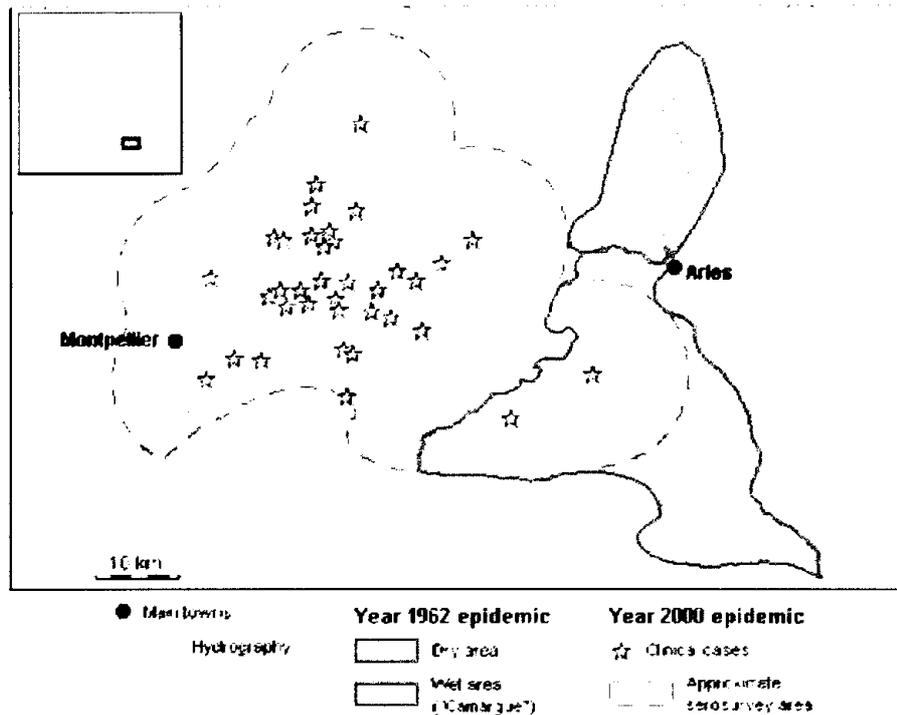


Figure 1 : localisation des cas d'encéphalite à West Nile diagnostiqués sur des chevaux en 1962 et 2000 en Camargue (Durand et al., 2002)

I-1-3 Epizootie de 2004

Bien que le Var ne fasse pas partie de notre zone d'étude, nous pouvons signaler la description, en octobre 2003 de 7 cas cliniques humains ainsi que 4 cas équins dans ce département.

En été 2004, la Camargue a de nouveau été touchée par le virus West Nile (Lacombe, 2005). Du 5 août 2004 au 30 octobre 2004, 57 suspicions d'encéphalite à virus de WN ont été déclarées par les vétérinaires sur des chevaux. Trente deux suspicions ont été confirmées par le laboratoire de référence et 7 de ces chevaux sont morts. Le foyer était cette fois situé dans la zone humide de la Camargue, proche des Saintes Maries de la Mer.

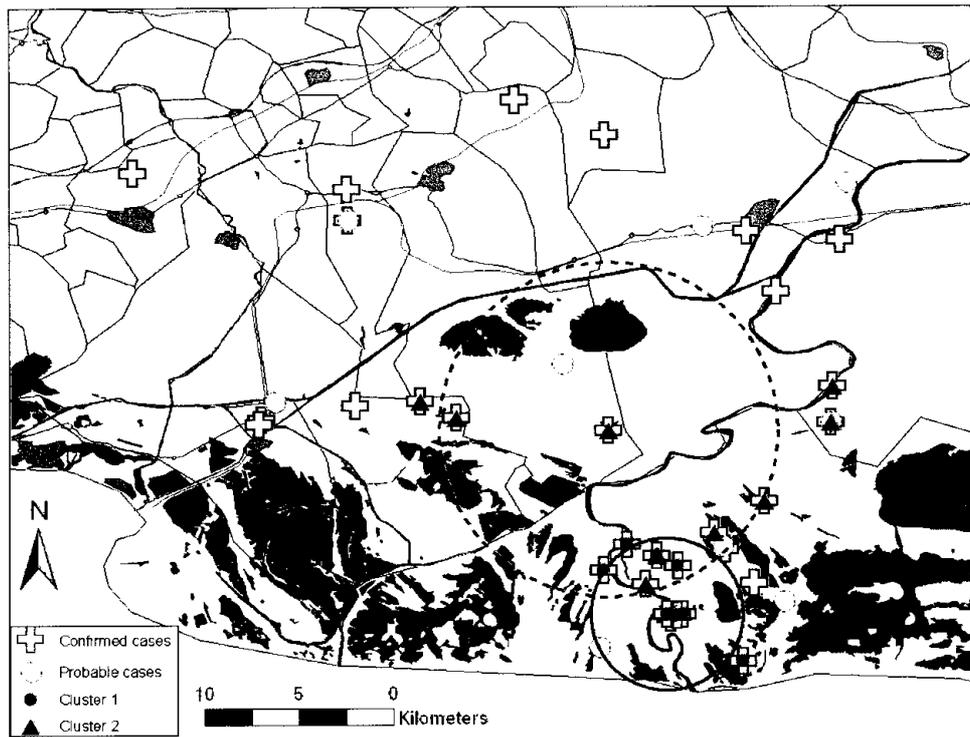


Figure 2 : localisation des cas d'encéphalite de West Nile diagnostiqués sur des chevaux en 2004 (Leblond et al., 2005)

L'étude des trois épizooties présentées ci-dessus a montré que les localisations des foyers de WN sont variées : tantôt en zone sèche et tantôt en zone humide, impliquant donc probablement des mécanismes différents et incriminant des espèces d'oiseaux et de moustiques variées. Pour mieux comprendre les mécanismes de transmission de la maladie de West Nile, nous allons maintenant faire quelques rappels la concernant.

I -2 La maladie de West Nile

I-2-1 Nature du virus et classification.

Le virus West Nile est un arbovirus de la famille des *Flaviviridae*, du genre *Flavivirus*, transmis par des arthropodes hématophages. C'est un virus enveloppé à ARN monobrin à polarité positive. Il appartient au groupe antigénique du virus de l'encéphalite japonaise (AFSSA, 2004).

Ce virus présente une grande variété antigénique qui permet de distinguer deux groupes génétiquement différents : la lignée 1 comprend des souches rencontrées en Afrique, dans le bassin méditerranéen, en Europe du sud, en Inde, en Australie et en Amérique. La lignée 2 comprend des souches identifiées uniquement en Afrique subsaharienne et à Madagascar (Figure 3) (Berthet et al. 1997, Lanciotti et al. 2000, Murgue et al. 2002, Zeller et al 2001).

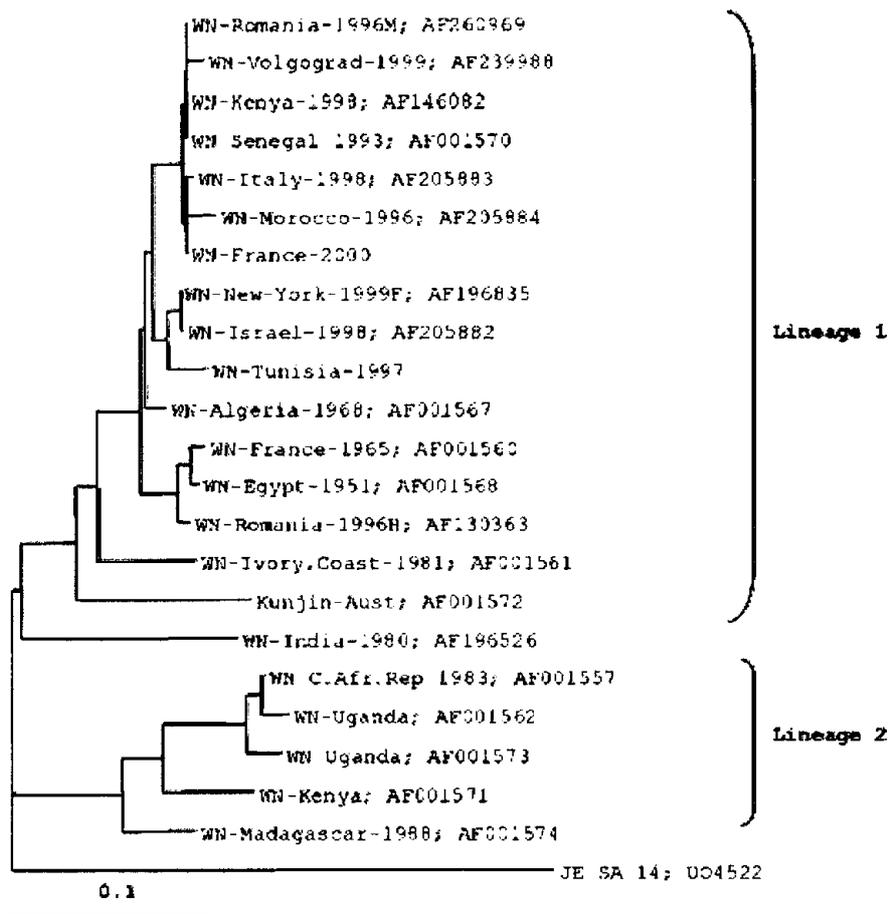


Figure 3 : Arbre phylogénique basé sur la séquence de la glycoprotéine nucléaire E. (Murgue al, 2001)

I-2-2 Cycles de transmission du virus West Nile

Le virus West Nile se transmet selon 2 cycles (figure 4) :

- **Un cycle primaire enzootique** qui implique pour vecteur, un moustique ornithophile et comme hôtes principaux, des oiseaux. Ces derniers permettent l'amplification de la circulation virale.

- **Un cycle secondaire** qui implique un vecteur, qui peut être un arthropode hématophage, moustique ou tique, et un hôte accidentel comme les chevaux ou les hommes (Hubalek, 1999).

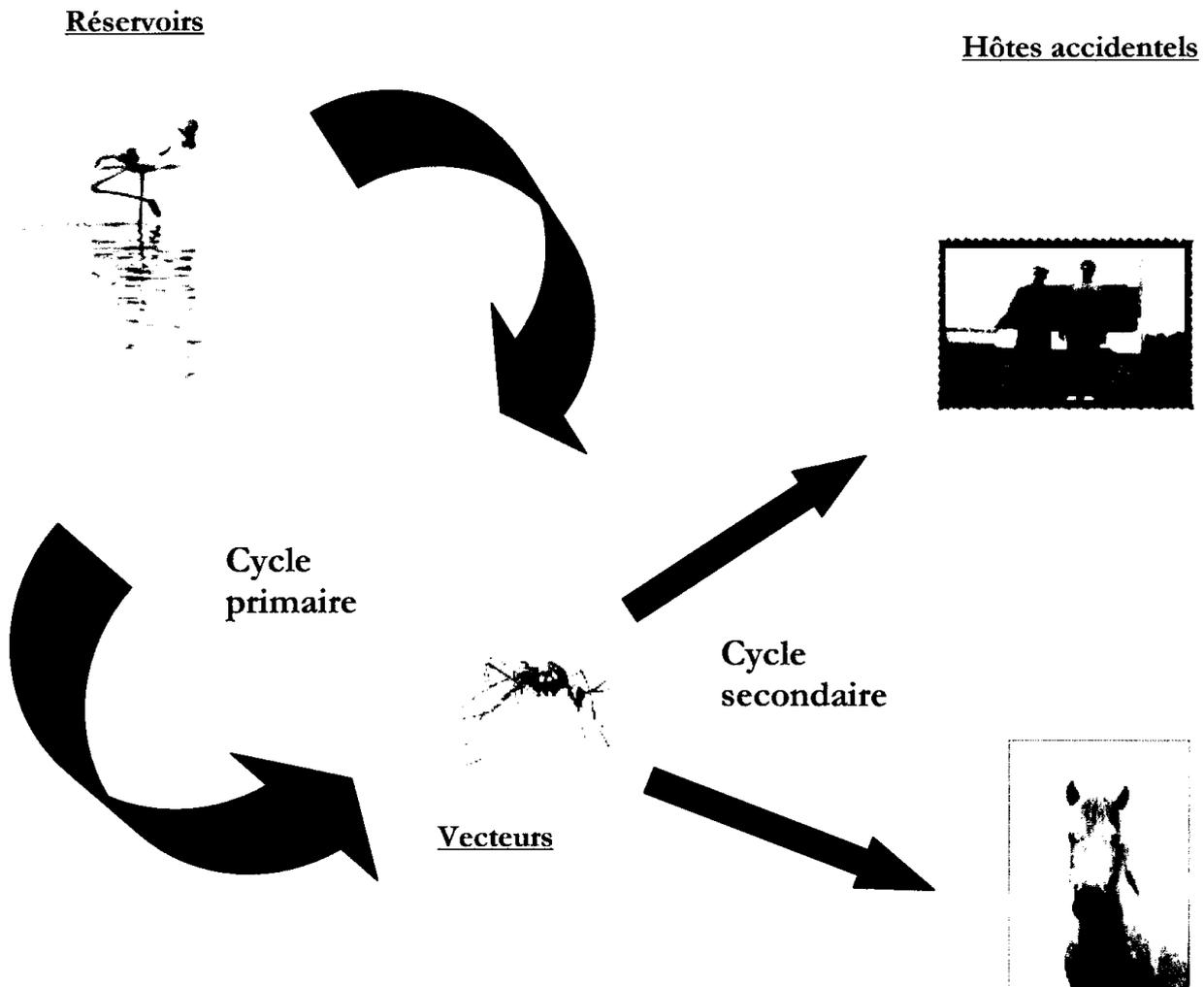


Figure 4 : cycles de transmission du virus de West Nile

I-2-3 Nature et biologie des vecteurs.

I-2-3-1 Notion de capacité vectorielle

Pour bien intégrer la notion de capacité vectorielle, la compréhension du processus d'infection du moustique est nécessaire. D'une manière générale, quand un moustique se nourrit sur un hôte virémique, il ingère le virus contenu dans le repas sanguin. Si les récepteurs viraux appropriés sont présents dans l'intestin du moustique et que le virion se fixe à ces récepteurs, alors le processus d'infection est enclenché chez ce moustique. Le virus peut se répliquer dans l'intestin et s'échapper dans l'hémolymphe pour se multiplier dans tout le corps du moustique, y compris les glandes salivaires. Ainsi, le moustique nouvellement infecté peut transmettre l'infection lorsqu'il pique un hôte sensible (Sardelis, 2001 ; Turell, 2002).

Chez certaines espèces de moustiques, le mécanisme décrit ci-dessus ne s'applique pas. Ainsi le virus peut initier une infection dans l'intestin mais ne pas pouvoir se rendre dans l'hémolymphe. La capacité du virus à initier une infection dans l'intestin, à se rendre dans l'hémolymphe et dans

les glandes salivaires sont donc les principaux déterminants de la capacité vectorielle (Sardelis, 2001 ; Turell, 2002).

La période d'incubation du virus chez le moustique, ou période d'incubation extrinsèque, est évaluée entre 10 et 21 jours (Mc Cally, 2001) (Shapiro, 2003).

I-2-3-2 Les types de vecteurs.

Selon leur capacité à transmettre le virus, les vecteurs sont classifiés en 3 groupes : les vecteurs primaires, les vecteurs passerelles et les autres vecteurs.

- **Les vecteurs primaires** sont des moustiques capables de maintenir le virus dans le cycle naturel de transmission moustique-oiseaux-moustique. Ces moustiques se nourrissent principalement sur des oiseaux, d'où le qualificatif d'ornithophiles.

- **Les vecteurs passerelles** sont des moustiques qui permettent au virus de passer du cycle primaire (moustique-oiseau-moustique) aux autres vertébrés (Turell, 2002). Ce pourrait être le cas des moustiques du genre *Aedes*. Contrairement aux *Culex*, les genres *Aedes* et *Ochlerotatus* ne seraient pas capables de maintenir l'infection. Ils se nourrissent seulement sur des mammifères et pourraient ne jouer qu'un rôle secondaire dans la transmission du virus (Apperson et al, 2002).

- **Les autres vecteurs** : Le virus a été isolé dans différentes espèces de tiques. Les Ixodidés (tiques dures) et les Argasidés (tiques molles) seraient donc impliquées dans le cycle de transmission (Hubalek, 1999 ; Komar, 2000 ; Mc Lean, 2002). Même si les Ixodidés semblent jouer un rôle mineur dans l'explosion du virus dans la population aviaire, ils pourraient être importants dans sa dispersion ou dans son maintien à long terme (Turell, 2002). Ainsi par exemple les tiques pourraient introduire le virus dans diverses régions de la planète en étant transportées par les oiseaux migrateurs dans leur plumage ou fixées sur leur corps (Zeller, 2001).

I-2-3-3 les vecteurs en Camargue

En 1999, le virus était isolé chez 43 espèces de moustiques, mais en Europe les 2 vecteurs majeurs de la maladie semblent être *Culex pipiens* et *Culex modestus* (Hubalek, 1999).

Culex modestus : c'est un moustique dont les gîtes larvaires se trouvent essentiellement dans les rizières et les roselières. Les femelles ont une dispersion inférieure à 1 km et elles restent en général cantonnées aux sites larvaires donc aux zones humides.

Culex pipiens : C'est un moustique qui peut pondre dans tout type d'eaux stagnantes à l'exclusion des étangs, lagunes et plans d'eau libres mésotropes. On le trouve en milieu urbain (caves, égouts...) et périurbain (bassins de lagunage, bassins de rejet des stations d'épurations). Les femelles se dispersent de quelques centaines de mètres en milieu strictement urbain à plus de 3 km en milieu périurbain (Toussaint, 2003).

En Camargue le virus n'a été isolé qu'une seule fois, dans l'espèce *Culex modestus*, au cours de l'épizootie de 1962-1963 (Hannoun et al. 1964). Il a alors été considéré comme le vecteur principal du virus. Or, l'épizootie de 2000 a montré l'existence d'un foyer situé en zone sèche, sur un territoire écologiquement propice à la présence de *Culex pipiens* et non de *Culex modestus* (Chevalier, 2000). Ces deux vecteurs ont des biotopes qui ne se superposent pas ou très peu en Camargue : *Culex pipiens* est un moustique à forte densité urbaine alors que *Culex modestus* reste cantonné aux zones humides. L'existence d'un foyer d'enzootie en zone lacustre entretenu par *Culex modestus* est probable (Durand, 2002) et l'hypothèse d'un relais de la zone humide à la zone sèche, établi par *Culex pipiens* et des oiseaux ubiquistes tels que les moineaux pourrait expliquer l'épizootie de 2000. *Culex pipiens* aurait donc transmis le virus aux chevaux en 2000, mais seul l'isolement viral à partir de moustiques pourrait confirmer cette hypothèse.

L'identification du ou des vecteurs n'est donc pas simple et c'est pourtant un point capital dans la surveillance et la prévention de la maladie en Camargue, si le rôle de *Culex pipiens* était avéré, cela aurait des conséquences importantes car son aire de répartition est large et inclut tant des zones de garrigues très peu peuplées que des zones fortement anthropisées (Chevalier, 2000).

I-2-4 Nature des espèces hôtes et réservoirs

I-2-4-1 Les oiseaux.

Les oiseaux sont le réservoir naturel du virus. En Camargue il existe près de 300 espèces qui peuvent se regrouper selon plusieurs catégories :

- les sédentaires (nicheurs),
- les migrateurs hivernant majoritairement en Afrique, parmi lesquels certaines espèces sont uniquement de passage en Camargue et d'autres sont des individus nicheurs,
- les hivernants venus de l'Europe du Nord ou de l'Est parmi lesquels certaines espèces sont des hivernants stricts tandis que d'autres sont constitués d'une population de nicheurs largement renforcée par des oiseaux venus de toute l'Europe et du bassin méditerranéen en hiver (Blondel, 1981).

Les oiseaux sont, dans la plupart des cas, porteurs asymptomatiques du virus. Dans les conditions expérimentales, la mortalité observée est variable en fonction de la souche inoculée et de l'espèce aviaire testée. Dans les conditions naturelles, la mortalité aviaire était sporadique jusqu'à l'épidémie de New York en 1999. Depuis celle-ci, des mortalités ont été constatées pour plus de 300 espèces aviaires différentes aux Etats-Unis. (CDC, 2003). En France, un seul cas de mortalité aviaire, chez une pie, a pu être attribuée au virus au cours de l'épizootie 2004 (Jourdain, 2006).

Pour mieux comprendre le rôle des oiseaux dans la circulation du virus en Camargue, une étude a été réalisée en 2003 sur l'avifaune Camarguaise. Celle-ci a permis de sélectionner, parmi les 300 espèces recensées, celles qui sont le plus probablement impliquées dans la circulation du virus en Camargue. Ce travail a abouti à une liste regroupant les espèces candidates à l'introduction, à l'amplification et à la dispersion du virus WN (Toussaint, 2003).

I-2-4-2 Autres espèces

Outre les oiseaux, d'autres espèces sont susceptibles d'être des réservoirs : les reptiles, les amphibiens, les rongeurs constituent quelques unes des espèces pour lesquelles le rôle de « réservoir » a été évoqué, même si aucune donnée scientifique ne permet pour l'instant de confirmer ces hypothèses (AFFSA, 2004). De plus, des chats, des lapins, des écureuils, des chauves-souris, des chiens et un loup ont été trouvés naturellement infectés, ce qui montre qu'un grand nombre d'espèces animales est susceptible d'être infecté par le virus WN (Campbell, 2002).

I-2-4-3 L'homme et les chevaux.

L'homme et le cheval sont particulièrement sensibles au virus de la maladie de WN. Comme nous l'avons vu dans le cycle épidémiologique du virus, ils sont des hôtes accidentels. Ces deux espèces ne peuvent pas servir d'hôtes amplificateurs, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent ni multiplier, ni transmettre le virus, elles sont donc considérées comme des « culs-de-sac épidémiologiques » (Bunning, 2002). L'homme et le cheval sont donc considérés comme des révélateurs de la circulation du virus West Nile dans une région donnée (Murgue et al, 2002).

La maladie chez l'homme est souvent asymptomatique mais elle peut se traduire par un syndrome pseudo-grippal d'évolution bénigne (dans 25% des cas). Dans moins de 1% des cas, elle se traduit par des atteintes nerveuses de type méningo-encéphalite qui peuvent être mortelles, surtout chez les personnes âgées (Murgue, 2001a).

Chez le cheval, la maladie n'est reconnue que lorsqu'elle se manifeste par un syndrome méningo-encéphalitique ou myélitique. Les formes sub-cliniques ou inapparentes, plus difficiles à reconnaître, restent quand même les plus nombreuses.

Nous connaissons à présent les différents acteurs des cycles de transmission du virus WN. Nous allons maintenant aborder l'épidémiologie synthétique de la maladie par l'étude de la cinétique de l'infection au sein de la population équine.

I-3 Modèle de transmission de la maladie de West Nile au sein de la population équine.

La cinétique de l'infection par le virus WN sera décrite à l'aide d'un modèle épidémiologique permettant de représenter simplement les processus de transmission.

Le cheval est un animal pertinent pour l'étude de la circulation du virus West Nile en Camargue et ce, pour plusieurs raisons : il est tout d'abord sensible à l'infection virale et est présent toute l'année dans le milieu en élevage extensif, il est ainsi en contact avec les acteurs du cycle viral. De plus, les cas cliniques sont diagnostiqués avant l'apparition des cas cliniques chez l'homme.

C'est pour ces différentes raisons que nous avons décidé de nous intéresser dans ce travail à la population équine.

I-3-1 Principes et objectifs de la modélisation

Un modèle épidémiologique est une représentation schématique d'un processus biologique permettant d'en améliorer la compréhension. Les modèles épidémiologiques ont pour objectifs de décrire, comprendre, prévoir et /ou contrôler les phénomènes observés. Dans notre cas, le processus biologique reproduit est une épidémie. Modéliser, c'est représenter des événements en termes mathématiques quantitatifs de façon à pouvoir effectuer des prédictions (Messud-Petit, 2003).

Il existe différents types de modèles épidémiologiques :

- Les modèles analytiques, de simulation ou matriciels
- Les modèles analytiques ou stochastiques
- Les modèles d'action de masse ou modèles en flux continu
- Les modèles compartimentaux (ex : type SEIR)
- Les modèles en temps discret ou en temps continu

Le modèle d'infection des populations équine que nous présentons est un modèle compartimental de type SEIR, à la fois cognitif et prévisionnel (Pavé, 1987).

