

2016

**LES RÉTRACTIONS TENDINEUSES CHEZ LE VEAU NOUVEAU-
NÉ (ARCURE, BOULETURE, PIED-BOT) : ÉTUDE DES
TRAITEMENTS NON CHIRURGICAUX ET UTILISATION DE LA
GONIOMÉTRIE.**

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL

le..8.décembre 2016

par

Florian GUIGUI

Né le 13 Novembre à Paris 15^{ème}

JURY

Président : Pr. SOUIED

Professeur à la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Membres

Directeur : Dr RAVARY-PLUMIOËN Bérangère

Maître de conférences à l'ENVA

Assesseur : Pr CREVIER-DENOIX Nathalie

Professeur à l'ENVA

Liste du corps enseignant

Juin 2016 V2

Liste des membres du corps enseignant

Directeur : M. le Professeur Gogny Marc

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs : Cotard Jean-Pierre, Mialot Jean-Paul, Moraillon Robert, Parodi André-Laurent, Pilet Charles, Toma Bernard.

Professeurs émérites : Mme et MM. : Bénét Jean-Jacques, Chermette René, Combrisson Hélène, Courreau Jean-François, Deputte Bertrand, Niebauer Gert, Paragon Bernard, Pouchelon Jean-Louis.

Département d'élevage et de pathologie des Équidés et des Carnivores (DEPEC)

Chef du département : Pr Grandjean Dominique - Adjoint : Pr Blot Stéphane

| | |
|--|--|
| <p>Unité pédagogique de cardiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Chetboul Valérie* - Dr Gkouni Vassiliki, Praticien hospitalier - Dr Séchi-Tréhiou Emilie, Praticien hospitalier <p>Unité pédagogique de clinique équine</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Audigé Fabrice - Dr Bertoni Lélia, Maître de conférences - Dr Bourzac Céline, Maître de conférences contractuel - Dr Coudry Virginie, Praticien hospitalier - Pr Denoix Jean-Marie - Dr Giraudet Aude, Praticien hospitalier * - Dr Jacquet Sandrine, Praticien hospitalier - Dr Mespoulhès-Rivière Céline, Praticien hospitalier <p>Unité pédagogique de médecine interne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Benchekroun Ghita, Maître de conférences - Pr Blot Stéphane* - Dr Campos Miguel, Maître de conférences associé - Dr Freiche-Legros Valérie, Praticien hospitalier - Dr Maurey-Guéneq Christelle, Maître de conférences <p>Discipline : imagerie médicale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Stambouli Fouzia, Praticien hospitalier | <p>Unité pédagogique de médecine de l'élevage et du sport</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Cléro Delphine, Maître de conférences - Dr Fontbonne Alain, Maître de conférences - Pr Grandjean Dominique* - Dr Maenhoudt Cindy, Praticien hospitalier - Dr Nudetmann Nicolas, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pathologie chirurgicale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Fayolle Pascal - Dr Mailhac Jean-Marie, Maître de conférences - Dr Manassero Mathieu, Maître de conférences - Pr Moissonnier Pierre - Pr Viateau-Duval Véronique* - Dr Zilberstein Luca, Maître de conférences <p>Discipline : ophtalmologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Chahory Sabine, Maître de conférences <p>Discipline : Urgences - soins Intensifs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Steblaj Barbara, Praticien Hospitalier <p>Discipline : nouveaux animaux de compagnie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Pignon Charly, Praticien hospitalier |
|--|--|

Département des Productions Animales et de la Santé Publique (DPASP)

Chef du département : Pr Millemann Yves - Adjoint : Pr Dufour Barbara

| | |
|--|--|
| <p>Unité pédagogique d'hygiène, qualité et sécurité des aliments</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Augustin Jean-Christophe - Dr Bolnot François, Maître de conférences * - Pr Carlier Vincent <p>Unité pédagogique de maladies réglementées, zoonoses et épidémiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Dufour Barbara* - Pr Haddad/Hoang-Xuan Nadia - Dr Praud Anne, Maître de conférences - Dr Rivière Julie, Maître de conférences contractuel <p>Unité pédagogique de pathologie des animaux de production</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Adjou Karim* - Dr Belbis Guillaume, Maître de conférences - Pr Millemann Yves - Dr Ravary-Plumioën Béragère, Maître de conférences - Dr Troistky Karine, Praticien hospitalier | <p>Unité pédagogique de reproduction animale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Constant Fabienne, Maître de conférences* - Dr Desbois Christophe, Maître de conférences (rattaché au DEPEC) - Dr El Bay Sarah, Praticien hospitalier - Dr Mauffré Vincent, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel - Dr Ribeiro Dos Santos Natalia, Maître de conférences contractuel <p>Unité pédagogique de zootechnie, économie rurale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Arné Pascal, Maître de conférences - Pr Bossé Philippe* - Dr De Paula Reis Alline, Maître de conférences - Pr Grimard-Ballif Bénédicte - Dr Leroy-Barassin Isabelle, Maître de conférences - Pr Ponter Andrew - Dr Wolgust Valérie, Praticien hospitalier |
|--|--|

Département des sciences biologiques et pharmaceutiques (DSBP)

Chef du département : Pr Chateau Henry - Adjoint : Dr Pilot-Storck Fanny

| | |
|--|---|
| <p>Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Chateau Henry - Pr Crevier-Denoix Nathalie - Pr Deguerce Christophe - Pr Robert Céline* <p>Unité pédagogique de bactériologie, immunologie, virologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Boulouis Henri-Jean* - Dr Le Poder Sophie, Maître de conférences - Dr Le Roux Delphine, Maître de conférences - Pr Quintin-Colonna Françoise <p>Unité pédagogique de biochimie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Bellier Sylvain* - Dr Lagrange Isabelle, Praticien hospitalier - Dr Michaux Jean-Michel, Maître de conférences <p>Discipline : éducation physique et sportive</p> <ul style="list-style-type: none"> - M. Philips Pascal, Professeur certifié <p>Unité pédagogique d'histologie, anatomie pathologique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Cordonnier-Lefort Nathalie, Maître de conférences - Pr Fontaine Jean-Jacques* - Dr Laloy Eve, Maître de conférences - Dr Reyes-Gomez Edouard, Maître de conférences | <p>Unité pédagogique de management, communication, outils scientifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mme Conan Muriel, Professeur certifié (Anglais) - Dr Desquilbet Loïc, Maître de conférences (Biostatistique, Epidémiologie) * - Dr Fournel Christelle, Maître de conférences contractuelle (Gestion et management) <p>Unité de parasitologie, maladies parasitaires, dermatologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Blaga Radu, Maître de conférences (rattaché au DPASP) - Dr Cochet-Faivre Noëlle, Praticien hospitalier (rattachée au DEPEC) - Dr Darmon Céline, Maître de conférences contractuel (rattachée au DEPEC) - Pr Guillot Jacques* - Dr Polack Bruno, Maître de conférences - Dr Risco-Castillo Véronica, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pharmacie et toxicologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Enriquez Brigitte, - Dr Perrot Sébastien, Maître de conférences * - Pr Tissier Renaud <p>Unité pédagogique de physiologie, éthologie, génétique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Chevallier Lucie, Maître de conférences contractuel (Génétique) - Dr Crépeaux Guillemette, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie) - Dr Gilbert Caroline, Maître de conférences (Ethologie) - Pr Panthier Jean-