I-3-2 Hypothèses de circulation du virus WN en Camargue.

L'écriture simplifiée des processus biologiques suppose de s'appuyer sur des hypothèses de travail concernant les mécanismes de circulation du virus West Nile en Camargue.

L'épizootie de 2000 en Camargue a montré que la répartition des cas équine n'était pas spécifiquement liée à un milieu humide ou semi humide (Durand 2002). Au contraire, la majorité des cas fut rencontrée en zone de garrigue, où la densité de vecteur est supposée faible du fait des démoustications pratiquées chaque année par l'Entente Interdépartementale de Démoustication (EID). L'hypothèse admise est que le virus, après une phase d'amplification en zone humide disperserait dans l'arrière pays gardois (Figure 5).

Les modalités d'introduction du virus en Camargue sont encore méconnues. Différentes hypothèses peuvent être avancées :

- Des oiseaux migrateurs porteurs du virus (portage direct asymptomatique ou indirect par l'intermédiaire de tiques infectées (Zeller, 2001)) pourraient introduire le virus en Camargue au terme de leur voyage. Ces oiseaux se contamineraient dans leur pays d'origine (pays où circulerait le virus sous forme endémique).

- Une persistance toute l'année du virus sous forme de cycle enzootique. La persistance du virus pendant l'hiver serait permise par l'hibernation de quelques espèces de moustiques ou par la transmission trans-stadiale du virus aux œufs.

L'amplification serait permise en zone humide de Camargue en début de saison par la présence de populations abondantes de vecteurs et de réservoirs. L'humidité et l'absence de démoustication dans cette zone sont des facteurs favorisant la pullulation de moustiques.

La dissémination du virus en zone sèche ne semble pas être le fait du vol des moustiques compte tenu des distances maximales parcourues par ces insectes. Par contre, certains oiseaux présentent des phénomènes de dispersion à la fin de l'été compatibles avec la dissémination du virus. Une nouvelle phase d'amplification pourrait se mettre en place en zone sèche, mais celle-ci resterait accessoire par rapport à la phase d'amplification en zone humide. Des vecteurs passerelles prendraient ensuite le relais de la transmission, entraînant l'infection d'hôtes accidentels, humains ou chevaux.

I-3-3 Modèle d'infection des populations équines à l'échelle locale

Pour simplifier les mécanismes de circulation du virus West Nile en Camargue, il est possible de faire un modèle plus ciblé, au sein d'un espace restreint, permettant de supposer que la pression d'infection est constante. Alors, la dynamique de l'infection d'une population de chevaux, soumise à des piqûres infectantes de moustiques, peut-être décrite selon le schéma de la figure 6.

Le modèle utilisé est de type SEIR : il décrit des populations d'animaux Sensibles, Exposés (ou incubants), Infectés et Résistants.

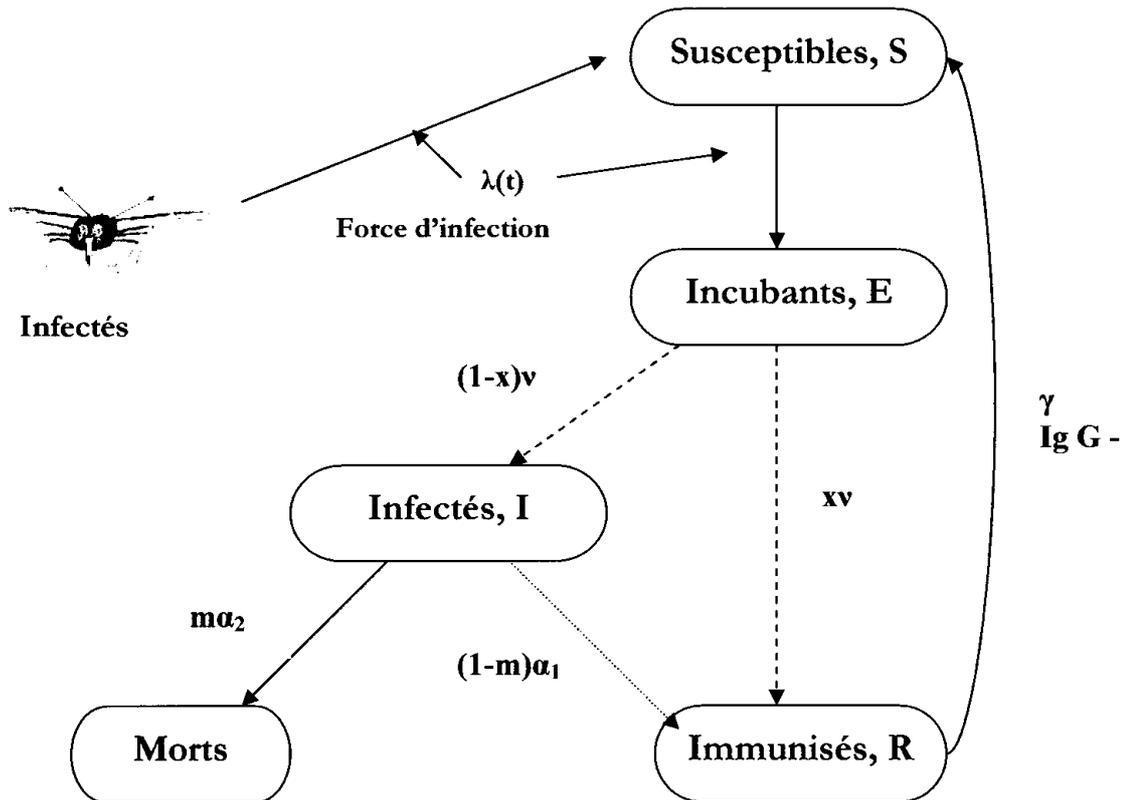


Figure 6 : description de la cinétique de l'infection par le virus WN des populations équines

S : nombre de chevaux sensibles ; pendant la période de temps considéré. S est constant.

E : nombre de chevaux exposés au virus

I : nombre de chevaux infectés et présentant des signes d'affection nerveuse

R : nombre de chevaux IgG positifs

$(1-x)$: proportion de chevaux présentant des signes d'affection nerveuse parmi les chevaux exposés

$(1-m)$: proportion de chevaux guéris après la maladie et devenus résistants

$\lambda(t)$: force d'infection : taux de transmission ou pression d'infection à un moment donné.

v^{-1} : période d'incubation

α_1^{-1} : durée de la maladie avant le développement de la résistance

α_2^{-1} : durée de la maladie avant la mort

γ : taux de renouvellement ou nombre de chevaux redevenus sensibles en fonction du temps. Ce paramètre tient compte du renouvellement de la population (départ, arrivée) et de la durée de persistance des IgG.

Ce modèle nous permet de définir la liste des paramètres à estimer pour décrire la cinétique d'une infection dans la population équine. Les paramètres identifiés peuvent être classés en deux catégories :

- **Les paramètres environnementaux** qui influent sur les populations de moustiques, d'oiseaux et de circulation du virus et donc qui influencent la pression d'infection subie par les chevaux.
- **Les paramètres liés au statut sanitaire de la population équine** : quantification de la population sensible et de ses variations dans le temps.

Pour pouvoir, à terme, prévoir les conditions d'émergence d'une épidémie de WN dans la population équine, ces paramètres doivent maintenant être estimés. Les méthodes d'estimation comprennent le recueil de données de bibliographie ou la mise en œuvre d'études expérimentales ou de terrain.

I-4 Objectifs de l'étude.

Nous allons nous intéresser dans ce travail aux paramètres liés au statut sanitaire de la population équine. Pour l'étude de ces paramètres, il est nécessaire de pouvoir estimer les populations de « susceptibles » et de « résistants », la vitesse de transition entre les différents états ainsi que leur variation dans le temps et dans l'espace.

Une étude réalisée en 2003 dans des écuries sentinelles a permis d'obtenir une première description de la population équine en région Camargue (Astier, 2004). Cependant, il n'existe pas de données qui permettent de quantifier le dénominateur (nombre total de chevaux) et le taux de renouvellement de la population.

Le premier objectif de notre étude sera d'approcher le paramètre « taux de renouvellement » de la population équine en évaluant le taux de persistance d'un cheval au sein d'une exploitation. Nous étudierons également, les taux de mortalité, de vente et des autres causes de départ d'un cheval. Dans un souci de simplification, nous supposons que la taille de la population équine est constante pour la durée de l'étude. Nous déduisons alors le taux de renouvellement. Nous verrons que ces paramètres peuvent varier en fonction des différents types d'activités des structures équestres considérées dans la zone.

Notre deuxième objectif sera de tenter de quantifier la population sensible, à partir de diverses sources de données disponibles, ainsi que d'évaluer la distribution géographique des chevaux par une méthode expérimentale, le comptage par vol aérien.

II- Etude démographique de la population équine en région Camargue

Trois des épizooties qui ont eu lieu en France se sont déroulées dans la région de la Camargue. Celle-ci est marquée par son climat, sa faune et sa flore, sa culture, ses traditions qui restent très présentes ainsi que par son élevage de taureaux et de chevaux originaux. Il me semblait alors important pour cette étude de présenter les caractéristiques environnementales et économiques de cette région si particulière.

II-1 Définition et description de la zone d'étude.

II-1-1 Présentation générale de la Camargue.

La Camargue *sensu stricto* correspond à la région du delta du Rhône. Elle est comprise entre ses deux bras, le Petit Rhône à l'ouest, le Grand Rhône à l'est et la mer Méditerranée au sud. La Camargue est généralement divisée en trois parties : la haute Camargue, la moyenne Camargue et la basse Camargue.

La haute Camargue, qui correspond au nord du delta, est la zone la plus agricole de la Camargue.

* Flore : Jadis recouverte de forêts, cette zone très cultivée ne comporte plus que quelques « forêts galeries », appelées ripisylves, qui bordent les bras du Rhône et des bouquets d'arbres surmontant les montilles.

* Faune : Les terres exploitées n'accueillent plus guère que des renards, des lièvres, ainsi que quelques cormorans et des flamants roses, alors qu'on trouve encore dans les sous-bois une faune sauvage assez riche : sangliers, pics-verts, castors. Sur les montilles vivent des faucons crécerelles, des milans noirs ainsi que des chouettes et hiboux.

* Utilisation : L'agriculture occupe ici une grande place (1/3 de la superficie), elle s'organise principalement autour de la riziculture et le blé d'hiver. D'autres cultures sont également présentes, à savoir : l'asperge, la vigne, divers fruits et légumes, la luzerne et des oléagineux. L'élevage extensif des chevaux et des taureaux est également présent en haute Camargue.

La moyenne Camargue correspond à la zone de transition. Elle comprend tous les marais et roselières entourant l'étang du Vaccarès et abrite de nombreuses manades. Cette zone humide encore appelée Camargue laguno-marine bénéficie de mesures particulières de protection de la nature.

* Flore : En fonction de la salinité se côtoient différents types de végétations :

- Les marais, étangs et roubines sont occupés par une végétation hydrophile et constituent des jonchaies ou des roselières.
- Les sols très salés ou sansouires hautes n'abritent guère que des plantes halophiles comme les salicornes et des tamaris, là où l'eau douce persiste un peu.
- Les enganes, zones intermédiaires, sont couvertes de pelouses à saladelles où pâturent fréquemment les manades.

interdite dans ces zones, et des populations importantes de moustiques prolifèrent tout au long de l'année.

Les conditions environnementales retrouvées en Camargue *sensu stricto* sont donc favorables à une circulation endémique du virus de West Nile. Cependant, les différentes épidémies qui ont eu lieu dans le sud de la France, ne se sont pas cantonnées à ces limites, notamment en 2000 où des cas de la maladie de West Nile ont été recensés vers Lansargues, près de Montpellier. Ainsi la zone que nous avons choisie d'étudier est délimitée par Pérols, Montpellier au sud-ouest, Nîmes au nord, St Rémy de Provence à l'est et Port Saint Louis du Rhône au sud-est (Figure 8).

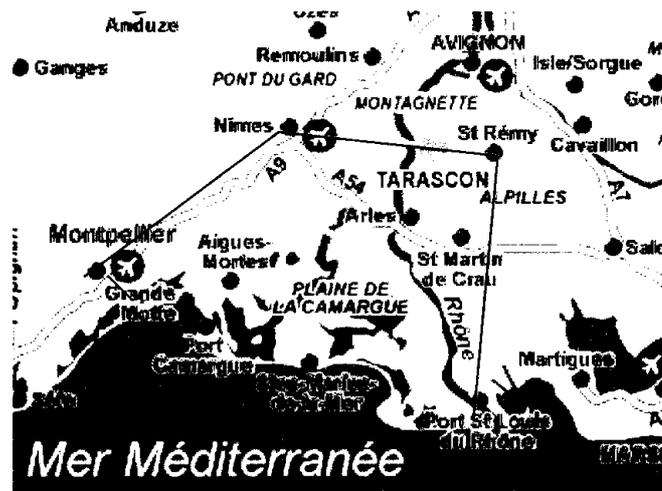


Figure 8 : Définition de la zone d'étude

Outre son agriculture, la Camargue vit essentiellement grâce au tourisme, centré autour des activités taurine et équine. C'est l'une des régions de France dans laquelle les traditions sont restées les plus vivaces. Ici tout tourne autour du cheval et du taureau et l'élevage du cheval Camargue est absolument indissociable de celui du taureau Camargue. Nous allons donc voir dans les parties qui suivent, une présentation générale et succincte du taureau et du cheval Camargue, puis nous verrons quelles autres races de chevaux sont présentes dans la zone et quelles sont les principales activités équestres qui sont proposées.

II-1-2 Le taureau Camargue

Le taureau Camargue est depuis la plus haute antiquité l'emblème de la Camargue.

L'amour qu'on porte au taureau est nommé la « fé di bioù » ce qui signifie « la foi dans le taureau ». Le culte du taureau ne s'exprime pas seulement par son élevage mais aussi par l'ensemble des rassemblements et manifestations festives liées au taureau et à son travail (AECRC, 2006). La « bouvino » (tout ce qui touche au taureau) est en quelque sorte une seconde religion avec un langage, des vêtements et un harnachement qui lui sont propres.

La race du taureau Camargue, dénommée « Raço di biou » en provençal,



Figure 9 : photo d'un taureau Camargue (Taureau, 2006).

L'élevage du taureau Camargue se fait uniquement, et toute l'année, de manière extensive. Le but principal de cet élevage est d'obtenir des « cocardiens » (taureau destiné à la course camarguaise). L'élevage est donc resté rustique, et n'a pas progressé comme les autres types d'élevages bovins français, mais nous avons compris que l'enjeu est différent. Ainsi, ce ne sont pas des performances de productions laitières ou bouchères qui sont recherchées par les manadiers mais biens des bêtes puissantes et féroces qui joueront le rôle de vedettes dans les arènes et qui feront rejaillir, sur la manade, la gloire et la persévérance. Voilà la véritable « fé » (foi) de la Camargue (Cardinale, 1994).

II-1-3 Le cheval en Camargue

II-1-3-1 Le cheval de race Camargue

La Camargue et ses alentours, zone d'élevage traditionnelle du cheval de race Camargue, possèdent, comme nous l'avons vu plus haut, des caractéristiques géographiques, climatiques et même humaines très marquées et originales. Ces conditions influent sur la conformation et les qualités du cheval Camargue : la nourriture en quantité limitée a sélectionné des chevaux de petite taille aux besoins d'entretien réduits ; le milieu marécageux, mouvant, sélectionne des individus aux pieds sûrs. Enfin le parasitisme endémique et le climat difficile en font des chevaux résistants et rustiques (Tambute, 2001).

C'est pour préserver ces caractéristiques que les éleveurs se sont regroupés en association : l'A.E.C.R.C (Association des Eleveurs de Chevaux de Race Camargue) en 1964. Le « berceau de race » du cheval de race Camargue a été défini légalement en 1978 par l'arrêté suivant :

« Le cheval de race Camargue naît, vit et se reproduit dans la région de Camargue et de ses environs, élargis aux limites d'un triangle dont les sommets sont Tarascon, Montpellier et Fos, les lignes de partage passant par Lunel d'une part, et par Salon d'autre part » (A.M. 17 mars 1978 ; JO du 16 avril 1978) (Figure 10). Cette définition fut reprise dans l'arrêté de 1990 et des remaniements sont à l'étude pour une éventuelle extension.

Le cheval qui naît en dehors de ces limites est toujours de race Camargue mais il porte alors l'appellation « Camargue hors berceau »

Toutefois, même dans le berceau de la race, n'ont droit à l'appellation Camargue que les produits nés et élevés en manade, c'est-à-dire dans un élevage en liberté dont les critères de

reconnaissance, fixés par le Parc Naturel Régional de Camargue en accord avec les services des Haras Nationaux et l'association des éleveurs, sont les suivants :

« Une manade est un élevage en liberté de chevaux Camargue qui comprend au minimum 4 juments reproductrices stationnées toute l'année dans le berceau de race, sur un territoire ne comprenant pas plus de 2 UGB (Unité Gros Bétail) par hectare, avec un minimum de 20 hectares en propriété ou en location ».

En résumé pour avoir l'appellation « Camargue » le cheval doit :

- Etre issu de parents eux mêmes inscrits au *Stud Book* et être de robe grise,
- Etre né et identifié dans le « berceau de race »,
- Appartenir à une manade et être marqué de son sceau.

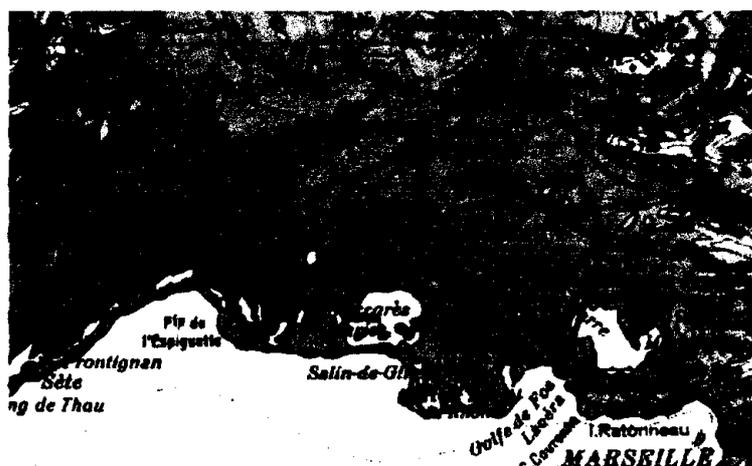


Figure 10 : limites du berceau de race du cheval Camargue

* Mode d'élevage :

L'élevage du cheval de race Camargue est très particulier et original par rapport au mode d'élevage des chevaux généralement rencontré en France. En effet, il se fait de manière uniquement extensive, traditionnelle et est très réglementé. Ainsi, pour avoir l'appellation Camargue le cheval doit naître dans le berceau de race et au sein d'une manade (voir définitions ci-dessus).

Toutes les étapes de la reproduction, de la saillie au poulinage, doivent se dérouler en totale liberté. L'intervention humaine se résume à la sélection des reproducteurs.



Figure 11 : Photo de chevaux de race Camargue (AECRC, 2006).

* Utilisation :

La première utilisation du cheval de race Camargue au XVIII^e et XIX^e siècles fut pour le dépiquage des grains. Ce travail, appelé le *rodo de rosso*, très éprouvant pour les chevaux, consistait à faire passer six paires de chevaux sur les gerbes de blé jusqu'à ce que la paille soit réduite à une longueur de 4 à 6 pouces.

L'autre utilisation qui perdure encore de nos jours est l'activité liée au taureau. En effet, nous venons de voir que la Camargue est la patrie de la race bovine camarguaise. Son mode d'élevage exclusivement extensif, en semi liberté, confère au taureau camarguais un état quasiment sauvage et le cheval est alors un outil de travail indispensable. Le cheval de race Camargue participe à toutes les activités liées au taureau : rassemblement et triage des taureaux, la ferrade, l'abrivade et bandide... (Tomas-Roux C, 1998).

L'utilisation principale du cheval de race Camargue est donc liée aux activités taurines, cependant on peut noter que d'autres activités liées aux loisirs se sont développées ces dernières années, comme la randonnée, la promenade, l'instruction, l'attelage, le spectacle... Ces activités de loisirs ont permis également l'implantation d'autres races et activités équinés qu'il est important de prendre en considération.

II-1-3-2 Les autres races de chevaux

Notre zone d'étude ne se limite pas à la Camargue *sensu stricto* et comprend une partie des trois départements suivants : l'Hérault, le Gard et les Bouches du Rhône. Par ailleurs, le cheval Camargue ne représente qu'une partie de l'activité équine de la région. Nous avons donc voulu savoir, quelles étaient les autres races de chevaux les plus représentées dans notre zone d'étude, notamment pour l'activité d'élevage.

Pour cette partie, nous avons utilisé les données présentées dans deux études récentes : l'une est une étude prospective de la filière cheval en Languedoc Roussillon réalisée en 2003 (CELR, 2003) et l'autre a été réalisée sur l'élevage et les races régionales en région PACA (Provence Alpes Côtes d'Azur) en 2005 (Filière cheval PACA, 2005). Ces données concernent principalement le nombre d'élevages, ou, plus exactement, le nombre de propriétaires. Les élevages sont décrits par lieu de stationnement des juments ou le cas échéant, par lieu d'habitation du propriétaire, le nombre de juments par élevage, et le nombre de juments saillies dans la race.

D'après l'étude prospective de 2003 en Languedoc Roussillon, l'élevage de chevaux de selle domine dans les 2 départements du Gard et de l'Hérault.

Dans le Gard, sur les 27 races élevées, les chevaux de race Camargue sont les plus représentés, avec 156 juments saillies en 2002, viennent ensuite le Pur Sang Arabe (46 juments), puis le Lusitanien (40 juments). Les élevages de chevaux de race Camargue sont les plus importants en taille (3 juments et plus), mais plusieurs élevages de Pur sang Arabe et de Lusitanien ont également mis plus de 3 juments à la reproduction en 2002. Des élevages importants existent aussi en Pure Race Espagnole, Barbe ou encore en Selle Français.

Dans l'Hérault, sur les 27 races élevées, c'est encore le cheval de race Camargue qui domine avec (89 juments) puis le Lusitanien (62 juments). Viennent ensuite, le Pur Sang Arabe et les chevaux de Selle. Les élevages de taille importante (plus de 3 juments) sont les élevages Camargue, de Lusitaniens, avec aussi quelques élevages de Pur Sang Arabe et de Selle Français.

L'élevage en Languedoc Roussillon semble donc dominé par un élevage de chevaux « méditerranéens » à savoir, le Camargue, le Lusitanien, le Pur Sang Arabe, les chevaux Barbe et les Mérens qui représentent 80% des chevaux élevés dans la région.

D'après l'étude réalisée en région Provence Alpes Côte d'Azur en 2005, comme pour la région Languedoc Roussillon, l'élevage principal est celui des chevaux de selle, il regroupe les races Pur Sang Arabe, Selle Français, Camargue, Mérens et cheval de Selle. Ils représentent 44% des élevages en PACA.

L'élevage du cheval de race Camargue représente 17% des élevages de chevaux en PACA, c'est la troisième race de selle élevée dans la région, en terme de nombre d'élevages, mais la première, en ce qui concerne le nombre total de juments et le nombre de juments par élevage.

Les élevages de Selles étrangers représentent environ 10% des élevages en PACA. Les races qui sont le plus développées sont le Lusitanien (PSL), le Quater Horse et le Pur Race Espagnol (PRE). La culture ibérique est très forte dans le sud de la France et la région regroupe le plus grand nombre d'élevages de Lusitaniens, soit 35 en PACA. Les chevaux Pure Race Espagnole sont également présents, mais en moins grand nombre puisque seulement 8 élevages sont recensés en région PACA.

En conclusion, nous pouvons dire, que sur les trois départements, Hérault, Gard et Bouches du Rhône, excepté le Camargue, les races représentées sont principalement le Pur Sang Arabe et les chevaux ibériques : PSL et PRE.

II-1-3-3 Les activités équestres associées

Le but de ce paragraphe n'est pas de détailler de manière précise et chiffrée toutes les utilisations du cheval mais bien de ne donner qu'un aperçu global des activités équestres qui se pratiquent en Camargue. La conduite d'élevage n'est pas la même pour ces différentes activités, et ces spécificités seront à prendre en compte pour l'étude démographique de la population.

Nous ne reviendrons pas sur les activités camarguaises typiques, ni sur les manades.

- L'activité des courses :

Au sein de notre zone d'étude, un seul hippodrome est situé dans la région Languedoc Roussillon, à Nîmes. Celui-ci est bien fréquenté aussi bien en terme de chevaux que de spectateurs. Son activité a augmenté avec le développement des quartés régionaux et des courses PMU (Pari Mutuel Urbain) nationales (CELR, 2003).

Mais, nous considérerons qu'au regard des autres activités équestres, l'activité de l'hippodrome de Nîmes a un impact négligeable sur la démographie de la population équine de notre zone d'étude.

- L'équitation : (CELR, 2003)

Le secteur de l'équitation présente une très grande diversité qui traduit la variété des utilisations possibles du cheval. De nombreuses disciplines sportives existent : CSO (Concours de Saut d'Obstacle), CCE (Concours Complet d'Equitation), dressage, endurance...S'y ajoutent de nombreuses formes d'utilisation pour le loisir.

Les établissements équestres jouent un rôle fondamental dans la filière équine mais leur étude est rendue complexe par :

- l'absence de catégorie « entreprise d'équitation » (dans la nomenclature NAF, Nomenclature d'Activités Française, ils étaient intégrés sous le code 927 C à un ensemble d'activités récréatives). Il était alors impossible d'isoler cette catégorie de façon satisfaisante auprès de la MSA (Mutualité Sociale Agricole), ou d'obtenir des listes actualisées et complètes des centres équestres d'un département. Depuis 2005, l'article 38 de la loi rurale du 23 février 2005 a repris la qualification juridique des centres équestres. Cette loi, relative au développement des territoires ruraux, qualifie

les activités équestres comme étant des activités agricoles sur le plan juridique en modifiant la définition juridique des activités agricoles, codifiées sous l'article L. 311-1 du code rural. (Qualification juridique agricole des centres équestres : article 38 de la loi rurale du 23 février 2005).

- leur grande diversité, tant dans les activités (enseignement, tourisme équestre, pensions...) que dans les statuts (associations, fermes équestres, entreprises individuelles...).

Au sein des établissements équestres on peut distinguer :

- Les écoles d'équitation proposent prioritairement les activités de saut d'obstacle, de dressage et la randonnée ; viennent ensuite le concours complet, la voltige, les *pony games* (CELR, 2003). Les activités proposées au sein d'une même école sont souvent nombreuses et variées. Dans cette catégorie, certains des établissements travaillent principalement avec des poneys et d'autres travaillent principalement avec des chevaux.

- Les centres de tourisme équestre proposent des randonnées ou des promenades. Notons que les structures spécialisées « randonnées » sont peu nombreuses par rapport à celles dont l'activité est la promenade. Ces dernières représentent 88% des centres de tourisme équestre dans la région Languedoc Roussillon (CELR, 2003).

- Les « écuries de propriétaires » proposent essentiellement des prestations de logement, nourriture et travail de chevaux appartenant à leur client. Ils mettent donc à disposition leurs infrastructures et gèrent les chevaux au quotidien.

Même si un seul établissement peut proposer tout un panel d'activités, il y a en général une certaine spécialisation des centres équestres vers l'un de ces trois types d'activités. Les deux premières catégories sont plus nombreuses et si l'activité « écuries de propriétaires » est moins souvent dominante, la grande majorité des établissements équestres offrent des prestations de pension pour chevaux.

Il est à noter que beaucoup de centres équestres (40% dans la région Languedoc Roussillon) sont également des éleveurs, plus de la moitié d'entre eux faisant naître 3 ou plus de produits par an (CELR, 2003).

Nous venons donc de présenter notre zone d'étude, avec ses caractéristiques géographiques, d'élevages et les activités équestres qui sont proposées. Nous allons dans la partie qui suit, approcher le paramètre « taux de renouvellement » de la population équine de la zone d'étude.

II-2 Estimation du paramètre « Taux de renouvellement »

Le premier objectif de cette partie est d'acquérir une meilleure connaissance des différentes catégories de structures équestres présentes dans la zone d'étude par des informations générales, à savoir : le nombre total de chevaux présents dans les exploitations, l'âge moyen des chevaux et l'âge moyen au moment de l'acquisition.

Le second objectif est d'estimer le taux de renouvellement de la population à partir du taux de persistance d'un cheval au sein d'une exploitation, ainsi que d'étudier les taux de mortalité, de vente et des autres causes de départ d'un cheval. Nous nommerons ce dernier taux, le taux de «départ autre ».

II-2-1 Matériel et méthodes

II-2-1-1 Sources de données.

Depuis l'épizootie de 2000, l'Unité Environnement et Prévision de la Santé des Populations de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon a développé une thématique de recherche sur l'épidémiologie de la maladie de West Nile (Astier, 2004). Des études cliniques et sérologiques ont été menées dans la population équine de la zone d'étude. Le travail a débuté en 2001 avec les vétérinaires du Gard, de l'Hérault et des Bouches du Rhône qui ont accepté de participer et qui ont fourni des listes d'écuries de leur clientèle (Heng, 2002). Ces enquêtes ont été répétées de 2002 à 2004 et ont permis de constituer une base de données comprenant des informations sur chaque exploitation et sur chaque cheval (race, date de naissance, robe, état de santé...) inclus dans l'étude. Nous nommerons cette base de données, **la base de données ENVL** (Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon).

Dans le but d'améliorer la représentativité des écuries enquêtées, nous avons complété la base de données ENVL avec d'autres structures équestres. Nous avons contacté l'Association de Eleveurs de Chevaux de Race Camargue (AECRC) qui nous a fourni la liste complète des éleveurs. J'ai également rencontré le technicien chargé des chevaux à la DSV (Direction des Services Vétérinaires) de Nîmes, celui-ci m'a introduit auprès d'une dizaine d'éleveurs, afin de les rencontrer plus facilement. Nous avons donc obtenu une liste de structures avec le listing complet de tous leurs chevaux. Nous appellerons ces données, **la base de données personnelles**.

Finalement, après avoir fusionné ces deux bases : la base de données ENVL et la base de données personnelles, nous avons les informations de 165 exploitations et 1 748 chevaux. Nous nommerons cette base, **la base de données initiales**.

II-2-1-2 Sélection de la population source et définition des catégories de structures équestres.

Pour sélectionner un échantillon représentatif de la population équine de la zone d'étude, nous avons travaillé à l'échelle des structures. Nous avons donc, dans un premier temps, défini les catégories d'activités équestres à considérer. En effet, nous avons vu dans la première partie, qu'il existait différents types de structures équestres, autres que celles consacrées à l'élevage du cheval Camargue et que celles-ci développaient en général une ou deux activités spécifiques.

Nous allons maintenant revenir succinctement sur chacune d'elles et définir les catégories à inclure dans l'étude démographique.

*** L'élevage :**

- L'élevage du cheval Camargue : Nous considérerons ici aussi bien les éleveurs dit « professionnels », qui vivent des revenus de leur élevage, que les éleveurs « amateurs » qui pratiquent l'élevage pour leurs loisirs. L'élevage du cheval Camargue représente une très forte activité dans la zone d'étude. La base de données initiales contient 735 chevaux et 39 éleveurs recensés, nous en ferons donc une catégorie à part entière.

- L'élevage de chevaux ibériques : la culture ibérique et l'élevage de ces chevaux sont très développés dans le sud de la France. Par conséquent, même si la base de données initiales ne contient des informations que pour 173 chevaux et 18 élevages, il nous semblait important d'étudier ces élevages comme une catégorie à part entière.

- L'élevage du cheval Pur sang Arabe et demi sang arabe : ce type d'élevage est important dans le sud de la France. Malgré cela, ces structures sont peu représentées dans notre base de données avec seulement 30 chevaux et 4 élevages. Leur nombre n'est pas assez conséquent pour en faire une catégorie à part entière. Nous les classerons donc dans la catégorie « Autre ».

- Enfin, nous avons dans la base de données, deux structures qui élèvent des Quarter Horse et une autre qui élève des Mérens. Ces structures seront classées dans la catégorie « Autre ».

*** L'équitation** : Au sein de celle-ci nous distinguons différentes structures :

=> Les écoles d'équitation ou centres équestres : dont l'activité principale est l'enseignement de l'équitation. Dans notre base de données nous disposons d'informations sur 289 chevaux de 14 centres équestres, cette activité tient une place importante dans la filière équine. Nous l'avons définie comme une catégorie à part entière.

=> Les centres de tourisme équestre ou promenade : Cette activité est représentée par 116 chevaux et 8 centres de promenade dans notre base de données initiales. Ce type de structure propose des promenades à cheval mais généralement cette activité, qui est liée au tourisme, reste saisonnière. De ce fait, ces centres ont une activité mixte et il est parfois difficile de les différencier des élevages ou des centres équestres. Nous les avons donc classés dans la catégorie « Autre ».

=> Les « écuries de propriétaires » : cette activité qui propose, essentiellement une prestation de logement, nourriture et éventuellement travail des chevaux, n'est pas représentée dans la base de données. Nous ne la retiendrons donc pas comme catégorie.

* **Les propriétaires particuliers** : ils sont représentés dans notre base de données par 80 structures et 391 chevaux. Mais cette catégorie est difficile à caractériser et comprend finalement des structures très diverses avec peu de chevaux par structure. Ils seront classés dans la catégorie « Autre ».

* **L'activité des courses** : un seul hippodrome organise 7 réunions par an dans la zone d'étude. Cette activité est faible, nous ne la retiendrons donc pas pour l'étude démographique.

Finalement, les catégories retenues pour l'étude démographique sont : **les centres équestres**, les éleveurs de chevaux Camargue (**Camargue**), les éleveurs de chevaux Ibériques (**Ibérique**) et **une catégorie « Autre »** comprenant les promenades, les particuliers, les éleveurs de chevaux arabes et des autres races de chevaux.

II-2-1-3 Recueil et saisie des données.

A- Base de données des catégories.

Nous avons dans un premier temps, repris les données de la base de données ENVL qui comportait les informations relatives à chaque cheval de chaque exploitation enquêtée (nom, race, année de naissance, année d'acquisition) et nous avons complété cette base par une enquête de terrain. Les informations ont été recueillies au cours d'un entretien en face à face. Les personnes interrogées devaient, après avoir décrit leur exploitation, lister la totalité de leurs chevaux et en donner les caractéristiques.

Dans un deuxième temps, les différentes exploitations de la base de données initiales ont été triées selon leur catégorie. Les exploitations pour lesquelles nous ne disposions que de peu de données sur les chevaux, ou celles pour lesquelles nous savions le responsable peu motivé, ont été éliminées de la liste.

Finalement, nous avons retenu 55 structures équestres et 992 chevaux regroupés dans la **base de données des catégories**. Parmi ces structures, nous disposons de 20 éleveurs et 518 chevaux dans la catégorie des élevages de Camargue, 13 centres et 236 chevaux dans la catégorie « centres équestres », 9 élevages et 113 chevaux dans la catégorie des chevaux ibériques et 13 structures et 125 chevaux dans la catégorie « Autre ».

B- Données pour l'estimation du taux de renouvellement.

Le second objectif de l'étude est d'estimer le taux de renouvellement de la population à partir du taux de persistance d'un cheval au sein d'une exploitation, ainsi que les taux de mortalité, de vente et des autres causes de départ d'un cheval. Pour cela, il nous fallait en plus recueillir les données concernant le devenir des chevaux. Vu le nombre important de structures dans la base de données des catégories, il a été décidé de réaliser cette enquête sur un nombre restreint de structures, et 8 ont été sélectionnées de manière aléatoire dans chaque catégorie.

Pour des raisons financières et de temps, ce recueil d'information s'est effectué par contact téléphonique. Nous avons ainsi demandé le devenir pour chaque cheval de chaque exploitation enquêtée. La personne devait, en plus, nous préciser, pour les chevaux qui n'étaient plus présents dans l'exploitation, la cause du départ : mort, vente, retraite... la date à laquelle l'évènement s'est déroulé ainsi que le lieu de destination si le cheval a changé d'endroit.

De nombreuses difficultés ont été rencontrées pour contacter certains responsables. De ce fait, les résultats finaux concernent 8 exploitations et 82 chevaux dans la catégorie « Autre », 8 exploitations également pour la catégorie « Centres équestres », avec 111 chevaux, 6 structures dans la catégorie « éleveurs de chevaux ibériques » avec 68 chevaux et enfin 6 structures et 132 chevaux de la catégorie « éleveurs de chevaux de race Camargue ». Nous appellerons ces données : **Péchantillon**.

Finalement, l'échantillon contient les informations de **28 structures équestres et 393 chevaux**.

II-2-2 Résultats

Nous allons, dans un premier temps, décrire les caractéristiques générales pour chaque catégorie, à savoir le nombre de chevaux, la moyenne d'âge des chevaux en 2006 et l'âge moyen d'acquisition pour les chevaux de la **base de données des catégories**. Nous verrons par la suite les informations concernant le taux de mortalité, le taux de vente, le taux de « départ autre » et taux de « persistance » pour **Péchantillon** choisi dans chaque catégorie.

II-2-2-1 Caractéristiques des différentes catégories de structures équestres

Nous constatons que ce sont les éleveurs de chevaux de race Camargue et les centres équestres qui possèdent en moyenne le plus grand nombre de chevaux avec respectivement 26 et 18 chevaux par exploitation.

Ce sont les centres équestres qui possèdent les chevaux avec la moyenne d'âge la plus élevée, (14,5 ans) et ce sont les éleveurs de chevaux de race Camargue qui acquièrent leurs chevaux à l'âge le plus jeune (2,1 ans) (Tableau I).

Les résultats des exploitations de chaque catégorie sont présentés dans l'annexe 1 dans les tableaux I, II, III et IV.

Tableau I : Comparaison des caractéristiques générales des quatre catégories :

Catégories	Nombre de chevaux (Intervalle ; médiane)	Moyenne d'âge en 2006 (Intervalle ; médiane)	Age moyen au moment de l'acquisition (Intervalle ; médiane)
Autre	10 (4 à 23 ; 5)	13,7 (7,5 à 17,75 ; 13)	6 (0,7 à 10,5 ; 6,2)
Centres équestres	18 (6 à 87 ; 11)	14,5 (10,1 à 19,3 ; 14,3)	6,1 (2,3 à 9,1 ; 5,8)
Ibérique	13 (6 à 27 ; 11)	11,5 (8 à 17,9 ; 10,2)	4,1 (1,1 à 8,4 ; 3,3)
Camargue	26 (5 à 57 ; 23,5)	11,7 (7,8 à 16 ; 11,1)	2,1 (0 à 6 ; 1,5)

II-2-2-2 Taux de mortalité, de vente et de «départ autre »

Après avoir vu les caractéristiques générales de nos différentes catégories, nous allons étudier des points plus spécifiques des exploitations de notre échantillon : les taux de mortalité, de vente, des autres causes de départ d'un cheval (taux de « départ autre ») et de persistance d'un cheval dans une exploitation.

Nous rappelons que cette étude est réalisée sur l'échantillon qui contient 8 structures des catégories « Autre » et des « centres équestres » et 6 structures des catégories « Eleveurs de chevaux Ibériques » et « Eleveurs de chevaux de race Camargue ». Au total elle porte donc sur 28 structures équestres et 393 chevaux.

Ces taux, appelés « taux bruts », dont l'unité est l'animal, correspondent à l'expression la plus simple de la fréquence d'un événement au sein d'une population pendant une période donnée. Ils

fournissent une mesure globale ne tenant pas compte des divers facteurs de variation au sein de la population (la race, l'âge, le sexe,...) (Toma, 2002).

Ainsi le taux de mortalité est défini par le nombre de morts pendant une période donnée sur la population totale soumise au risque. Nous définirons le taux de vente par le nombre de sujets vendus pendant une période donnée sur la population susceptible d'être vendue et nous définirons le taux des autres causes de départ d'un cheval : taux de « départ autre » comme étant le nombre de chevaux ayant quitté l'exploitation pour des raisons autre que la vente, à savoir : la retraite, le don ou encore un cheval qui est reparti avec son propriétaire, sur la population totale.

Nous avons étudié 2 types de taux : le premier est calculé sur la période totale de l'étude, à savoir 5 ans, sans faire de distinction entre les années : ce sont les taux de mortalité (de vente ou de départ autre) cumulés. Puis nous avons calculé ces mêmes taux pour chacune des années de l'étude, la moyenne de ceux-ci nous donne, le taux de mortalité (de vente ou de départ autre) par an et par catégorie.

II-2-2-2-1 Taux de mortalité.

Tableau II : taux de mortalité cumulés par catégorie :

Catégories	Taux de mortalité cumulé (%)	(min à max ; med) (%)
Autre	8	(0 à 25 ; 5)
Centres équestres	3,9	(0 à 13 ; 2)
Ibérique	8,6	(0 à 30 ; 6)
Camargue	6,7	(0 à 17 ; 6)

Les taux de mortalité cumulés sont proches pour les catégories « Autre » et des éleveurs Ibériques avec respectivement, 8% et 8,6%. Les centres équestres semblent posséder le taux de mortalité cumulé le plus faible à 3,9% (Tableau II). Ces différences sont non significatives par le test de Kruskal-Wallis ($p=0,80$).

Nous avons utilisé un test non paramétrique en raison du faible effectif de la population d'étude.

Tableau III : taux de mortalité par an et par catégorie :

Les chiffres présentés sont en pourcentage de la population à risque.

Catégories	2001	2002	2003	2004	2005	2006	MOY
Autre	0	0	0,8	9	0	2,5	2
Centres équestres	0	1,4	0,9	0	2	0,7	0,8
Ibérique	0	0	3,3	0	9	0	2
Camargue	0	0	0,6	1	7	4	2,1

Les catégories : Autre, Ibérique et Camargue ont en moyenne un taux de mortalité de 2% par an. La catégorie des centres équestres a un taux annuel de 0,8% (Tableau III).

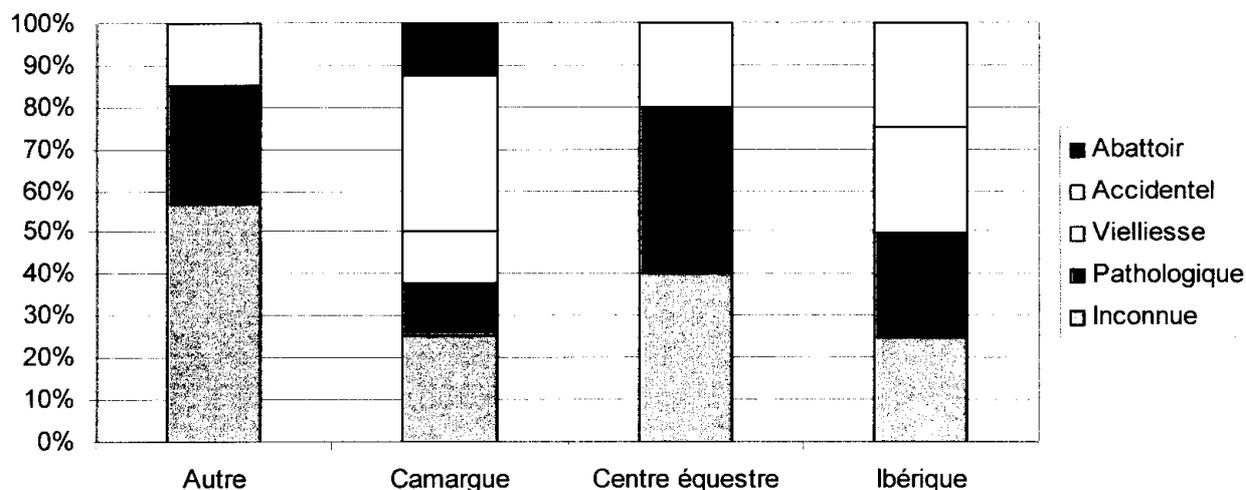
Il n'y a pas de différence significative en ce qui concerne le taux de mortalité par an pour les différentes catégories, même si les centres équestres semblent avoir un taux de mortalité annuel et un taux de mortalité cumulé plus faibles.

Intéressons-nous maintenant à l'âge moyen de la mort d'un cheval et aux causes qui nous ont été données par les responsables (Tableau IV et figure 12).

Tableau IV: âge moyen de la mort pour chaque catégorie

Catégories	Age moyen, en année, lors de la mort (nombre étudié)	(min à max ; Med)
Autre	18,7 (n=7)	(2 à 26 ; 23)
Centres équestres	14,8 (n=5)	(9 à 23 ; 13)
Ibérique	12,5 (n=4)	(1 à 32 ; 8,5)
Camargue	15 (n=8)	(3 à 32 ; 14,5)

Figure 12 : causes de mort pour chaque catégorie



Nous observons que c'est dans la catégorie « Autre » que l'âge moyen de la mort pour un cheval est le plus élevé, puisque celui-ci est de 18,7 ans. Bien que la cause de la mort n'ait pas été connue pour 57% des cas dans cette catégorie, aucune cause accidentelle n'est rapportée. Les causes qui nous ont été rapportées sont principalement des causes pathologiques (colique, coup de chaleur, diarrhée parasitaire) ou encore des euthanasies décidées en raison de la vieillesse.

Les chevaux des centres équestres et des éleveurs de Camargue ont un âge moyen de mort qui est assez proche respectivement de 14,8 ans et 15 ans. C'est chez les chevaux Camargue que le taux de mort accidentelle est le plus fort : ceci peut être expliqué entre autre, par le fait que l'utilisation principale de ces chevaux est le travail du taureau. Dans cette catégorie, certains responsables envoient leurs chevaux à l'abattoir. Aucun éleveur n'a rapporté de mort au poulinage, ce qui peut sembler assez surprenant pour une catégorie d'élevage.

Aucune mort de vieillesse n'est rapportée pour les centres équestres et les causes les plus fréquemment rapportées sont pathologiques puis accidentelles.

II-2-2-2-2 Taux de vente

Tableau V : taux de vente cumulés

Catégorie	Taux de vente cumulés (%)	(min à max ; MED) (%)
Autre	18	(0 à 66 ; 13)
Centres équestres	16	(0 à 27 ; 16)
Ibérique	25	(0 à 57 ; 28)
Camargue	36	(17 à 56 ; 37)

Les élevages de chevaux Ibérique et de chevaux Camargue semblent avoir le taux de vente le plus important avec respectivement 25% et 36% de vente sur les 5 ans de l'étude (Tableau V). Ce résultat est conforme avec les objectifs attendus pour ce type de structure. La catégorie « Autre » et celle des centres équestres, sont proches, avec 18% et 16% de vente. Les différences observées sont non significatives (test de Kruskal-Wallis ; $p=0,24$).

Tableau VI : taux de vente par an et par catégorie :

Les chiffres présentés sont en pourcentage de la population à risque.

Catégories	2001	2002	2003	2004	2005	2006	MOY
Autre	0	0	1,3	7,6	49	0,7	9,7
Centres équestres	1,3	3,5	6,5	4	6	2	4
Ibérique	1	1,2	12	7	29	6	9
Camargue	0,6	3	3	37	7	70	20

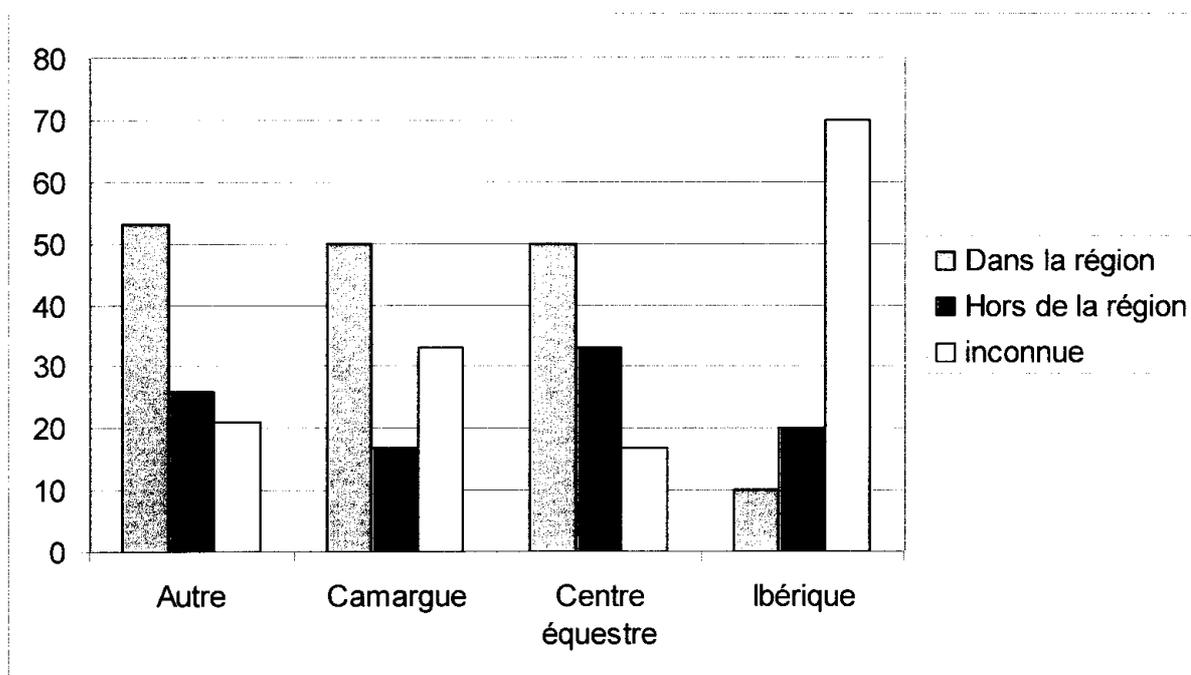
Bien que la différence soit non significative, ce sont les élevages de chevaux de race Camargue qui semblent avoir le taux le plus élevé avec en moyenne 20% de vente par an.

Tableau VII : âge moyen lors de la vente pour chaque catégorie

Catégories	Age moyen lors de la vente	(min à max ; Med)
Autre	10,9 (n=19)	(3 à 17 ; 11)
Centres équestres	8,6 (n=18)	(4 à 16 ; 8)
Ibérique	7,2 (n=20)	(0,5 à 12 ; 7)
Camargue	5,8 (n=46)	(0,5 à 19 ; 5)

L'âge moyen d'un cheval au moment de la vente est le plus faible dans les catégories des éleveurs de chevaux Camargue et de chevaux Ibérique (Tableau VII).

Figure 13 : destination des chevaux après la vente



Encore une fois, nous notons qu'un certain nombre, parfois conséquent, de responsables n'ont pas répondu sur la localisation du cheval après sa vente (Figure 13). Mis à part les éleveurs de chevaux Ibérique, les autres catégories semblent vendre la majorité de leurs chevaux au sein même de la Camargue.

II-2-2-3 Taux de « départ autre ».

Rappelons que nous considérons ici, toutes causes de départ pour des raisons autres que la vente : retraite, don ou encore cheval reparti avec son propriétaire.

Nous constatons que ce sont les centres équestres qui semblent avoir le taux de « départ autre » cumulé le plus élevé (16%) et les élevages de chevaux Ibérique qui semblent avoir le taux annuel le plus important avec 3,5% (Tableau VIII et IX).

Ces différences sont non significatives (test de Kruskal-Wallis ; $p= 0,22$).

Tableau VIII : taux de « départ autre » cumulé :

Catégories	Taux de « départ autre » cumulé (%)	(min à max ; med) (%)
Autre	7,5	(0 à 17 ; 3)
Centres équestres	16	(4 à 29 ; 14)
Ibérique	13	(0 à 50 ; 7)
Camargue	6	(0 à 22 ; 2)

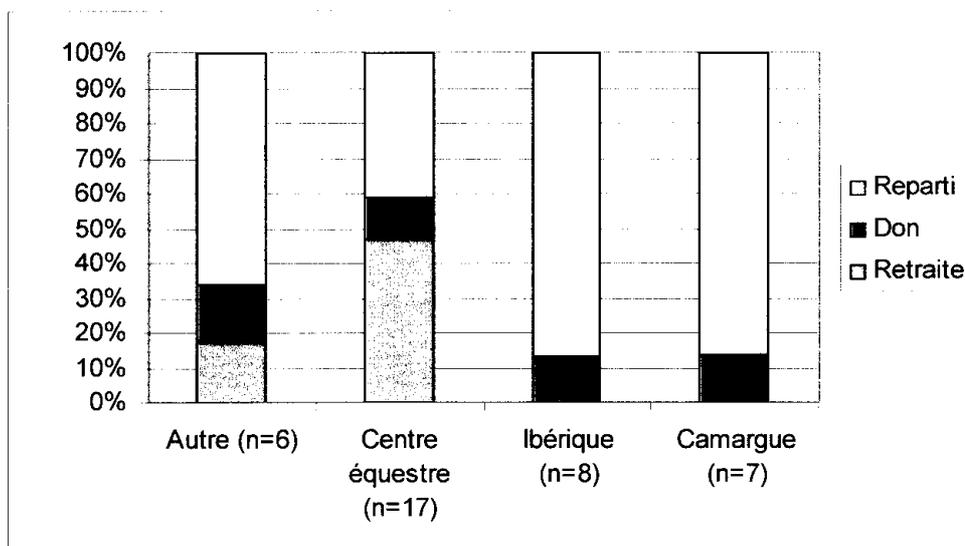
Tableau IX : taux de « départ autre » par an et par catégorie :

Les chiffres présentés sont en pourcentage de la population à risque.

Catégories	2001	2002	2003	2004	2005	2006	MOY
Autre	0	0	0,8	0,8	7	2,5	1,9
Centres équestres	0	0	2,5	3	3	7	2,5
Ibérique	0	1,8	5	3	12	0	3,5
Camargue	0	0	5	0	3	0	1,4

Figure 14 : Cause de départ autre que la vente d'un cheval dans les différentes catégories.

Avec n représentant le nombre de cas étudiés.



On constate que la cause de départ d'un cheval pour des raisons autres que la vente est généralement un cheval qui repart avec son propriétaire (Figure 14).

Nous allons maintenant aborder le taux de renouvellement de la population équine de nos différentes catégories.

II-2-2-3 Taux de persistance.

Pour déterminer le taux de renouvellement des chevaux, nous avons tout d'abord calculé le taux de persistance d'un cheval au sein d'une exploitation. Pour cela, nous nous sommes basés sur la méthode utilisée pour le calcul des taux de survie.

En effet, l'établissement de courbes de survie est généralement réalisé pour analyser l'évolution de groupes de sujets malades. Elles sont la représentation graphique des taux de survie observés qui estiment, à partir d'une date choisie comme origine, la probabilité pour les sujets d'être encore vivants à des délais successifs (Laplanche, 1994).

Le champ d'application de ce mode d'expression est très large et peut être utilisé dans tous les domaines de la médecine. Son intérêt est multiple : il est descriptif pour le groupe de sujets étudiés, prédictif pour la population de sujets dont le groupe étudié est représentatif et enfin comparatif, puisque c'est un critère objectif et précis se prêtant bien aux comparaisons, notamment dans le domaine de la recherche thérapeutique et épidémiologique (Laplanche, 1994).

Nous avons décidé d'utiliser cette méthode et de l'adapter à notre étude car elle nous semblait judicieuse pour évaluer le temps de persistance d'un cheval au sein d'une exploitation. Nous n'allons donc pas utiliser les termes de malades/pas malades ou vivants/morts comme cela se fait généralement, nous utiliserons les termes de présents/absents de l'exploitation. Nous ne déterminerons donc pas réellement un taux de survie mais plutôt un taux de persistance dans l'exploitation.

Les données que nous avons utilisées pour effectuer les différents calculs sont les suivantes :

- La Date d'Origine (DO), qui est le point de départ de la surveillance, choisie dans l'histoire du sujet. Nous avons pris, pour cette étude, comme date d'origine, la date d'acquisition du cheval par l'exploitation.

- La Date de Point (DP), qui correspond à la date de fin de l'étude, moment choisi pour faire le bilan : ici nous avons choisi comme date de point, octobre 2006.

- La Date des Dernières Nouvelles (DDN), qui est la date à laquelle des nouvelles du sujet ont été obtenues pour la dernière fois. Cette date peut correspondre à la dernière prise de nouvelles d'un cheval qui est encore présent dans l'exploitation ou encore à la date de départ de l'exploitation (mort, vente ou autre) pour les absents. Nous verrons que pour beaucoup de chevaux « Présents », cette date correspond également à la date de point. A cette date est donc attaché un état indiquant si le sujet est Présent (P) ou Absent (A) de l'exploitation.

A partir de ces dates nous pouvons calculer :

- Le recul, qui est le délai écoulé entre la date d'origine et la date de point. Ce délai situe le sujet dans le temps par rapport à la date de l'analyse. Ainsi, dire que des sujets ont un recul identique, revient à dire qu'ils ont la même date d'origine.

- Le temps de participation, qui correspond à la durée de la surveillance du sujet dans l'estimation de la courbe de survie. Dans notre étude, il correspond, en fait, au temps de présence d'un cheval dans une exploitation.

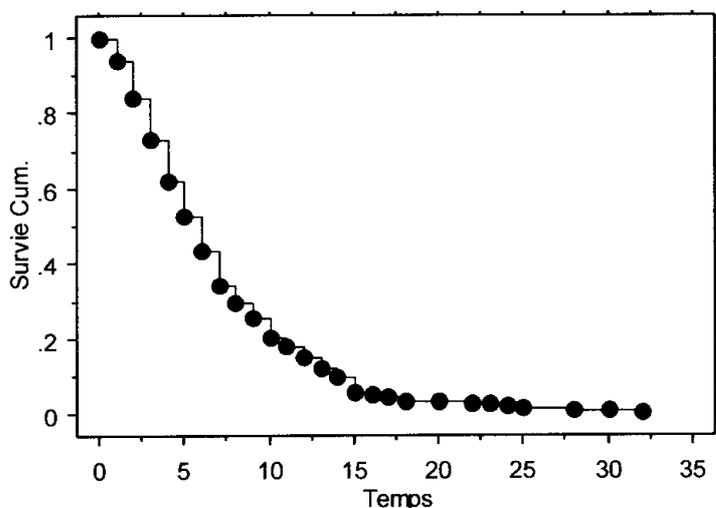
Les taux de persistance ont été calculés grâce à la méthode de Kaplan-Meier. Pour estimer les intervalles de confiance, nous avons utilisé la méthode de Rothman.

Nous allons présenter dans un premier temps, les courbes de « survie » pour les différentes catégories, pour chacune d'elles déterminer la moyenne du taux de persistance et en déduire ainsi le taux de renouvellement. Puis nous comparerons les courbes de survie entre elles grâce au test du Log Rank.

A- Courbes de Survie des différentes catégories.

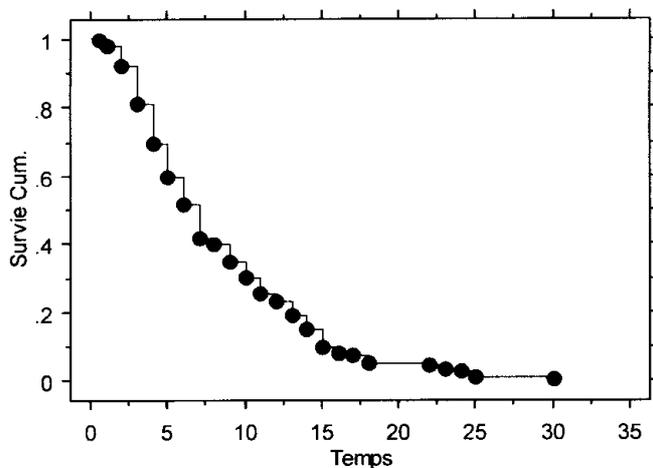
Toutes catégories confondues, nous obtenons que la moitié (50%) de la population équine est partie au bout de 6 ans $\pm 0,3$ (Figure 15). Le taux moyen de persistance est de 7 ans $\pm 0,3$.

Figure 15 : Graphe des taux de persistance cumulés toutes catégories confondues.



Intéressons nous maintenant au détail de chaque catégorie.

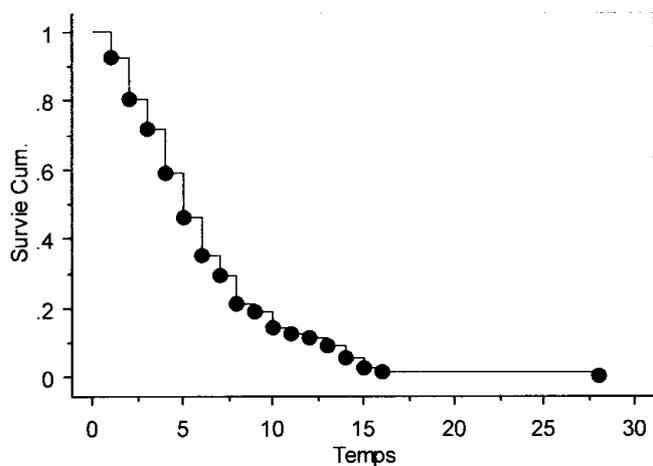
Figure 16 : Graphe des taux de persistance cumulés pour la catégorie Camargue



L'observation de la courbe de survie nous indique qu'au bout de 7 ans ($\pm 0,8$), la moitié (50%) de la population équine des élevages de chevaux de race Camargue est partie (Figure 16).

Le taux moyen de persistance est de 8,3 ans ($\pm 0,5$) pour les chevaux Camargue.

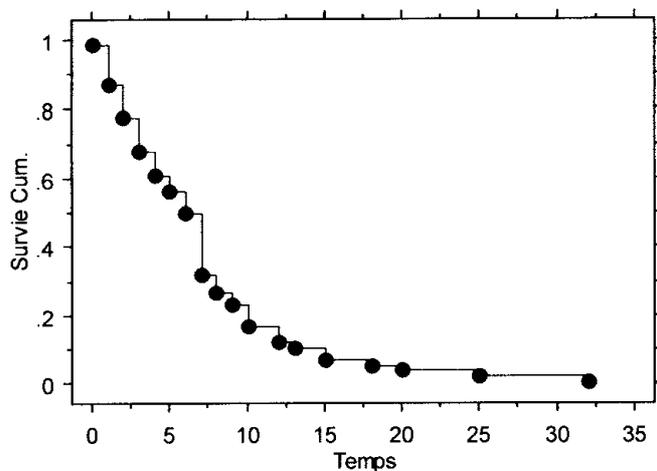
Figure 17 : Graphe des taux de persistance cumulés pour les centres équestres



La moitié (50%) des chevaux de la catégorie des centres équestres est partie au bout de 5 ans ($\pm 0,4$).

Le taux de persistance moyen est de 6,2 ans ($\pm 0,5$) pour les chevaux des centres équestres.

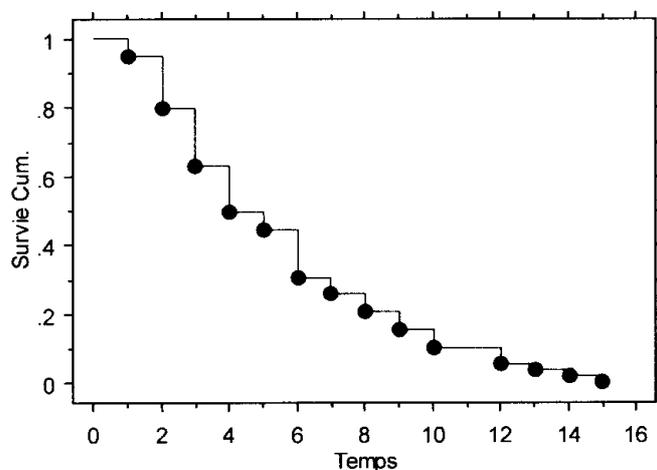
Figure 18 : Graphe des taux de persistance cumulés pour la catégorie Ibérique



En ce qui concerne les chevaux des élevages ibériques 50% ne sont plus dans l'exploitation au bout de 6 ans ($\pm 0,5$).

Le taux moyen de persistance est de 6,9 ans ($\pm 0,8$).

Figure 19 : Graphe des taux de persistance cumulés pour la catégorie « Autre »



50% des chevaux de la catégorie « Autre » ne sont plus présents au sein de l'exploitation au bout de 4 ans ($\pm 0,7$).

Le taux moyen de persistance est de 5,5 ans ($\pm 0,5$).

A partir des taux moyen de persistance, nous avons calculé les taux de renouvellement de chaque catégorie. Les résultats sont présentés dans le tableau X.

Tableau X : taux de renouvellement par catégorie de structure équestre.

Catégories	Taux de renouvellement / an (%)
Toutes catégories confondues	14
Camargue	12
Centres équestres	16
Ibérique	14
Autre	18

Nous constatons que les catégories des centres équestres et « Autre » ont des taux de renouvellement supérieurs aux deux catégories dites « d'élevage ».

B- Comparaison des courbes de « survie »

Nous avons comparé les courbes de « survie » grâce à un test du Log Rank. Les courbes sont globalement significativement différentes entre elles $p=0,0011$.

Figure 20 : Graphe : Comparaison des taux de persistance de la catégorie « Autre » et de la catégorie des éleveurs de chevaux Camargue.

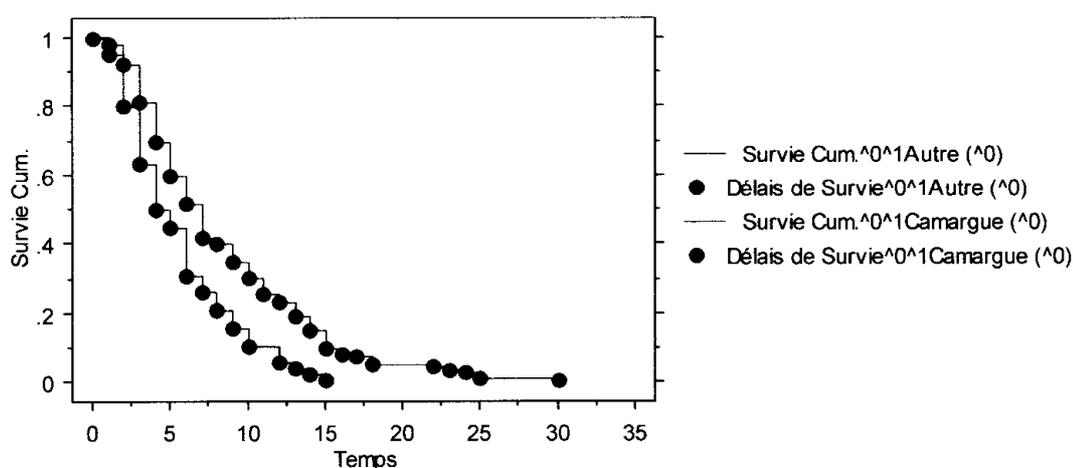
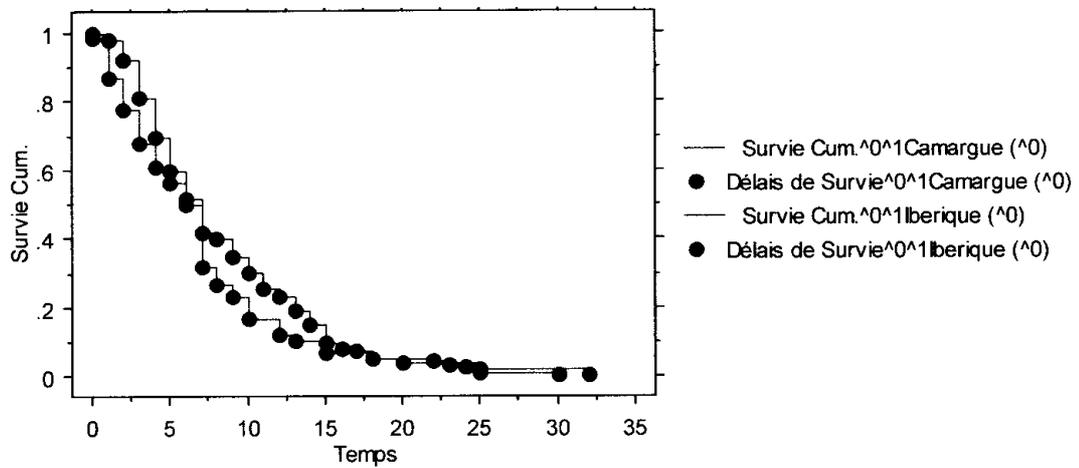


Figure 21 : Graphe : Comparaison des taux de persistance de la catégorie des éleveurs Ibériques et de la catégorie des éleveurs de chevaux Camargue.



En comparant les courbes de « survie » et en analysant le taux moyen de persistance, nous observons deux grandes tendances : celle des catégories dites « d'élevages » et celle des catégories « Autre et Centres équestres ». Les élevages gardent plus longtemps leurs chevaux que les autres structures équestres.

II-2-3 Discussion

II-2-3-1 Critique des données

La validité de notre étude est conditionnée par l'existence de biais internes ou externes à l'étude. Un biais est une erreur systématique pouvant se produire à tout niveau de l'étude et dont la présence peut donner une fausse idée de la réalité (une erreur est aléatoire alors qu'un biais est systématique).

Tout d'abord, nous avons rencontré des difficultés dans la définition des différentes catégories et la classification des structures. En effet beaucoup d'exploitations ne font pas une seule et même activité, ainsi beaucoup d'éleveurs proposent de la promenade ou de la pension, certains centres équestres font de l'élevage, quelques particuliers ont un jument qu'ils mettent à la reproduction de temps en temps... Nous avons dû faire des choix. Ceux-ci ont été basés sur l'activité principale de chaque structure et ont pu entraîner un biais de classement.

Ensuite, dans le choix des écuries enquêtées, nous avons remarqué par exemple que les élevages de Pur Sang Arabe (PSA), bien que très représentés dans le sud de la France, sont peu répertoriés dans la base de données initiales. On peut se demander si c'est le fait d'un biais de sélection ou si ces élevages ne sont réellement que peu représentés dans notre zone d'étude. La base de données de l'ENVL a été initiée par les vétérinaires équins volontaires et la sélection des écuries enquêtées a peut-être été biaisée. De même, l'échantillon sur lequel nous avons travaillé a été choisi, d'abord au hasard parmi la base de données des catégories, mais aussi en fonction de la motivation des personnes enquêtées et leur bonne volonté à répondre à nos questions. Ainsi, il est possible qu'un biais de sélection ait été introduit dans notre étude.

Nous pouvons citer un autre biais interne à l'étude, le biais de mémoire, dû au temps nécessaire et à la méthodologie pour réaliser une telle enquête. En effet, la prise de contact s'est effectuée par téléphone et les données concernant les chevaux pouvaient être anciennes de 5 ans. Les personnes enquêtées ont eu du mal et peu de temps pour se souvenir de détails précis comme la date de départ d'un cheval par exemple. De ce fait, pour quelques données, nous avons parfois seulement une réponse approximative et malheureusement pour quelques chevaux, nous n'avons pu avoir l'information désirée. Nous avons aussi été confrontés à des structures équestres qui avaient changé de propriétaire pendant la durée de l'étude, augmentant alors la difficulté à obtenir des informations précises sur certains chevaux.

Le biais de mémoire est probablement important dans cette étude. Il est à priori identique pour tous les responsables, mais certainement plus grand pour la catégorie des centres équestres, qui sont plus facilement susceptibles d'avoir changé de propriétaire en cours d'étude.

La précision des résultats est basée sur la taille de l'échantillon étudié, dans notre cas, nous avons recueilli des données concernant 55 structures équestres et 992 chevaux pour les caractéristiques générales et sur 28 structures et 393 chevaux pour l'étude du taux de renouvellement. La taille de l'échantillon a été essentiellement conditionnée par le temps et les moyens dont nous disposions. Par ailleurs, aucune donnée publiée ne nous permet d'évaluer la représentativité de notre population d'étude.

Malgré l'existence de ces biais, notre enquête a permis en peu de temps, de recueillir des informations qui nous ont permis de caractériser les diverses structures équestres et d'obtenir des résultats intéressants et originaux sur le taux de renouvellement de la population équine de notre zone d'étude. Peu d'études sont réalisées sur la démographie équine et ce travail nous a permis de voir, d'une part la difficulté de réaliser une telle enquête et d'autre part de faire une première estimation des paramètres qui caractérisent la démographie dans cette région.

II-2-3-2 Description des caractéristiques générales des structures équestres.

*** Effectif moyen des structures étudiées.**

Compte tenu des informations dont nous disposons (Filière cheval PACA, 2005) (CELR, 2003), nous avons obtenu des résultats conformes à ceux auxquels nous pouvions nous attendre pour les élevages de chevaux de race Camargue et de race Ibérique. Ainsi, dans notre base de données des catégories, les élevages de chevaux Camargue sont bien les structures qui ont la taille la plus importante, avec en moyenne, 26 chevaux par élevage et les élevages Ibérique ont plutôt une taille moyenne avec 13 chevaux.

Nous avons également déterminé que les centres équestres de notre étude possédaient une cavalerie composée en moyenne de 18 chevaux Or, l'étude réalisée sur la filière équine en Languedoc Roussillon (CELR, 2003) a évalué le cheptel moyen dans les centres équestres à 38 chevaux. Notre résultat est très inférieur à ce chiffre. Plusieurs hypothèses peuvent être émises pour expliquer cela :

* Dans notre base de données, les centres équestres répertoriés sont de taille plus petite que la moyenne générale et donc ne sont pas représentatifs de ces structures équestres. Existe-t-il un biais de notre part dans le choix des structures ? Les chevaux ont-ils été bien tous répertoriés et de manière exhaustive par les enquêteurs ?

* Dans notre zone d'étude, les centres équestres sont peut être de taille inférieure à ceux de la région Languedoc Roussillon.

* Sans remettre en cause les résultats de l'étude du cheptel moyen dans les centres équestres en Languedoc Roussillon, on peut se demander s'il n'y a pas eu également un biais dans le choix des structures enquêtées. De plus, il s'agit de données purement déclaratives, autrement dit, sans aucune vérification sur le terrain. Dès lors on peut se demander si il n'est pas possible que cette étude ait légèrement surévalué le nombre moyen de chevaux dans les centres équestres.

*** Age des chevaux et âge moyen au moment de l'acquisition.**

Nous avons constaté que les centres équestres possédaient les chevaux avec la moyenne d'âge la plus élevée (14,5 ans) et l'âge moyen au moment de l'acquisition le plus important. Ceci va dans la logique de la conduite d'une structure dite « d'apprentissage » : « A jeune cavalier, vieux cheval ».

En ce qui concerne les structures dites « d'élevage », la moyenne d'âge est sensiblement la même pour les chevaux Ibérique (11,5 ans) et pour les chevaux Camargue (11,7 ans). Globalement ces structures ont une moyenne d'âge d'acquisition qui est plus faible que celle des autres catégories. Ce résultat était attendu car la plupart des individus naissent dans l'exploitation. L'âge moyen d'acquisition des chevaux Camargue (2,1 ans) est cependant inférieur à celui des chevaux Ibérique (4,1 ans). Plusieurs hypothèses peuvent être émises pour expliquer cette constatation.

Premièrement, il est possible que les éleveurs de race Camargue renouvellent leur troupeau uniquement avec les produits issus de leur propre élevage (nés dans l'élevage) et donc achètent peu. Alors que les éleveurs de chevaux Ibérique ne font pas naître tous leurs chevaux et donc achètent plus.

Deuxièmement, certains élevages de chevaux Ibérique dont nous disposons ont également une activité de pension non négligeable. Nous avons donc certainement répertorié des chevaux qui ne faisaient pas partie de l'élevage et ne sont donc pas nés dans l'exploitation. Ils font remonter l'âge moyen au moment de l'acquisition.

*** Taux de mortalité, de vente et de « départ autre ».**

Bien que nos résultats ne soient pas significativement différents entre les catégories, nous obtenons des chiffres qui nous semblent en accord avec ceux auxquels nous pouvions nous attendre.

En effet, le taux de mortalité est de 2% par an pour toutes les catégories, mis à part pour la catégorie des centres équestres (0,8%). Une étude réalisée en 1996, en Belgique, France, Québec et Suisse Romande, révèle un taux de mortalité global de 20,4 morts pour 1000 chevaux par an (Leblond, 2001). Malgré la petite taille de notre échantillon, nous obtenons des conclusions en accord avec les résultats de cette étude.

De même, pour les taux de vente, nous constatons que ce sont bien les élevages qui vendent le plus de chevaux avec 36% de ventes cumulées pour les élevages Camargue et 25% pour les élevages Ibérique.

Le résultat un peu plus surprenant que nous obtenons pour les taux de vente par an pour la catégorie « Autre » (9,7% par an) peut être expliqué par le fait que dans cette catégorie, deux structures font de l'élevage. Celles-ci ont donc certainement fait remonter le taux de vente par an de la catégorie.

Ainsi cette catégorie « Autre » est difficile à caractériser, les structures qui la composent sont très diverses et ont des buts très différents (élevage, particuliers, promenade). Il était tout de même important de l'étudier car elle révèle la diversité des structures équestres de notre zone d'étude.

II-2-3-3 Taux de renouvellement de la population équine.

Nous avons déterminé que toutes catégories confondues, la population équine a un taux de renouvellement de 14% par an.

Au sein des différentes structures équestres que nous avons étudiées, il ressort deux grandes tendances, celle des catégories d'élevage et celle des autres types de structures.

Ainsi, nous avons déterminé que les catégories « Autre » et les centres équestres avaient le taux de renouvellement le plus important avec respectivement 18% et 16% de renouvellement par an. Nous pouvions nous attendre à ce type de résultat notamment pour les centres équestres. En effet, ce sont des structures où les chevaux servent à l'apprentissage des cavaliers. Les chevaux doivent toujours être « opérationnels », les responsables n'hésitent pas à renouveler régulièrement leur cavalerie pour offrir à leurs clients des montures adéquates et saines. Nous pouvons d'ailleurs remarquer que dans les causes de mort principales des chevaux de centres équestres, aucune mort de vieillesse n'est rapportée.

En ce qui concerne les structures d'élevage, leur taux de renouvellement est plus faible. Cette information est également logique puisque même si ces structures vendent leurs produits, les éleveurs gardent longtemps leurs reproducteurs ainsi que leurs chevaux de travail. Dans cette catégorie, une population se renouvelle donc beaucoup : celle des jeunes ; alors que la population des reproducteurs se renouvelle très peu. Au bilan, le taux de renouvellement est peu important.

Après avoir caractérisé les structures équestres de la zone d'étude et fait une approche du « taux de renouvellement », nous allons maintenant essayer d'estimer le « dénominateur », c'est-à-dire quantifier la population équine présente dans notre zone d'étude.

II-3 Estimation du paramètre « dénominateur »

Aucune publication ne permet de connaître le nombre total de chevaux résidant en Camargue, et il est très difficile de connaître le nombre total de chevaux en France. On peut se demander pourquoi ? En effet le cheval, comme le bovin, est au départ un animal de rente et le cheptel bovin est très bien répertorié. Nous avons donc fait un parallèle entre ces deux populations pour mieux cerner les chemins réglementaires que chacune a suivis.

II-3-1 Bases réglementaires de l'identification et dénombrement des cheptels bovins et équins

Pour les bovins, la France a mis en place depuis plus de 20 ans un système national d'identification. Depuis 1978, les modalités d'identification ont régulièrement évolué pour répondre à de nouveaux besoins : suivi de la production, gestion de la santé des troupeaux, connaissance de l'origine, sécurité alimentaire. Dès leur plus jeune âge et jusqu'à leur mort, tous les bovins sont identifiés, suivis dans chacun de leur déplacement et donc répertoriés de manière très précise. Le nombre exact et la distribution des bovins sur le territoire français sont donc connus.

L'évolution différente dans l'utilisation de ces deux espèces a entraîné des divergences dans l'évolution de la réglementation. L'espèce bovine est destinée uniquement à la production, bouchère ou laitière. La nécessité de garantir aux consommateurs une sécurité et une qualité alimentaires a permis d'imposer une réglementation rigoureuse dans les élevages. Par contre, l'utilisation des chevaux a évolué vers le sport et le loisir, avec pour conséquence un important retard dans l'organisation de la filière, (identification obligatoire seulement depuis 2002, cheptel non complètement identifié, absence de traçabilité, cloisonnement des acteurs...). Depuis 1990, la prise de conscience de ce retard a entraîné la mobilisation de la filière et un important effort de modernisation. Elle est aujourd'hui en pleine mutation sur le plan institutionnel, légal et économique (OESC, 2003).

Dès lors, nous comprenons pourquoi il est si difficile de connaître précisément le nombre total de chevaux aussi bien sur le territoire français que dans notre zone d'étude.

II-3-2 Estimation du nombre d'équidés.

II-3-2-1 Sources de données.

Le dénombrement des équidés dans une zone géographique est complexe : aucune statistique ne permet à elle seule de déterminer précisément le nombre d'équidés. Il faut donc travailler par recoupement et comparaison des différentes sources statistiques, ou réaliser une enquête de terrain.

En France, deux organismes donnent le nombre et la répartition des populations de chevaux sur le territoire français :

- Le SIRE (Système d'Identification Répertoire des Equidés)
- Le SCEES (Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques du ministère chargé de l'agriculture)

Nous allons voir quels types de données sont recueillis par les deux organismes.

II-3-2-1-1 Le SIRE (Système d'Identification Répertoire des Equidés)

Le SIRE est une base de données créée par les Haras nationaux en 1976 et dont l'objectif était de répertorier les équidés identifiés présents sur le territoire français et de centraliser les informations les concernant. Une nouvelle base de données, SIRE2, a été créée en 1995. Elle a permis la mise en relation du fichier central avec d'autres bases de données telles que France GALOP, la SECF (Société d'Encouragement à l'Élevage du Cheval Français), la FFE (Fédération Française d'Équitation), l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique).

A- Présentation de la base SIRE :

Les données recueillies par les Haras Nationaux sur la base du SIRE visent à connaître :

- **Le déroulement de la saison de monte** : ces données permettent une analyse des saillies réalisées dans l'année. Pour la saison de monte 2004, les informations concernent :
 - Le nombre d'étalons agréés pour la monte publique,
 - Le nombre de premiers sauts : déclaration effectuée par l'éta lonnier lorsqu'une jument est présentée pour la première fois de la saison à la saillie, quel que soit l'étalon, « national » ou « privé ». Les saillies non déclarées et produisant des équidés « d'origines non constatées » ne sont pas comptabilisées.
- **Les résultats de la saison de monte** : ces données permettent, l'année suivant la monte, de connaître les produits qui ont été déclarés au SIRE, et donc une analyse rétrospective de la fertilité des étalons. Les informations concernent :
 - Les déclarations de naissance, réalisées par l'éleveur lui-même (chevaux de sang ou poneys) ou par l'éta lonnier (chevaux de trait ou ânes), lorsqu'un produit est né.
 - L'attestation de saillie, les déclarations d'avortement ou de non gestation effectuées par l'éleveur lui-même.
 - Les renseignements fournis par l'éta lonnier lorsque la jument retourne à la saillie l'année suivante.
- **Les chevaux nés et immatriculés en 2005** : ces données permettent le dénombrement des chevaux nés une année donnée et disposant d'un document d'identification ainsi que les chevaux nouvellement identifiés dans l'année, à savoir les chevaux d'origine non constatée (ONC). Les informations concernent :

- Les documents d'accompagnement édités, c'est-à-dire les documents d'identification (livrets ou certificats d'origine).

B- Localisation géographique.

- La localisation des étalons et des poulinières, est déterminée en fonction de l'endroit physique où ils sont stationnés habituellement. Pour les poulinières, si le lieu de stationnement n'est pas connu, il s'agit de l'adresse du propriétaire.

- La localisation géographique des saillies est déterminée en tenant compte du lieu de l'accouplement ou de mise en place de la semence.

- La localisation géographique des produits est déterminée selon le lieu de stationnement de la jument, appelé « lieu d'élevage », durant l'été qui précède le sevrage.

Remarque : les produits ne naissent pas forcément dans la région ou la circonscription où a eu lieu l'accouplement, on ne peut donc pas rapprocher ces deux types de données.

C- Equidés inclus dans les données SIRE.

- **Pur sang et Trotteur** : chevaux appartenant aux races Pur sang, Trotteur Français ou portant l'appellation trotteur étranger.

- **Race française de chevaux de selle** : Appellation correspondant aux races françaises de type selle : Arabe, Anglo-Arabe AA (y compris AA de complément ou de croisement), Selle français, Camargue, Castillon, Mérens, Cheval de selle.

- **Race étrangère de chevaux de selle** : Appellation regroupant l'ensemble des chevaux de type « sang » appartenant à une race étrangère. On distingue :

=> Les races reconnues et gérées en France : Appaloosa, Barbe, Islandais, Lusitanien, Pur Race Espagnol, Quarter Horse, Shagya, Trakehner, Akhal-téké, Frison, Henson.

=> Les races non gérées en France : Origines Etrangères et Selles Etrangers. Depuis 2002, il s'agit des chevaux importés, d'une race étrangère non reconnue et non gérée en France. Dans cette catégorie sont également pris en compte, les chevaux d'une race reconnue mais non gérée en France.

- **Les poneys** : Ceux qui appartiennent à une race Française ou étrangère reconnue en France : Connemara, Dartmoor, Poney français de selle, Haflinger, Highland, Landais, New-forest, Pottok, Shetland, Welsh, Poney (cette catégorie correspond au « registre » poney) et ceux qui appartiennent à une race étrangère non gérée en France : Poney étranger.

- **Les chevaux de traits** : Ardennais, Trait du nord, Boulonnais, Comtois, Percheron, Cob normand...

- **Les ânes** : Baudet du Poitou, ânes du Cotentin, âne grand noir du Berry, âne Normand, âne de Provence...

- **Les mulets** : correspondent aux hybrides issus du croisement d'un baudet et d'une jument.

- **Les Bardots** : correspondent aux hybrides issus d'un croisement d'un étalon et d'une ânesse.

- **Les origines inconnues (OI) ou non constatées (ONC)** : cette catégorie regroupe tous les animaux immatriculés mais dont la généalogie n'est pas enregistrée dans SIRE. Elle inclut des chevaux de tous types y compris des ânes.

- **Les origines constatées (OC)** : Cette catégorie regroupe tous les animaux immatriculés à partir de 2002 et dont la généalogie n'est pas enregistrée dans SIRE. Il existe des chevaux de tous

types y compris des ânes. Cette appellation est utilisée pour les produits issus de l'un des croisements suivants :

- * Etalon avec jument OI ou ONC,
- * Baudet avec une ânesse ONC
- * Etalon de sang avec une jument de trait ou ponette (sauf croisement avec un étalon arabe)
- * Etalon poney avec une jument de trait ou sang (sauf croisement avec une jument Arabe)
- * Etalon de trait avec une jument sang ou une ponette

D- Sélection des données de la base SIRE

L'étude des données recueillies dans cette base permet de dire que les données du SIRE ne donnent qu'une estimation du nombre total de chevaux, que ce soit en France ou dans une région particulière. En effet, ces données concernent uniquement les chevaux de l'élevage et les ONC. Les informations à notre disposition et qui vont nous servir ici sont :

- **Le nombre de poulinières** sera calculé à partir du nombre d'élevages par département et par type d'équidés. Le nombre d'élevages est issu du comptage des propriétaires, par lieu de stationnement des poulinières ou le cas échéant, si l'information n'est pas disponible, par lieu d'habitation du propriétaire. Il faut savoir qu'un propriétaire sera comptabilisé pour chaque lieu de stationnement différent de ses poulinières. Ces élevages seront présentés selon leur taille (nombre de juments poulinières) et la destination raciale des saillies des poulinières (race du produit à naître). Il est à noter que la somme des élevages répartis par race ou type d'équidés est supérieure au nombre total d'élevages en France, toutes races confondues, car un éleveur peut avoir des juments reproduisant dans plusieurs races. Ce point ne représente pas une limite pour nous car nous nous intéressons au nombre total de poulinières et non au nombre total d'élevages. La taille moyenne de l'élevage en nombre de poulinières nous permettra donc d'estimer **le nombre de poulinières**. On entend par poulinière une jument saillie une année donnée. Les juments saillies par plusieurs étalons ne sont comptées qu'une seule fois (c'est le dernier étalon qui est retenu).

- **Le nombre d'immatriculations** par département et par type d'équidés permet d'obtenir le nombre de produits nés dans l'année.

- **Le nombre d'étalons** par département et par type d'équidés. Le nombre d'étalons agréés (nationaux ou privés), par comptage des agréments enregistrés aux Haras Nationaux, et le nombre d'étalons en activité, c'est-à-dire ayant réalisé au moins une saillie l'année considérée.

- **Le nombre d'immatriculations des équidés d'Origine Non Constatée** par département, et par âge. Cette information nous permet de connaître le nombre de chevaux qui viennent d'être enregistrés dans l'année. Cependant, chaque année, de nouveaux chevaux sont identifiés. Nous utiliserons donc le nombre d'immatriculations des équidés d'Origine Non Constatée depuis 1997 dans les 3 départements.

II-3-2-1-2 Le SCEES (Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques du Ministère chargé de l'Agriculture)

Le SCEES est un organisme qui a de nombreuses missions, l'une d'elles est de réaliser des enquêtes régulières auprès des agriculteurs, industries agro-alimentaires, dans le but de mieux cerner l'évolution de ces structures. Concernant la démographie équine, deux grands types d'études sont réalisés par le SCEES : le recensement général agricole et les statistiques annuelles agricoles. Les données sont recueillies dans les exploitations agricoles uniquement.

A- Le recensement général agricole (RA)

Le RA est organisé par les services statistiques du ministère de l'Agriculture et de la Pêche, il a lieu généralement tous les 10 ans et le dernier date de 2000. Pour ce recensement, les enquêteurs dénombrent de façon exhaustive tous les chevaux présents dans les exploitations agricoles au moment de leur passage. La définition d'une exploitation agricole est la suivante :

«L'exploitation agricole est, au sens de la statistique agricole, une unité de production répondant aux conditions suivantes :

1° Elle produit des produits agricoles ;

2° Elle atteint une certaine dimension : soit un hectare ou plus de superficie agricole utilisée, soit vingt ares ou plus de cultures spécialisées, soit une activité de production agricole supérieure à un minimum (1 vache, 10 ruches, 15 ares de fraises, etc.) ;

3° Elle est soumise à une gestion courante unique. » (AGRESTE, 2006).

Les catégories de chevaux sont comptabilisées non pas selon la race mais uniquement selon deux catégories, les juments poulinières et les autres chevaux.

Une poulinière est définie comme étant une jument ou ponette apte à la reproduction, leur dernière mise bas ayant eu lieu au cours de la campagne écoulée voire de la précédente. Sont exclues les anciennes poulinières qui ne poulinent plus (AGRESTE, 2006).

B- Les statistiques agricoles annuelles (SAA) :

Les SAA sont établies par les services statistiques des Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt. Au cours du premier semestre de chaque année, ces services départementaux établissent un état statistique se rapportant à la campagne écoulée et donnant notamment :

- l'utilisation du territoire départemental,
- la répartition des terres arables,
- les superficies, rendements, productions récoltées pour la partie végétale,
- les effectifs du cheptel, de la basse cour et du clapier,
- la production laitière et la production avicole.

Elles sont réalisées, à la différence du RA, par sondage aléatoire sur un échantillon représentatif des exploitations. En revanche, tout comme le recensement agricole, la SAA ne comptabilise que les chevaux présents dans les exploitations agricoles telles que définies ci-dessus pour le RA (les données des SAA hors exploitations agricoles existent mais ne sont pas publiées et non disponibles à ce jour). Les différentes catégories d'équidés prises en compte sont les suivantes :

- **Les chevaux de selle, sport, loisir et course (y compris les poneys)** : cette catégorie regroupe tous les chevaux, inscrits à un livre généalogique ou non, propres à être utilisés comme chevaux de selle ou à le devenir. La distinction se fait entre :

* Les juments et ponettes poulinières de selle, sport, loisirs et course : cette catégorie concerne les femelles de races légères aptes à la reproduction. Leur dernière mise bas a généralement eu lieu au cours de la campagne écoulée, voire de la précédente. Sont exclues, les anciennes poulinières qui ne poulinent plus et qui sont à classer dans la catégorie « autre ».

* Les Autres chevaux de selle, sport, loisirs et course : cette catégorie concerne tous les chevaux et poneys aptes à être utilisés ou devenir des animaux de selle, sport, loisirs ou de course : étalons et juments non poulinières, les poulains et pouliches, les poneys et ponettes non poulinières, les juments et ponettes qui ne poulinent plus et les chevaux et poneys réformés.

- **Chevaux lourds** : cette catégorie comprend tous les chevaux de races lourdes. On distingue :

* Les juments et ponettes de races lourdes : femelles de races lourdes aptes à la reproduction. Leur dernière mise bas a généralement eu lieu au cours de la campagne écoulée, voire de la précédente. Sont exclues les anciennes poulinières qui ne poulinent plus et qui sont classées dans la catégorie « autre ».

* Les Autres chevaux lourds : Ce poste regroupe les étalons et juments non poulinières, les poulains et pouliches, les poneys et ponettes non poulinières, les juments et ponettes qui ne poulinent plus, les équidés destinés à la boucherie et les chevaux et poneys réformés.

- **Anes, baudets, mules, mulets et bardots**. Tous les animaux de l'espèce asine (mâles et femelles de tous les âges) et tous les produits de croisement entre ânes et chevaux (mules et mulets, bardots) (AGRESTE, 2006).

II-3-2-1-3 Estimation du nombre de chevaux dans les centres équestres.

Nous venons de voir que les données fournies par le RA et la SAA ne prennent généralement pas en compte le nombre de chevaux stationnés dans les centres équestres. Nous avons donc tenté d'estimer cette population manquante.

Les établissements équestres ont été identifiés auprès de la FFE (Fédération Française d'Equitation) (FFE, 2006). C'est en effet la source de données qui nous semblait la plus fiable. Dans l'ensemble des trois départements des Bouches du Rhône, du Gard et de l'Hérault, **254 centres équestres** sont répertoriés.

En ce qui concerne le nombre moyen de chevaux détenus dans les centres équestres, nous avons vu dans l'étude des caractéristiques générales des structures équestres, qu'il existait une différence importante entre le chiffre que nous avons estimé (18 chevaux) et les données de l'étude réalisée sur la filière équine en Languedoc Roussillon en 2003 (38 chevaux) (CELR, 2003). Nous devons faire un choix pour le calcul du nombre de chevaux à prendre en compte. Si nous faisons la moyenne de ces deux données, nous obtenons, 28 chevaux par centre équestre. Ce dernier résultat est très proche de celui d'une étude réalisée par la FIVAL (Fédération Interprofessionnelle du cheval de sport, de loisir et de travail) (FIVAL, 2005) qui estime le nombre moyen de chevaux par établissement équestre, au niveau national, à 29 chevaux. Le résultat de 28 chevaux par centre équestre nous paraît donc correct, nous l'utiliserons pour le calcul du nombre de chevaux détenus dans les centres équestres de la zone d'étude.

II-3-2-2 Résultats.

II-3-2-2-1 Estimation du nombre de chevaux dans les trois départements

Les données recueillies auprès du SIRE, de la SAA et du RA sont présentées pour chaque département dans les tableaux XI, XII et XIII. Nous n'avons pas pris en compte les ânes, mulets et bardots. Ainsi, nous n'avons donc pas le nombre total d'équidés mais bien le nombre total d'individus de l'espèce chevaline. Pour le RA et les SAA, nous avons utilisé les données disponibles les plus récentes, c'est-à-dire respectivement celles de 2000 et 2004.

Tableau XI : données du SIRE pour les départements des Bouches du Rhône, du Gard et de l'Hérault

SIRE	Nombre de poulinières	Nombre d'étalons	Nombre d'immatriculations	Nombre d'immatriculations ONC depuis 1997	Total
Bouches du R.	840	110	385	5 126	6 461
Gard	568	80	282	5 565	6 495
Hérault	478	88	266	7 582	8 414
TOTAL	1 886	278	933	18 273	21 370

Tableau XII : données du RA pour les départements des Bouches du Rhône, du Gard et de l'Hérault

Catégories répertoriées	Bouches du Rhône	Gard	Hérault	TOTAL
Juments poulinières	1 225	1 196	1 648	4 069
Autres chevaux	2 749	2 393	2 852	7 994
Total	3 974	3 589	4 500	12 063

Tableau XIII : données 2004 des SAA pour les départements des Bouches du Rhône, du Gard et de l'Hérault.

Catégories répertoriées	Bouches du Rhône	Gard	Hérault	Total
Chevaux de selle, sport, loisir et course.	3 580	3 000	4 055	10 635
Dont juments (et ponettes), poulinières (chevaux de selle, sport, loisirs et course)	1 850	750	1 600	4 200
Dont autres chevaux de selle, sport, loisirs et course	1 730	2 250	2 455	6 435
Chevaux lourds	110	630	225	965
Dont juments (et ponettes), poulinières (chevaux lourds)	70	40	115	225
Dont autres chevaux lourds	40	590	110	740
Ensemble espèce chevaline	3 690	3 630	4 280	11 600

Finalement, le SIRE comptabilise 21 370 chevaux dans les trois départements, le RA en recense 12 063 et les SAA 11 600 (Tableau XIV).

Tableau XIV : résultats du SIRE, du RA et des SAA pour les trois départements.

	SIRE (2005)	RA (2000)	SAA (2004)
Bouches du Rhône	6 461	3 974	3 690
Gard	6 495	3 589	3 630
Hérault	8 414	4 500	4 280
TOTAL	21 370	12 063	11 600

Le RA et les SAA ne prennent en compte que les chevaux des exploitations agricoles. De ce fait, ne sont pas comptabilisés notamment, les particuliers et les centres équestres, qui généralement ne sont pas considérés comme des exploitations agricoles. Les données du SIRE, concernent les chevaux d'élevages et les chevaux ONC identifiés depuis 1997 dont ceux stationnés dans les centres équestres.

La FFE répertorie **254 centres équestres** dans les trois départements dont 114 dans les Bouches du Rhône, 74 dans le Gard et 66 dans l'Hérault. En estimant le cheptel moyen à **28 chevaux par structure**, et en ajoutant les chiffres obtenus aux données du RA et des SAA, nous obtenons les résultats présentés dans le tableau XV.

Tableau XV : Estimation par le RA et les SAA du nombre total de chevaux pour les trois départements avec prise en compte des centres équestres

	Nombre de chevaux dans les centres équestres	RA + Centres équestres	SAA + Centres équestres
Bouches du Rhône	3 192	7 166	6 882
Gard	2 072	5 661	5 702
Hérault	1 848	6 348	6 128
TOTAL	7 112	19 175	18 712

Au bilan, en tenant compte des chevaux présents dans les centres équestres, le RA comptabilise 19 175 chevaux, les SAA 18 712, rappelons que le SIRE en recense 21 370 (Tableau XVI).

Tableau XVI : résultats du SIRE, de la SAA et du RA pour les trois départements, en tenant compte des centres équestres.

	SIRE (2005)	RA + centres équestres (2000)	SAA + Centres équestres (2004)
TOTAL	21 370	19 175	18 712

II-3-2-2-2 Estimation du nombre de chevaux dans la zone d'étude

Comme nous l'avons dit précédemment, les chiffres de la base SIRE et les données des SAA, ne peuvent pas être connus pour chaque commune de notre zone d'étude. Nous avons donc émis l'hypothèse selon laquelle les chevaux seraient répartis de manière homogène. Nous avons calculé les effectifs de chevaux par commune en fonction de la superficie de la commune. Nous obtenons ainsi le nombre de chevaux présents dans la zone d'étude à partir des données du SIRE et des SAA.

Au sein des communes de la zone d'étude, **50 centres équestres** sont répertoriés dont 15 dans les Bouches du Rhône, 24 dans le Gard et 11 dans l'Hérault (FFE, 2006). Nous allons, comme nous l'avons fait à l'échelle des départements, ajouter le nombre de chevaux détenus dans les centres équestres aux données du RA et des SAA. Nous utiliserons également 28 comme moyenne du nombre de chevaux dans les centres équestres.

Les résultats des effectifs de chevaux par commune sont présentés dans les tableaux XVII et XVIII. Le détail des calculs est présenté dans les tableaux V, VI, VII dans l'annexe 2.

Tableau XVII : résultats du SIRE, du RA et des SAA pour les communes de la zone d'étude.

	SIRE	RA	SAA
Communes des Bouches du Rhône	2 438	2 117	1 257
Communes du Gard	1 192	983	666
Communes de l'Hérault	440	46	224
Total zone étude	4 070	3 146	2 147

Le nombre total de chevaux dans la zone d'étude est donc estimé par le SIRE à 4 070 chevaux, à 3 146 chevaux par le RA et à 2 147 chevaux par le SAA (Tableau XVII). Si, comme pour l'étude à l'échelle des départements, nous corrigeons les données du RA et des SAA en tenant compte des centres équestres, nous obtenons les résultats présentés dans le tableau XVIII.

Tableau XVIII : résultats du SIRE, du RA et des SAA pour les communes de la zone d'étude avec prise en compte des chevaux des centres équestres.

	SIRE	RA+centre équestre	SAA+centre équestre
Communes des Bouches du Rhône	2 438	2 537	1 677
Communes du Gard	1 192	1 655	1 338
Communes de l'Hérault	440	354	532
Total zone d'étude	4 070	4 546	3 547

En tenant compte des chevaux présents dans les centres équestres, le RA estime le nombre de chevaux présents dans la zone d'étude à 4 546 chevaux et les SAA à 3 547.

II-3-2-3 Discussion.

II-3-2-3-1 Qualité des données

A. Limites des données SIRE

- Nombre important de chevaux non immatriculés et de non déclaration au SIRE

L'identification n'est obligatoire pour tous les chevaux que depuis 2002 et ce n'est qu'à partir de 2008 que l'identification complémentaire par pose d'un transpondeur sera imposée. (Loi d'orientation agricole du 9 juillet 1999, Loi n°99-574, article 96 et décret du 30 avril 2002, Arrêté du 21 mai 2004). Ainsi, à l'heure actuelle, l'OESC (Observatoire Economique et Social du Cheval) estime à 70% le nombre total d'équidés identifiés en France (CELR, 2003).

Par ailleurs, il existe un nombre important de non déclarations au SIRE : mort de l'animal, changement de propriétaire ... (CELR, 2003). De même les abattoirs et équarrissages via les DDSV ne transmettent pas tous leurs informations au SIRE, bien qu'ils en aient l'obligation. Il n'est donc pas possible de savoir le nombre de chevaux qui quittent le marché chaque année (FIVAL, 2005).

Ainsi, pour les chevaux ONC, nous avons étudié le nombre cumulé de chevaux nouvellement immatriculés depuis 1997 dans les trois départements, mais nous ne pouvons pas savoir combien d'entre eux ont « disparu » à la date à laquelle nous avons fait notre étude. Nous pouvons donc penser que le nombre de chevaux ONC comptabilisés est surestimé.

- Données uniquement sur les chevaux de l'élevage et les chevaux ONC à l'échelle du département.

Le SIRE est en mesure de fournir seulement les informations concernant les chevaux d'élevage, les reproducteurs et leurs produits et les chevaux d'origine non constatée nouvellement identifiés. Il semblerait que le nombre total de chevaux immatriculés ne soit pas accessible à l'échelle du département car même si ces chevaux sont identifiés sur la base SIRE, leur localisation n'est pas forcément connue. Nous devons donc tenir compte du fait que ces données ne concernent pas tous les chevaux.

De plus, nous ne pouvons pas avoir ces chiffres par commune, mais uniquement par département. Or la zone que nous étudions comprend une partie des trois départements du Gard, des Bouches du Rhône et de l'Hérault, il ne nous est donc pas possible d'obtenir des chiffres précis sur la zone d'étude.

B- Limites des données du RA et SAA.

- Données publiées uniquement pour les effectifs dans les exploitations agricoles.

Le RA et les SAA ne comptabilisent que* les chevaux présents dans les exploitations agricoles, définies au sens du recensement agricole. De ce fait, un très grand nombre de chevaux ont nécessairement échappé au décompte : les chevaux de propriétaires particuliers souvent difficiles à repérer, les chevaux appartenant aux centres équestres, généralement considérés comme étant des structures commerciales plutôt qu'agricoles (CELR, 2003). Dès lors, nous pouvons penser que ces deux sources de données sous-estimeront la population équine.

* les données des SAA concernant les effectifs hors exploitations ne sont pas publiées à ce jour.

- Echelle des données.

Les données des SAA ne sont accessibles qu'à l'échelle du département. Nous rencontrons donc le même problème que pour les données du SIRE, nous ne pouvons pas savoir précisément le nombre de chevaux dans la zone d'étude à l'échelle de la commune.

En revanche, le RA publie ces chiffres par commune, mais ceux-ci sont quelquefois confidentiels. De ce fait, même si ces informations sont plus précises sur la zone d'étude, elles sont encore incomplètes et la population totale sera finalement sous-estimée.

C- Limites des données relatives aux centres équestres.

L'étude des établissements équestres est rendue complexe par leur grande diversité tant au niveau des activités que dans les statuts. L'article 38 de la loi du 23 février 2005 relatif à la qualification des centres équestres en tant qu'exploitations agricoles, va simplifier les choses, mais à l'heure actuelle il est encore difficile d'avoir une liste complète des centres équestres.

En ce qui concerne le nombre moyen de chevaux stationnés dans les centres équestres, nous avons fait nos estimations avec 28 chevaux par structure, car ce chiffre nous semblait le plus probable. Mais nous ne sommes pas certains que cette estimation soit la plus près de la réalité pour la zone d'étude.

II-3-2-3-2 Comparaison des résultats.

A- Comparaison des résultats à l'échelle des trois départements.

Le fait que les chiffres ne soient pas tous de la même année n'a que peu d'importance ici, en effet, on considère que la population varie très peu sur quelques années. Ainsi, il est possible de comparer les chiffres de 2000, 2004 et 2005.

Nous notons une différence importante entre les données du SIRE (21 270 chevaux) et celles des SAA (11 600 chevaux), ces dernières sont, en revanche plus proches des données du RA (12 063). Lorsque nous ajoutons notre estimation du nombre de chevaux dans les centres équestres, l'écart entre les données des différentes sources, est moins important. Nous obtenons 19 175 chevaux pour le RA + centres équestres et 18 712 pour les SAA + centres équestres.

Les données du SIRE ne prennent pas en compte les chevaux hors élevage, ce qui entraîne une sous-estimation du nombre total de chevaux. Le cumul du nombre de chevaux immatriculés ONC depuis 1997 entraîne une surestimation car nous ne savons pas combien de chevaux ont « disparus » entre 1997 et 2005. Il devient alors difficile de dire ce que représentent finalement ces résultats.

Les données du RA et des SAA sous-estiment fortement la population équine. L'ajustement avec le nombre de chevaux détenus par les centres équestres rend ces résultats beaucoup plus probable. Il manque encore le nombre de chevaux détenus par les propriétaires particuliers. Il n'est pas possible de savoir à combien s'élève ce nombre. Nous pouvons donc dire que les données du RA+centres équestres et celles des SAA+centres équestres sous-estiment encore la population totale équine mais beaucoup moins que le RA et les SAA seuls.

Nous estimons donc qu'il y a environ 20 000 chevaux [18 712 – 21 370] présents dans les trois départements que nous avons étudiés.

B- Comparaison des données obtenues dans la zone d'étude.

Avec l'estimation du nombre de chevaux dans les centres équestres, c'est le RA+centres équestres qui recense le plus grand nombre de chevaux (4 546) puis le SIRE (4 070) et enfin les SAA+centres équestres (3 547).

Rappelons que les données du RA+centres équestres ont été obtenues par la somme du nombre de chevaux de chaque commune renseignée, alors que les données du SIRE et de la SAA+centres équestres ont été déterminées au prorata de la superficie de chaque commune, en supposant les chevaux répartis de manière homogène dans les départements. Le RA+centres équestres semble donner les informations les plus justes concernant notre zone d'étude, même s'il sous-estime la population équine (particuliers et un certain nombre de communes non renseignées). Notre hypothèse de départ qui consistait à dire que les chevaux sont répartis de manière homogène dans chaque département est à remettre en cause.

Finalement, nous estimons la population équine à environ 4 500 chevaux dans la zone d'étude, mais ce chiffre reste une approximation.

La distribution des chevaux n'est donc pas homogène sur le territoire. Par ailleurs, ces chevaux sont amenés à se déplacer au sein de la zone d'étude. Une étude réalisée en 2005 (Astier, 2005) caractérise les déplacements des chevaux en Camargue. Ceux-ci sont de plusieurs types : les principaux concernent les déplacements nécessaires à l'alimentation des chevaux dans les pâturages d'été et les pâturages d'hiver. Le second type de déplacement, concerne ceux pour le travail du bétail ou pour les randonnées de plusieurs jours. Enfin, certains chevaux se déplacent 1 ou 2 fois par an pour participer à des concours régionaux.

Nous allons, dans la partie qui suit, essayer d'évaluer, au sein de la zone d'étude et à un moment donné, la distribution et le nombre total de chevaux par une méthode expérimentale, le vol aérien.

II-3-3 Distribution de la population dans la zone d'étude : recensement par vol aérien.

Il existe différentes méthodes pour évaluer une population et sa distribution géographique. Les enquêtes de terrain sont longues et souvent difficiles à réaliser. Une des méthodes qui semble la plus facilement réalisable est le comptage par vol aérien. Celui-ci permet de s'affranchir des contraintes d'accès au milieu et d'explorer de très grandes surfaces en très peu de temps. La plupart des chevaux en région Camargue sont logés toute l'année dans les prés. Le comptage par vol aérien est donc la méthode la plus appropriée pour compter et évaluer la distribution des chevaux en Camargue. Nous allons donc voir dans cette partie, comment réaliser un comptage par vol aérien, sa mise en œuvre et ses résultats.

II-3-3-1 Le comptage aérien : La théorie.

Les premières enquêtes de dénombrement animal par avion à très basse altitude (15 mètres), ont été réalisées en 1920, sur la faune de l'Afrique de l'Est, par la Royal Air Force (Lourec, 2002). Ces enquêtes se sont généralisées et standardisées après guerre, d'abord pour dénombrer la faune sauvage, puis pour compter les animaux domestiques.

A- Le principe.

Les dénombrements d'animaux se font en avion léger (l'hélicoptère, très cher, est très peu utilisé) à une altitude généralement inférieure à 1000 pieds (10 pieds = 3,03 mètres). Il existe deux méthodes de comptage aérien, les comptages exhaustifs et les comptages par échantillonnage (stratifié ou systématique) (Lourec, 2002). Le principe consiste à délimiter une surface vue au sol, pour être sûr de couvrir toute la zone en cas de recensement exhaustif ou pour pouvoir mesurer la surface explorée en cas de recensement par échantillonnage. La technique consiste à placer des repères sur les haubans de l'aile (a et b sur la figure 22). L'observateur compte les objets situés dans cet intervalle (Lourec, 2002).

Œil de l'observateur

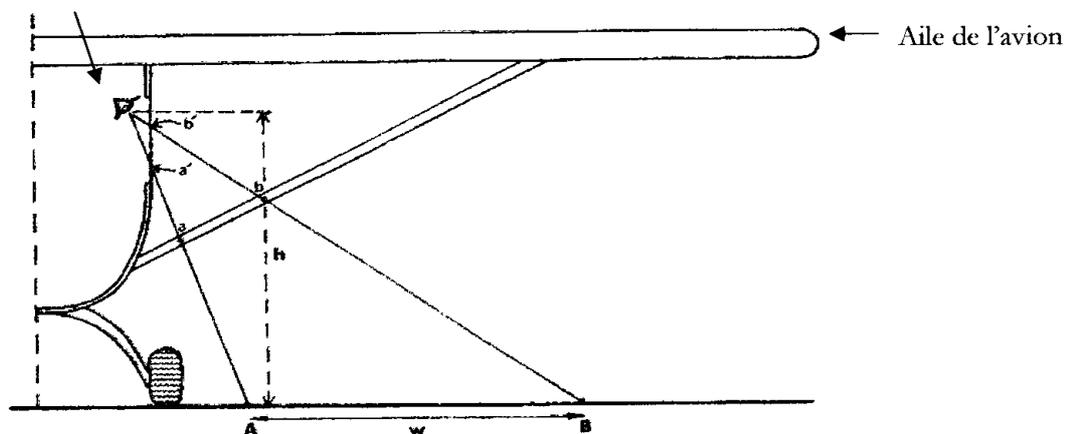


Figure 22 : Détermination de la largeur de bande de comptage (Lourec, 2002).

Il faut définir au préalable la largeur de la bande de comptage au sol (W) et l'altitude de vol (H). L'écartement des repères est déterminé au sol de la manière suivante : l'observateur est placé dans l'avion dans la position la plus confortable possible donc la plus constante, la hauteur (h) est mesurée, la largeur de bande (avion au sol) est déterminée par une règle de 3 : ($w = W \cdot h/H$) puis

les repères sont posés de manière à ce que l'œil de l'observateur et les points a, A et b, B soient alignés.

La largeur de comptage réelle, en vol, est validée en survolant et en comptant plusieurs fois des repères régulièrement espacés au sol. Selon les résultats, la distance entre les ficelles et la hauteur de vol est corrigée.

La règle de comptage consiste à ne compter que les animaux présents dans la bande de comptage. C'est la méthode la plus simple et la moins génératrice d'erreurs et de biais entre observateurs.

Les enquêtes par vol aérien sont rapides et permettent d'explorer de grandes surfaces en peu de temps. Cependant les sources d'erreurs sont nombreuses et doivent être contrôlées au mieux pour obtenir des résultats fiables.

B- Les sources d'erreurs.

Les erreurs commises pendant les enquêtes aériennes influent sur la mesure de la surface explorée et les comptages.

Ces erreurs peuvent être dues, d'une part à des facteurs directement liés au pilotage. Plusieurs solutions peuvent être proposées pour limiter et mesurer ces sources d'erreurs (Lourec, 2002). D'autre part, elles sont dues à tous les facteurs qui influent sur la visibilité des animaux : l'altitude de vol, la largeur de bande de comptage au sol, l'angle de vision, la vitesse de l'avion, la densité de milieu, la taille des groupes d'animaux, leur réaction au passage de l'avion, l'expérience des observateurs, la fatigue, l'heure de la journée et la luminosité (Graham, 1969), (Bayliss, 1989).

L'impact de ces sources d'erreurs sur l'estimation de l'effectif total peut être très important, il faut donc limiter ces sources d'erreurs, sinon les mesurer pour en tenir compte.

Malgré tout, les enquêtes aériennes favorisent la sous-estimation des animaux, sauf pour les espèces très visibles en milieu ouvert. Ainsi, par rapport à la faune sauvage, les animaux domestiques se prêtent mieux aux comptages aériens, ils sont regroupés, bien visibles et réagissent peu au passage de l'avion. Les conditions sont donc optimales.

Pour conclure sur cette partie théorique du recensement par vol aérien, on peut dire que celui-ci est très intéressant pour sa rapidité et la facilité d'accès aux zones de comptages. Il donne de bons résultats de recensement à condition de respecter des règles strictes pour éviter les erreurs ou les biais. Nous allons voir comment cette méthode a été mise en œuvre en Camargue pour le comptage des chevaux.

II-3-3-2 Méthode de comptage aérien des chevaux en Camargue.

C'est la première fois que l'Unité Environnement et Prévision de la Santé des Populations de l'École Nationale Vétérinaire de Lyon organisait un vol aérien pour le comptage de chevaux. L'élevage du cheval Camargue se fait de manière extensive et beaucoup de chevaux de cette région vivent toute l'année en pâture, ce qui justifie pleinement l'utilisation du comptage par vol aérien. Nous allons voir que ce premier essai n'a pas été réalisé de manière totalement conforme à la théorie que nous venons d'aborder. Il permet tout de même de réaliser une première approche de ce type d'étude.

A- Préparation et déroulement du vol.

***Préparation du vol**

L'avion utilisé était un petit avion à aile basse. Les opérations de comptage se font généralement à bord d'un avion à ailes hautes pour bien dégager le champ de vision mais malheureusement cet avion n'était pas disponible le jour du comptage.

Pour déterminer le plan de vol, nous avons au départ, défini deux transects, le premier de Lunel Viel jusqu'à la Tour du Valat, l'autre de Beaucaire jusqu'aux Saintes Maries de la Mer. L'objectif étant d'effectuer le comptage des chevaux au sein d'un échantillon représentatif des différents biotopes de la zone d'étude. Des écuries déjà répertoriées dans la banque de données ont été sélectionnées le long de ces transects, leurs coordonnées GPS ont été utilisées pour finaliser le plan de vol.

Comme il est interdit de survoler les villes, les deux premiers points GPS du plan de vol ont donc été supprimés. Par ailleurs, nous disposons d'une dérogation pour le survol de la réserve naturelle de l'étang de Mauguio.

Trois personnes en plus du pilote ont été prévues pour le comptage, nous détaillerons leur rôle respectif par la suite.

En ce qui concerne le matériel utilisé, nous disposons de 2 caméras pour filmer à droite et à gauche de l'avion, d'un appareil photo numérique pour photographier les écuries du plan de vol et d'un GPS embarqué à bord avec le plan de vol enregistré.

***Déroulement du vol :**

Le vol s'est déroulé à une altitude de 700 pieds et une vitesse de 200 Km/h.

Une première caméra a été installée à l'avant droite de l'appareil, la personne qui tenait cette caméra avait également pour rôle d'indiquer la route à suivre au pilote, grâce au GPS.

La deuxième caméra a été installée à l'arrière gauche de l'avion.

La troisième personne était chargée de photographier les écuries et de noter des points de repères pour pouvoir se repérer sur les bandes de film.

Finalement, le vol effectué n'a pas suivi complètement le tracé prévu (Figure24) Mais a permis tout de même de couvrir une bonne partie de la zone d'étude.

B- Méthode d'analyse des données du vol.

Les informations qui sont à notre disposition après le vol sont donc :

- une carte du plan de vol (Figure 23),
- la distance entre chaque point GPS,
- le nombre de chevaux qui ont été comptés à droite et à gauche de l'appareil entre chaque point GPS.

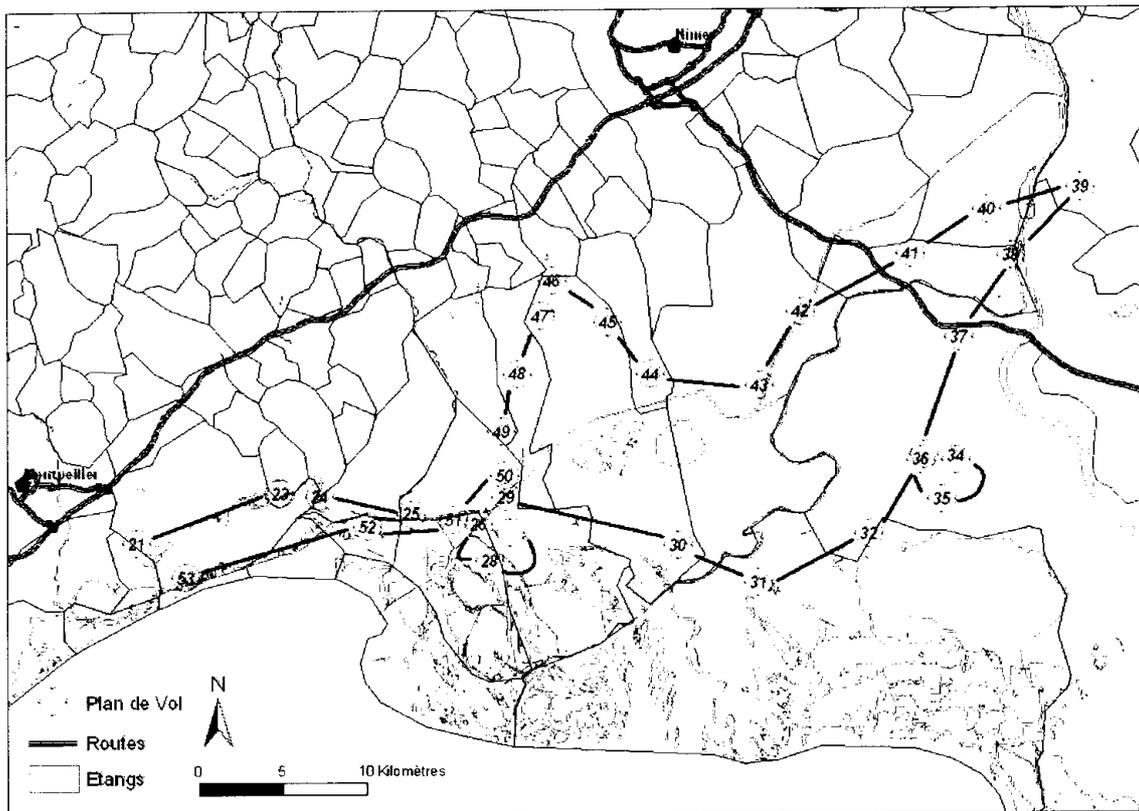


Figure 23 : Carte du plan de vol

Nous avons, tout d'abord, affecté chaque point GPS à une commune. Nous avons considéré que chacun des observateurs placés à droite et à gauche de l'avion comptait le nombre de chevaux sur une largeur de 500 m, la largeur de bande est donc de 1km. Nous avons calculé le nombre de chevaux par km² entre chaque point GPS.

Ainsi par exemple, les points 41 et 42 sont séparés d'une distance de 7,5 km, 17 chevaux à gauche, 21 chevaux à droite entre ces 2 points sont comptés, nous obtenons alors une densité de 5 chevaux par km². Puis, nous avons appliqué la densité de chevaux déterminée à la superficie de chaque commune, obtenant ainsi le nombre total de chevaux par commune survolée. Pour obtenir la surface réelle de chaque commune, nous avons retiré la superficie des surfaces en eau car nous pouvons considérer qu'il n'y a pas de chevaux dans l'eau.

Cette étape nous a permis de réaliser une carte de densité de chevaux (Figure 24).

Nous n'avons pas calculé le nombre total de chevaux présents dans la zone d'étude. En effet certaines communes sont trop éloignées du plan de vol et le risque d'erreurs sur le nombre de chevaux aurait été important. Nous avons donc calculé celui-ci uniquement sur les communes qui étaient survolées.

Pour voir si nous pouvions comparer ces données à celles obtenues par le RA+centres équestres, nous avons établi le même type de carte avec les données du RA+centres équestres de la première partie (Figure 25). Nous avons regroupé ces mêmes données dans le Tableau XIX.

II-3-3-3 Résultats.

A- Distribution des chevaux dans les communes survolées de la zone d'étude.

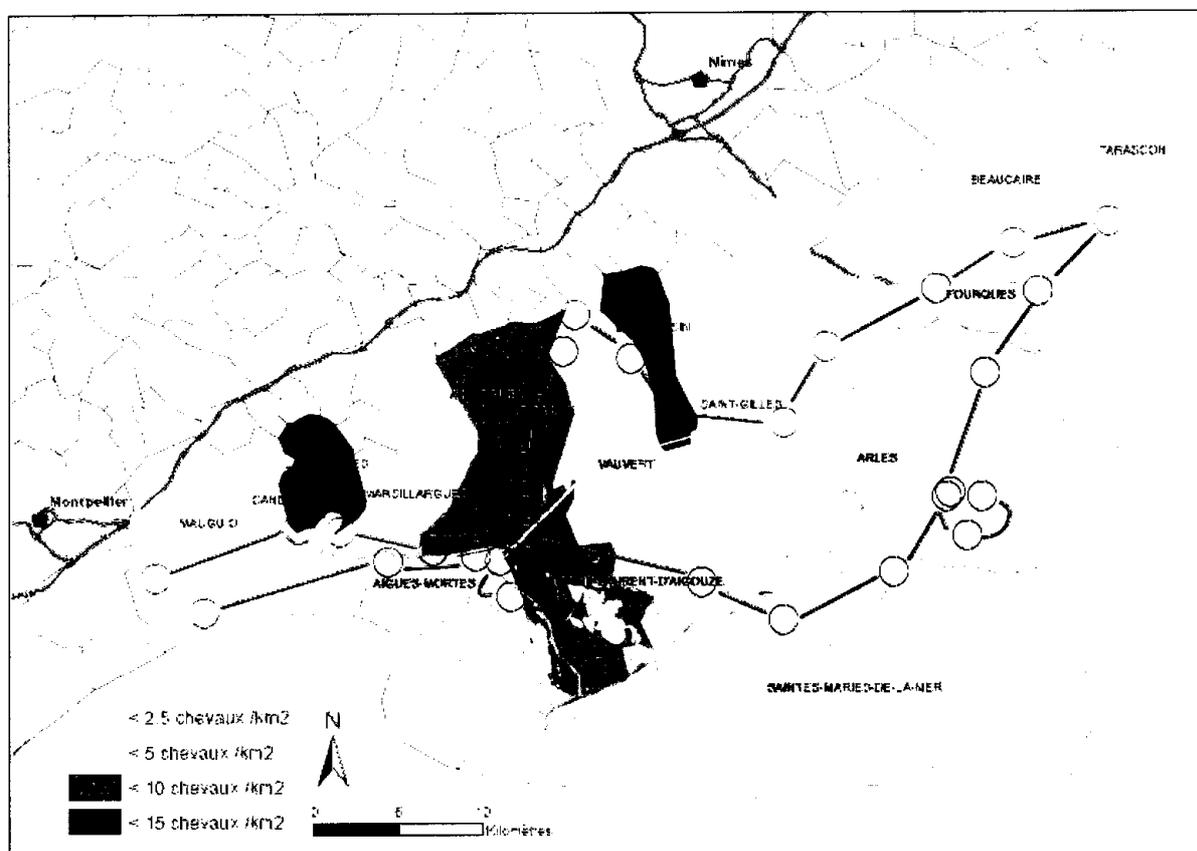


Figure 24 : Distribution des chevaux estimée avec les données du vol

Les communes qui semblent avoir la densité équine la plus importante sont Lansargues, Candillargues et Beauvoisin, viennent ensuite les communes d'Aigues Mortes, Saint Laurent d'Aigouze, Vauvert, Fourques, Arles et les Saintes Maries de la Mer.

Nous avons voulu comparer les résultats obtenus avec ceux que nous avons par le recensement agricole. Nous avons donc réalisé une carte de la distribution des chevaux estimés avec les données du RA+centres équestres (Figure 25).

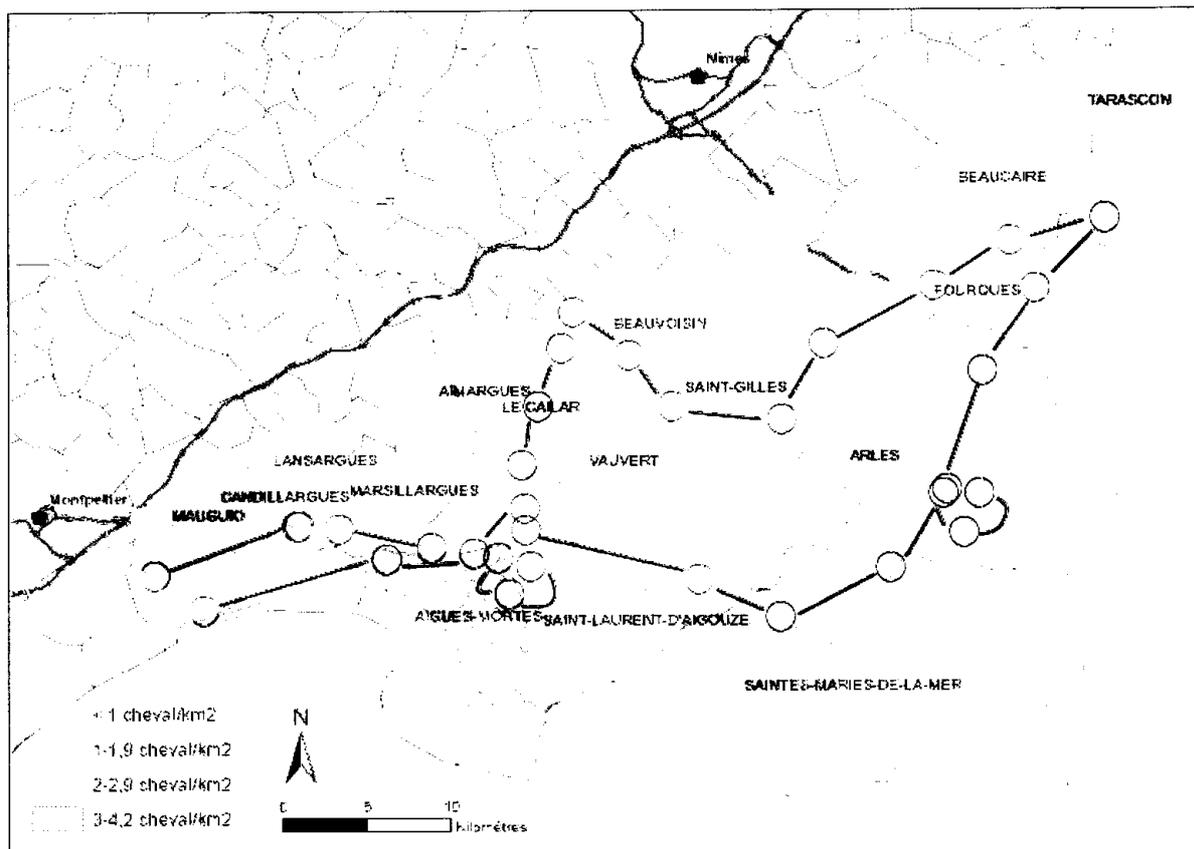


Figure 25 : Distribution des chevaux estimée avec les données du RA+centres équestres.

Les communes qui semblent avoir la densité équine la plus importante sont Maugeio, Aigues Mortes, Le Cailar, Tarascon, Arles et les Saintes Maries de la Mer.

B- Estimation du nombre total de chevaux dans les communes survolées de la zone d'étude.

Tableau XIX : Estimation du nombre de chevaux en fonction de la superficie de chaque commune survolée et comparaison avec les données du RA+centres équestres.

Communes survolées	Nombre de chevaux estimés par le vol	RA + centres équestres
Tarascon	149	186
Marsillargues	93	0
Mauguio	113	56
Saint Gilles	359	239
Beucaire	217	80
Aigues Mortes	88	144
Fourques	147	0
Arles	1955	1388
Saintes Marie de la Mer	1082	604
Vauvert	480	74
Aimargues	139	39
Saint Laurent d'Aigouze	603	98
Le Cailar	257	68
Beauvoisin	295	0
Candillargues	120	0
Lansargues	260	28
Total	6 357	2 976

La méthode de comptage des chevaux par vol aérien, nous permet d'estimer le nombre de chevaux à 6 357 dans les communes survolées alors que le RA+centres équestres recense 2 976 chevaux pour ces mêmes communes.

Le détail des calcul est présenté dans le tableau VIII de l'annexe 3.

II-3-3-4 Discussion

A- Sources d'erreurs et limites des données du vol.

La première source d'erreurs est la largeur de bande dans laquelle les chevaux ont été comptés. Dans la partie théorique, il est recommandé de poser des marques sur la vitre de l'avion pour avoir des repères précis lors du comptage et ainsi avoir une largeur de bande fixe et connue pendant toute la durée du vol.

Lors de notre vol, la largeur de bande n'a pas été calculée de manière précise. Nous l'avons évaluée grossièrement à 500m pour chaque observateur placé à droite et à gauche dans l'avion, nous obtenons donc au total une largeur de bande de 1km², mais cela ne reste qu'une évaluation et non pas une mesure précise. Une surestimation des chevaux ou du moins des erreurs dans le comptage ont pu être commises.

De plus, le plan de vol initialement prévu n'a pas été réalisé. A deux reprises, l'avion a survolé le même endroit entraînant une interprétation difficile des données recueillies car les mêmes chevaux ont probablement été comptés deux fois. Nous avons donc choisi de ne pas tenir compte de certains chevaux recensés.

Nous devons également prendre en compte un biais interne à l'étude qui est important ici. En effet, le plan de vol a été défini avec les coordonnées GPS des écuries de notre base de données initiale. De ce fait, l'avion a survolé ces écuries avec forcément de nombreux chevaux visibles. La conséquence est une surévaluation probable de la densité et du nombre total de chevaux dans notre zone d'étude.

B- Discussion sur les résultats obtenus.

*** Distribution des chevaux dans les communes survolées de la zone d'étude.**

Il est difficile d'établir un profil type de la distribution des chevaux sur la zone d'étude car l'hétérogénéité est très importante.

Il semblerait tout de même que la densité de chevaux la plus importante se trouve vers des zones urbaines et des zones naturelles (Arles, Les Saintes Maries de la Mer).

Nous observons que la carte établie avec les données du vol ne nous donne pas les mêmes résultats que celle établie avec les données du RA.

Il est important de souligner que les chevaux se déplacent dans la zone d'étude. Leur répartition n'est donc valable qu'à un temps donné. Les informations du RA+centres équestres et celles du vol aérien n'ont pas été recueillies au même moment, ce qui peut expliquer en partie les différences observées.

De plus, le RA+centres équestres recense les chevaux présents dans les exploitations agricoles et ceux détenus par les centres équestres, alors que les données du vol prennent en compte les chevaux visibles dans les prés. Ce ne sont donc pas forcément les mêmes chevaux qui sont comptabilisés.

Il est difficile à l'issue de ce travail préliminaire de comparer ces deux cartes et surtout de conclure sur la distribution géographique des chevaux dans la zone d'étude. L'obtention et la comparaison de plusieurs cartes établies par comptage par vol aérien à des périodes différentes de l'année, nous permettront de conclure d'une part, sur le mouvement des chevaux en fonction des saisons et d'autre part d'établir un profil général de la répartition des chevaux sur la zone d'étude.

*** Estimation du nombre total de chevaux dans les communes survolées de la zone d'étude.**

Nous constatons que le nombre de chevaux estimé par le vol aérien (6 357) est très supérieur au nombre de chevaux recensé par le RA+centres équestres (2 976).

Après avoir vu les limites des données du vol et celles du RA+centres équestres, ce résultat n'est pas surprenant. D'une part le RA+centres équestres sous-estime la population équine totale en ne prenant pas en compte notamment les chevaux des propriétaires particuliers. D'autre part nous venons de voir que les données du vol surestiment le nombre total de chevaux.

Cette première approche du comptage de chevaux par vol aérien ne nous a pas permis de déterminer de façon précise la population équine totale de la zone d'étude. Mais nous nous sommes rendus compte qu'elle était facile de mise en œuvre et de moindre coût pour estimer une population dans une zone réduite. Il est tout de même nécessaire d'améliorer la méthode pour la rendre plus fiable et précise. Après une période de validation, elle pourra être utilisée pour évaluer la distribution et le nombre total de chevaux de la zone d'étude.

III- Synthèse et perspectives.

III-1 Réponse aux objectifs fixés.

*** Sur les caractéristiques générales des structures équestres.**

Cette étude nous a permis de caractériser, les différentes catégories de structures équestres, par leur taille, l'âge moyen du cheptel et l'âge moyen d'un cheval au moment de son acquisition. Les données obtenues sont conformes aux résultats auxquels nous pouvions nous attendre. Seule la taille des centres équestres est sujette à discussion.

Malgré l'existence de biais et la petite taille de l'échantillon sur lequel nous avons travaillé, nous avons réussi, en peu de temps, à caractériser les structures équestres de notre zone d'étude. Peu de données sont publiées sur ces paramètres et lorsqu'elles existent, elles ne sont pas toujours recueillies de manière standardisée entre les différentes régions. La difficulté de notre travail a été accrue par le fait que notre zone d'étude comprend trois départements appartenant à deux régions différentes. Il est donc difficile de dire si notre échantillon est représentatif de la population source. Toutefois, ces résultats pourront constituer un premier point de référence de la population source des chevaux en Camargue et ainsi compléter les données utiles à l'étude du modèle d'infection des populations équines à l'échelle locale de la maladie de West Nile.

*** Sur les taux de mortalité, de vente et des autres causes de départ d'un cheval.**

Nous avons constaté que le taux de mortalité par an n'était pas influencé par l'activité du cheval, (2% par an pour toutes les catégories) mis à part pour les chevaux des centres équestres (0,8% par an). Ce résultat est conforme à l'étude qui a été menée dans les pays francophones en 1996 (Leblond, 2001).

En ce qui concerne l'âge moyen d'un cheval lors de sa vente, nous avons constaté que dans les élevages, les chevaux ne sont plus vendus juste après le débouillage. Pour les chevaux de race Camargue, ils sont vendus en moyenne à 6 ans (n=46) et pour les ibériques à 7 ans (n=20). Cette constatation va dans la tendance actuelle des acheteurs qui veulent des « chevaux mis » et non plus de très jeunes chevaux à débouiller (on entend par « cheval mis » un cheval dressé pour l'utilisation qu'on veut en faire, par exemple, pour les chevaux Camargue, prêt au travail du taureau).

Encore une fois, malgré le fait que notre échantillon soit petit et ne permette pas de mettre en évidence de différences significatives, nos résultats et les tendances observées sont conformes à ceux attendus.

*** Sur le taux de renouvellement.**

Nous avons déterminé que toutes catégories confondues, le taux de renouvellement de la population équine est de 14% par an. Il existe deux grandes tendances : les catégories d'élevage et les autres structures équestres. Les premières ont un taux de renouvellement inférieur.

Peu d'études donnent une estimation du taux de renouvellement de la population équine, ces résultats pourront d'ores et déjà être utilisés pour l'étude de la diffusion du virus WN au sein de la population équine à l'aide du modèle épidémiologique. Il reste à acquérir une meilleure connaissance du taux de persistance des IgG pour estimer le nombre de chevaux redevenus sensibles pendant une période donnée.

***Sur le dénominateur**

L'étude que nous avons menée, nous permet de nous rendre compte à quel point il est difficile d'estimer un nombre de chevaux dans un département ou une zone particulière. Aucune source d'informations à notre disposition ne nous permet d'avoir un chiffre précis (la FIVAL qualifie ces sources de données « d'édifice d'informations illisibles »). Nous avons vu, que les données du SIRE nous informent uniquement sur les chevaux d'élevage et sur les chevaux nouvellement identifiés ONC mais en aucun cas sur les « disparitions ». Les données fournies par le SCEES nous renseignent uniquement sur les chevaux appartenant à des exploitations agricoles. Quant aux particuliers, aucune source ne permet de les identifier et encore moins de les localiser. Nous avons donc obtenu après recoupement de ces différentes informations des résultats concernant le nombre total des chevaux. Nous pouvons estimer à environ 4 500 chevaux dans notre zone d'étude et à environ 20 000 chevaux dans les départements du Gard, de l'Hérault et des Bouches du Rhône.

***Sur les données du comptage de chevaux par vol aérien.**

Nous avons pu réaliser une carte de la distribution des chevaux dans les communes survolées pendant le vol. L'hétérogénéité est telle qu'il est difficile d'établir un profil type de la répartition des chevaux. Il semblerait tout de même que les zones urbaines et touristiques possèdent la densité de chevaux la plus importante.

La méthodologie que nous avons employée, notamment dans la définition du plan de vol, a entraîné une surestimation des chevaux répertoriés. Nous ne pouvons donc pas donner, grâce au comptage par vol aérien, de chiffres précis sur le nombre total de chevaux de la zone d'étude.

Ces premiers résultats sont tout de même, très encourageants. Cette méthode nous semble très prometteuse et pourra, après une étape de validation et un peu plus d'expérience, être utilisée pour mieux connaître le mouvement des chevaux en fonction des périodes et estimer la population équine totale.

III-2 Perspectives :

Dans toute étude épidémiologique, l'étude de la population source, sa description et sa quantification sont nécessaires. Ces connaissances sont difficiles à acquérir dans la filière équine. Toutefois, ces difficultés devraient être moins importantes dans les années à venir. En effet, les différents acteurs prennent conscience du retard d'organisation de cette filière et une restructuration est en cours. Différentes mesures vont être mises en place, elles nous permettront de mieux connaître et de mieux chiffrer les effectifs équins. Parmi ces différentes mesures, nous pouvons citer, la loi du 23 février 2005, article 38, qui requalifie les centres équestres en tant qu'exploitations agricoles. Ainsi l'effectif équin de ces centres sera systématiquement recensé par le recensement agricole et la SAA.

Selon les Haras Nationaux des observatoires économiques régionaux vont être prochainement mis en place. Ils devraient permettre d'estimer et de caractériser les effectifs d'équidés détenus localement par les acteurs de la filière équine (éleveurs, centres équestres, entraîneurs, cavaliers). Mais les propriétaires particuliers resteront toujours difficiles à localiser. Ces observatoires permettront tout de même d'approcher de manière plus précise le nombre total et la description des chevaux au sein d'un département.

Quant à la méthode de comptage par vol aérien, nous avons vu qu'il suffirait d'un peu plus de méthodologie et d'expérience pour qu'elle puisse nous fournir des informations pertinentes. Une phase de validation est nécessaire. Dans le futur, elle pourrait donc être utilisée de manière presque courante pour évaluer le nombre total de chevaux, leur répartition géographique ainsi que leur mouvement en fonction des saisons.

CONCLUSION

La maladie de West Nile est une zoonose ré-émergente de répartition mondiale, qui sévit en France, particulièrement dans le bassin méditerranéen. Cette arbovirose se manifeste sous forme d'épizootie et ne touche en France que les chevaux. Les risques encourus par la population humaine, ainsi que les conséquences économiques qui pourraient en découler, donnent toute son importance et sa gravité à la maladie. Du fait de sa sensibilité à l'infection par le virus de West Nile, le cheval peut être considéré comme un animal sentinelle en région Camargue vis-à-vis de la circulation virale. Depuis 2000, un réseau de surveillance des syndromes nerveux équins s'est mis en place. Il vise à reconnaître précocement une émergence et à aider au contrôle des épizooties.

Des études ont été réalisées sur les différents acteurs de la maladie à savoir, les moustiques, les oiseaux, les taureaux et les chevaux afin de mieux comprendre les mécanismes de circulation et de transmission du virus. La construction d'un modèle épidémiologique permet d'améliorer la compréhension et, à terme, de prédire des phénomènes épidémiques. Cependant, les données épidémiologiques recueillies sur l'état sanitaire des populations ne sont pertinentes que si la population à risque est connue. L'objectif de notre travail a été d'acquérir une meilleure connaissance de la démographie équine dans la région d'étude en évaluant le dénominateur, la distribution géographique et le taux de renouvellement de la population.

Nous avons tenté d'évaluer le nombre total de chevaux dans la zone d'étude ainsi que dans les 3 départements du Gard, de l'Hérault et des Bouches du Rhône en utilisant les données recueillies au moyen de plusieurs méthodes de recensement. Les deux sources de données qui nous ont permis de réaliser ce travail sont la base de données du SIRE (Système d'Information Relatif aux Equidés) et les statistiques agricoles (SCEES) avec le recensement agricole et la statistique annuelle agricole. L'analyse de ces données permet d'évaluer la population équine à au moins 20.000 chevaux dans les trois départements étudiés et à au moins 4.000 à 4.500 chevaux dans notre zone d'étude. Aucune des sources de données utilisées ne fournit d'informations exhaustives et il reste difficile d'évaluer le nombre total de chevaux dans une région donnée. Les données utilisées sous-estiment certainement la population réelle.

Pour estimer la distribution géographique de la population, nous avons ensuite développé une méthode de comptage par vol aérien. Cette méthode nécessite encore d'être validée en routine, elle permettra, à l'avenir, de suivre et dénombrer régulièrement la population équine et d'estimer les déplacements des chevaux en fonction des saisons.

Nous avons également étudié un deuxième paramètre démographique : le taux de renouvellement de la population équine. A partir de la base de données initiales, nous avons classifié la population selon quatre types de structures équestres. Une enquête téléphonique a été effectuée afin d'acquérir des données sur les caractéristiques générales, les taux de mortalité et de vente, et le taux de persistance des chevaux dans les différentes structures. Le taux de renouvellement de la population équine a donc pu être calculé pour chacune des structures.

Ce travail nous a permis d'approcher deux paramètres démographiques essentiels pour l'interprétation des données épidémiologiques sur le taux d'infection des populations équines. Ces paramètres, rarement connus pour ces populations, pourront désormais être utilisés dans les modèles mathématiques et statistiques.

Le professeur responsable
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

A. Lattouf

Le président de la thèse *C. Thiria*

Vu : Le directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Pour le Directeur et par délégation
LA DIRECTRICE DE L'ENSEIGNEMENT

[Signature]
Professeuse Françoise GRAIN

Vu et permis d'imprimer 15 DEC. 2006
Lyon, le

Pour Le Président de l'Université
Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales,
Des Etudes Médicales

Professeur F.N GILLY

Bibliographie.

- 1- AECRC : Association des Eleveurs de chevaux de Race Camargue, site Internet de l'Association des éleveurs des chevaux de race Camargue, (consultation en ligne le 10 juillet 2006), <http://www.terre-equestre.com/cheval-camargue/aecrc.php>
- 2- Agence Française de sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA), Rapport sur la surveillance de l'infection à virus West Nile en France, Juin 2004 48p
- 3- AGRESTE, site internet de la statistique agricole, (consultation en ligne le 27 juillet 2006) <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/>
- 4- Apperson CS, Harrison BA, Unnasch TR, Hassan HK, Irby WS, Savage HM, Aspen SE et al (2002). « Host-feeding habits of culex and other mosquitoes (diptera : culicidae) in the borough of Queens in New York city, with characters and technique for identification of culex mosquitoes. » J. Med. Entomol., 39(5): 777-785
- 5- Astier S, (2004). « Infection des équidés par le virus West Nile : étude environnementale et constitution d'un groupe de chevaux sentinelle pour l'étude des mécanismes de transmission. » Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard Lyon I, Lyon
- 6- Astier S, Delfaud A, Sabatier P, Leblond A (2005) « Impact des déplacements des chevaux sur la prévalence de West Nile en Camargue » 31^{ème} Journée de la Recherche Equine organisée par la direction des connaissances des Haras Nationaux, Paris, 2 mars 2005
- 7- Bayliss P. Yeomans KM. (1989). « Correcting bias in aerial survey population estimates of feral livestock in Northern Australia using the double-count technique. » Journal of Applied Ecology 26 (3):p 925-933.
- 8- Berthet FX, Zeller HG, Douet MT, Rauzier J, Digoutte JP, Deubel V (1997). "Extensive nucleotide changes and deletion within the envelope glycoprotein gene of Euro-African West Nile virus." J Gen Virol 78: 2293-2297
- 9- Bunning ML, Bowen RA, Cropp CB, Sullivan KG, Davis BS, Komar N, Godsey MS, Baker D et al. (2002) "Experimental infection of horse with West Nile virus" Emerg. Infect. Dis. 8 (4):380-6
- 10- Cardinale C, (1994). "Elevage du taureau et du cheval en Camargue" Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul-Sabatier, Toulouse
- 11- Campbell GL, Marfin AM, Lanciotti RS, Gubler DG, (2002) " West Nile virus." Lancet infectious diseases, 2: 519-29
- 12- CELR, site Internet du Conseil des Equidés Languedoc Roussillon, « Etude Prospective de la Filière Cheval en Languedoc Roussillon, Octobre 2003 », (consultation en ligne le 28 juillet 2006), <http://www.terre-equestre.com/celr/lexique.php>
- 13- Chevalier V, Durand B, Gerbier G, Babinot M, Michel JF, Toure I, Zientara S, (2000). "Analyse spatiale de l'épizootie d'infection à virus West Nile chez les chevaux de Camargue en 2000: Résultats et perspectives." Epidémiol. et santé anim., 42, 123-131.

- 14- Dauphin G, (2003) « Réseau Maladies Neurologiques. » Bulletin du réseau d'épidémiologie des pathologies équine. Mars 2003 : 4p
- 15- Doctrinal D, (2004) « Analyse épidémiologique spatiale et temporelle des zoonoses émergentes. Exemple : modèle de propagation du virus de la Fièvre du Nil Occidental. » Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard Lyon I, Lyon
- 16- Durand B, Chevalier V, Pouillot R, Labie J, Marendat I, Murgue B et al (2002). « West Nile Virus Outbreak in Horse, Southern France, 2000 : results of serosurvey. » *Emerg. Inf.Dis.* 8 (8)
- 17- Ferrer A. (1996) « Activité humaine et gestion de l'eau – conséquences sur le fonctionnement d'une zone humide : la Camargue. » Mémoire de D.E.S.S. ; P.N.R.C. ; 99pp.
- 19- FFE, site internet de la fédération française d'équitation, consultation en ligne le 30 juin 2006, <http://www.ffe.com/>
- 20- Filière Cheval PACA (2005) « L'élevage et les races régionales », site internet du comité régional d'équitation de Provence, consultation en ligne le 28 juillet 2006, <http://www.provence-equitation.com/infos-g5.htm>
- 21- FIVAL : Fédération Interprofessionnelle du cheval de sport, de loisir et de travail (2005) « Rapport d'orientation Fival AG du 3 mai 2005 » Site Internet de la FIVAL-Economie. Consultation en ligne le 20 septembre 2006 <http://www.fival.info/> et http://arnaud.cervea.free.fr/cms/images/pdf/diagnostic_de_la_filiere.pdf
- 22- Graham A., Bell R. (1969) « Factors Influencing the Countability of Animals. » *East African Agricultural and Forestry Journal* 34 (Special Issue):38-43.
- 23- Hayes E.B, Sejvar J.J, Zaki S.R, Lanciotti R.S, Bode A.V, Campbell G.L (2005).” *Virology, Pathology, and Clinical Manifestations of West Nile Virus Disease.*” *Emerg Inf. Dis.* 11 (8)
- 24- Hayes EB, Komar N, Nasci RS, Montgomery SP, O'Leary DR, Campbell GL. (2005) «Epidemiology and Transmission Dynamics of West Nile Virus Disease » *Emerg. Inf. Dis.* 11 (8)
- 25- Hannoun C, Panthier R, Mouchet J, Ezouan JP, (1964) “Isolement en France du virus West Nile à partir de malades et du vecteur *Culex modestus* » *Ficalbi. Acad. Sci. Paris*, 1964, 259,4170-4172
- 26- Haras Nationaux, site internet des Haras Nationaux, (consultation en ligne le 28 juillet 2006), <http://www.haras-nationaux.fr>
- 27- Heng, MA (2002) « Etude transversale sérologique de la maladie de West Nile chez le cheval en Camargue : recherche de facteurs d'exposition environnementaux. » Mémoire de Master 2R, Méthode et Recherches en Santé et Environnement, Université Joseph Fourier, Grenoble
- 28- Hubalek, Z. and J. Halouzka (1999). “ West Nile fever- a reemerging mosquito-borne viral disease in Europe.” *Emerging infectious disease* 5 : 643-50.
- 29- Jourdain E, Schuffenecker I, Korimbocus J, Reynard S, Murri S, Kayser Y, Gauthier-Clerc M, Sabatier P, Zeller H (2006) « West Nile Virus in wild birds, southern France, 2004. » *Vector Borne Zoonotic Diseases*, en révision.

- 30- Koné P, Lambert L, Milord F, Gariépy C (2003) "Epidémiologie et effets de l'infection par le virus du Nil occidental sur la santé humaine, mise à jour 2003" Institut national de santé publique du Québec.
- 31- Lacombe V (2005) « Epizootie équine à virus West Nile en Camargue en 2004 ; Etude spatiale et environnementale » Mémoire pour l'obtention du MASTER spécialité MRES, Méthode de Recherche en Environnement et Santé. Université Joseph Fournier, Grenoble1.
- 32- Lanciotti RS, Kerst AJ, Nasci RS, Godsey MS, Mitchell CJ, Savage HM, Komar N, Pantele NA, Allen BC, Volpe KE, Davis BS, Roehrig JT (2000). "Rapid detection of West Nile virus from human clinical specimens, field-collected mosquitoes, and avian samples by a TaqMan reverse transcriptase-PCR assay" *J clin microbiol* 38 : 4066-4071
- 33- Laplanche A., Com-nougué C., Flamant R., (1994) « Méthodes statistiques appliquées à la recherche clinique » Coll. Statistique en Biologie et en Médecine, eds Médecine-science Flammarion, Paris, 168pp.
- 34- Leblond A., Leblond L., Sabatier P., Sasco A.J., (2001) « Epidémiologie descriptive des causes de la mort chez le cheval : résultats d'une enquête effectuée auprès de vétérinaires praticiens francophones. » *Ann.Méd. Vét.* 145, 122-129.
- 35- Long MT, Ostlund EN, Porter MB, Crom RL (2002) " Equine West Nile Encephalitis: Epidemiological and Clinical Review for Practitioners " *Emerg. Inf. Dis* 48
- 36- Lourec V. (2002). « Revue bibliographique des méthodes de recensement et d'étude des mouvements des animaux domestiques en zone tropicale. » Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul-Sabatier, Toulouse.
- 37- Mc Cally M, Garg A, Oleskey C (2001) "The challenge of emerging illness in urban environments: an overview" *Journal of Urban Health*, 78(2): 350-358
- 38- Messud-Petit. (2003). « Apport de la modélisation mathématique à la pression en épidémiologie » Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Europe et régions chaudes. Généralités et maladies virales, E.M. Internationales, Editor :Paris 65-75
- 39- Murgue B, Murri S, Zientrara S, Durand B, Durand JP, Zeller H, (2001) "West Nile Outbreak in horse in southern France, 2000: the return after 35 years" *Emerg. Inf. Dis.* 7(4)
- 40- Murgue B, Zeller H, Deubel V (2002). " The ecology and epidemiology of West Nile Virus in Africa and Europe" Mackenzie JS, Barrett ADT, Deubel V (eds) *Japanese Encephalitis and West Nile Viruses, Current Topics in Microbiology ; West Nile*, Springer-Verlag, Berlin, 267, P 195-221
- 41- Murgue B, Zeller H (2001a)."Le point sur l'infection par le virus West Nile". *Antibiotiques* 3 :196-200
- 42- Newsome AE. Dudzinski ML. Low WA. (1986). « Mesure de l'erreur systématique des enquêtes aériennes due à la dispersion des animaux. » *Enquêtes à basse altitude*, 6-11 novembre 1979, Nairobi, Kenya. P 127-134.
- 43- OESC, Observatoire Economique et Social du Cheval, site internet des Haras nationaux (consultation en ligne le 12 juin 2006) <http://www.haras-nationaux.fr/portail/mieux-nous->

connaître/expertise-et-diffusion-dinformation/lobservatoire-economique-et-social-du-cheval/index.html

44- Parc Naturel Régional de la Camargue, site internet du Parc National de la Camargue, (consultation en ligne le 10 juillet 2006) <http://www.parc-camargue.fr>.

45- Pavé A. (1987). « Systèmes experts-application à la modélisation en biologie ». MATAPLI, (11) : 5-19

46- Peterson LR, Roehrig JT, (2001) « West Nile Virus : A reemerging Global Pathogen » Emerg. Inf. Dis. 7 (4)

47- Picon B (2006). « Camargue, Objet interdisciplinaire, Objet environnemental. » sur le site Internet : <http://www.amares.org/revue/02/dos/a1/index.html> (consultation en ligne le 30 août 2006)

48- Qualification juridique agricole des activités équestres : article 38 de la loi rurale du 23 février 2005. Consultation en ligne le 30 octobre 2006, <http://www.droit-du-tourisme-rural.com/117-251-loi-rurale-activites-equestres.htm>

49- Sardelis MR, Turell MJ, Dohm DJ, O'guinn ML . (2001) “ Vector competence of selected North Amrice culex and coquillettidia Mosquitoes for West Nile virus” Emerg. Infect. Dis, 7(6): 1018-22

50- Shapiro H, Micucci S (2003) “Pesticide use for West Nile virus” CMAJ, May 27, 168(11): 1427-30

51 – Tambute J. (2001). “ Le cheval Camargue, acteur de l'écosystème camarguais et agent de sa conservation.” Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse.

52- Taureau (2006) Photo d'un taureau de race Camargue, site internet <http://www.ordina13.com/passeport13/img/online/camargue2.jpg> Consultation en ligne le 30 septembre 2006.

53- Tomas-Roux C. (1998). “ Le cheval de race Camargue: présentation générale de la race. Etude démographique et dominantes pathologiques. » Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard Lyon I, Lyon.

54- Toma B., Dufour B., Sanaa M., Bénet J.J., Shaw A., Moutou F., Louzã A.. (2002) « Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures » p 243 AEEMA. Maison Alfort 685p.

55- Toussaint Y. (2003). “Espèces d'oiseaux potentiellement impliquées dans l'écologie du virus West Nile en Camargue » Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard Lyon I, Lyon.

56- Turell MJ, Sardelis MR, O'guinn ML, Dohm DJ (2002). “Potential vectors of West Nile virus.” Am J trop Med Hyg 62(3): 413-4

57- Zeller H, Murgue B, (2001). “Rôle des oiseaux migrateurs dans l'épidémiologie du virus West Nile.” Med. Mal. Infect. 31 (suppl.2) :168-174

58- Zientera S, Fortier G, et al (2001) « Syndrome nerveux, un nouveau réseau. » Bulletin du réseau d'épidémiosurveillance des pathologies équine. Octobre 2001 : 4p.

ANNEXE 1: Caractéristiques générales des exploitations des différentes catégories.

Tableau I : Caractéristiques générales des élevages de la Catégorie Camargue

	Nombre de chevaux au départ	Moyenne d'âge en 2006	Age moyen d'acquisition
Elevage A	21	10,3	1,5
Elevage C1	25	9,2	1,6
Elevage L1	23	9,5	2,5
Elevage P1	24	10,2	2,2
Elevage P2	32	12,6	0
Elevage R1	14	10,5	0,7
Elevage C2	9	14,8	6
Elevage C3	5	12,25	3
Elevage F	57	10,8	0,4
Elevage G1	54	12,2	1,4
Elevage G2	34	10,5	2,6
Elevage G3	27	13,9	4,9
Elevage L2	25	15,5	1,2
Elevage L3	12	11,8	1,3
Elevage P1	21	10,1	1,4
Elevage P2	18	7,8	1,3
Elevage R2	55	11,5	0,4
Elevage T	10	16	2,4
Elevage V1	15	14,9	4,8
Elevage V2	37	9,5	2,3
Moyenne	25,9 (5 à 57 ; 23,5)	11,7 (7,8 à 16, 11,1)	2,1 (0 à 6 ; 1,5)

Tableau II : Caractéristiques générales des exploitations la catégorie des centres équestres (CE)

	Nombre de chevaux au départ	Moyenne d'âge en 2006	Age moyen d'acquisition
CE P1	17	11,9	8,4
CE R	6	17,5	2,3
CE B	15	16,1	8,5
CE C1	24	10,9	6,1
CE C2	20	15,5	7,1
CE G1	10	11,7	5,2
CE G2	9	17,8	9,1
CE L	11	10,9	5,5
CE P2	6	19,3	4,4
CE C3	13	14,3	5,4
CE G3	10	18,2	5,8
CE G4	8	13,9	6,1
CE G5	87	10,1	5,2
Moyenne	18,1 (6 à 87 ; 11)	14,5 (10,1 à 19,3 ; 14,3)	6,1 (2,3 à 9,1 ; 5,8)

Tableau III : Caractéristiques générales des élevages de la catégorie Ibérique.

	Nombre de chevaux au départ	Moyenne d'âge en 2006	Age moyen d'acquisition
Elevage D1	14	10.1	3.3
Elevage D2	6	13.2	2.7
Elevage L1	8	15	5.8
Elevage L2	12	10,9	6,5
Elevage M	18	10.2	1.9
Elevage A	10	17,9	8,4
Elevage C	7	8	4
Elevage L3	27	9,8	2,9
Elevage L4	11	8,3	1,1
Moyenne	12,5 (6 à 27 ; 11)	11,5 (8 à 17,9 ; 10,2)	4,1 (1,1 à 8,4 ; 3,3)

Tableau IV : Caractéristiques générales des exploitations de la catégorie « Autre ».

	Nombre de chevaux au départ	Moyenne d'âge en 2006	Age moyen d'acquisition
Ecurie B1	4	13	8
Ecurie E	8	12,43	4,1
Ecurie G	4	15,75	11,5
Ecurie L1	5	7,5	1,6
Ecurie L2	18	10,88	6,2
Ecurie M1	18	11,87	6,7
Ecurie M2	4	16,25	10,5
Ecurie P	22	13,2	2,4
Ecurie A	5	22,2	7,8
Ecurie B2	13	9,3	0,7
Ecurie K	4	17,75	8
Ecurie L3	5	17,25	5,2
Ecurie M3	15	10,1	5,1
Moyenne	9,7 (4 à 23 ; 5)	13,7 (7,5 à 17,75 ; 13)	6 (0,7 à 10,5 ; 6,2)

ANNEXE 2 : Nombre de chevaux par commune.

Tableau V : Estimation du nombre de chevaux par commune pour les communes de la zone d'étude des Bouches du Rhône (nr : non renseigné).

Nom Commune	Superficie ha	SIRE	Nombre chevaux par centre équestre	RA	RA + Centre équestre	SAA	SAA + Centre équestre
BOUCHES DU RHONE	508 700	6 461	3 192	3 974	7 166	3 690	6 882
Arles	75 968	965	84	1 304	1 388	551	635
Fontvieille	4 045	51	28	50	78	29	57
Les Baux de Provence	1 820	23	28	nr	28	13	41
Mas Blanc les Alpilles	160	2	0	nr	nr	1	1
Maussane les Alpilles	3 164	40	28	nr	28	23	51
Paradou	1 606	20	0	nr	nr	12	12
Port Saint Louis du Rhône	8 308	105	0	nr	nr	60	60
Saintes Maries de la mer	37 339	474	112	492	604	271	383
Saint Etienne du Grès	2 917	274	0	nr	nr	21	21
Saint Martin de Crau	21 572	274	28	169	197	156	184
Saint Remy de Provence	9 007	114	28	nr	28	65	93
Tarascon	7 427	94	84	102	186	54	138
TOTAL	173 333	2 438	420	2 117	2 537	1 257	1 677

Tableau VI : Estimation du nombre de chevaux par commune pour les communes de la zone d'étude du Gard (nr : non renseigné)

Nom Commune	Superficie ha	SIRE	Nombre de chevaux par centre équestre	RA	RA+ Centre équestre	SAA	SAA+ Centre équestre
GARD	58 5300	6 495	2 072	3 589	5 661	3 630	5 702
Aigues Mortes	5 789	64	56	88	144	36	92
Aigues Vives	1 206	13	0	0	0	7	7
Aimargues	2 652	29	28	11	39	16	44
Aubord	946	10	28	nr	28	6	34
Beucaire	8 674	96	28	52	80	54	82
Beauvoisin	2 805	31	0	nr	nr	17	17
Bellegarde	4 519	50	28	51	79	28	56
Bernis	1 289	14	0	nr	nr	8	8
Bouillargues	1 595	18	56	38	94	10	66
Caissargues	856	9	0	nr	nr	5	5
Codognan	471	5	0	nr	nr	3	3
Fourques	3 824	42	0	nr	nr	24	24
Gallargues le Montueux	1 090	12	0	0	0	7	7
Garons	1 250	14	0	nr	nr	8	8
Générac	2 443	27	0	10	10	15	15
Le Cailar	3 047	34	0	68	68	19	19
Le Grau du Roi	5 809	64	56	218	274	36	92
Manduel	2 651	29	0	31	31	16	16
Milhaud	1 852	20	0	25	25	11	11
Mus	266	3	0	nr	nr	2	2
Nîmes	16 137	179	252	64	316	100	352
Saint Gilles	15 251	169	56	183	239	95	151
Saint Laurent d'Aigouze	9 005	100	0	98	98	56	56
Uchaud	875	10	28	nr	28	5	33
Vauvert	11 064	123	28	46	74	69	97
Vergeze	1008	11	28	nr	28	6	34
Vestric et Candiac	1092	12	0	nr	nr	7	7
TOTAL	107466	1 192	672	983	1 655	666	1 338

Tableau VII : Estimation du nombre de chevaux par commune pour les communes de la zone d'étude du département de l'Hérault (nr : non renseigné)

Nom Commune	Superficie ha	SIRE	Nombre de chevaux par centre équestre	RA	RA+ Centre équestre	SAA	SAA+ Centre équestre
HERAULT	610 100	8 414	1 848	4 500	6 348	4 280	6 128
Baillargues	772	11	0	0	0	5	5
Candillargues	855	12	0	nr	nr	6	6
La Grande Motte	1 386	19	56	0	56	10	66
Lansargues	1 858	26	28	nr	28	13	41
Lunel	2 430	33	28	nr	28	17	45
Lunel Viel	1 215	17	28	nr	28	8	37
Marsillargues	4 257	59	0	nr	nr	30	30
Mauguio	7 703	106	56	nr	56	54	110
Montpellier	5 722	79	84	nr	84	40	124
Mudaison	814	11	0	0	0	6	6
Pérols	868	12	0	nr	nr	6	6
Saint Aunes	1 262	17	0	nr	nr	9	9
Saint Bres	478	7	0	nr	nr	3	3
Saint Just	617	8	28	23	51	4	32
Saint Nazaire de Pezan	545	7	0	23	23	4	4
Saturargues	599	8	0	nr	nr	4	4
Valergues	524	7	0	nr	nr	4	4
TOTAL	31 905	440	308	46	354	224	532

ANNEXE 3 : Estimation du nombre de chevaux par la méthode de comptage par vol aérien dans les communes survolées.

Tableau VIII : détail des calculs pour l'estimation du nombre total de chevaux dans les communes survolées.

Communes survolées	Distance entre les points GPS	Nombre de chevaux comptés	Nombre de chevaux / Km ²	Superficie de la commune en Km ²	Superficie des surfaces en eau Km ²	Superficie réelle prise en compte	Nombre de chevaux
Tarascon	6	12	2,0	74,27		74	149
Marsillargues	5,5	12	2,2	42,57		43	93
Mauguio	22	51	2,3	77,03	28,13	49	113
Saint Gilles	5	12	2,4	152,51	2,93	150	359
Beaucaire	6	15	2,5	86,74		87	217
Aigues Mortes	7	18	2,6	57,89	23,53	34	88
Fourques	14	54	3,9	38,24		38	147
Arles	21,5	62	2,9	759,68	81,85	678	1 955
Saintes Marie de la Mer	13	63	4,8	373,39	150,1	223	1 082
Vauvert	17	83	4,9	110,64	12,3	98	480
Aimargues	4	21	5,3	26,52		27	139
Saint Laurent d'Aigouze	4	31	7,8	90,05	12,19	78	603
Le Cailar	4	34	8,5	30,47	0,26	30	257
Beauvoisin	4	42	10,5	28,05		28	295
Candillargues	2	28	14,0	8,55		9	120
Lansargues	2	28	14,0	18,58		19	260
Total			90,4	1975,2		1 664	6 357

TERRY Claire

**Etude démographique de la population équine en région Camargue.
Application à l'épidémiologie de la maladie West Nile.**

Thèse Vétérinaire : Lyon ,21 février 2007

RESUME : L'objectif du travail est de déterminer des paramètres démographiques de la population équine en Camargue, en vue de l'étude épidémiologique de la maladie West Nile. Nous avons caractérisé les types de structures équestres de notre zone d'étude et évalué le taux de renouvellement des chevaux.

Nous avons également tenté de quantifier la population équine. Les différentes sources de données ne sont capables de nous fournir qu'une simple estimation. Nous pouvons dire qu'il y a environ 4 500 chevaux dans notre zone d'étude et environ 20 000 dans les trois départements du Gard, de l'Hérault et des Bouches du Rhône. La distribution géographique des chevaux a été étudiée par une méthode de comptage par vol aérien mais celle-ci reste à valider.

Ces résultats pourront servir de premier point de référence de la population équine et permettront de compléter les données utiles à l'étude du modèle d'infection des populations équines à l'échelle locale de la maladie de West Nile.

MOTS CLES :

- Cheval
- Démographie
- Epidémiologie
- West Nile

JURY :

- | | |
|------------------|--|
| Président : | Monsieur le Professeur Christian Chidiac |
| 1er Assesseur : | Madame le Docteur Agnès Leblond |
| 2ème Assesseur : | Madame le Docteur Karine Chalvet-Monfray |

DATE DE SOUTENANCE :

21 février 2007

ADRESSE DE L'AUTEUR :

13 rue des terreaux
38440 St Jean de Bournay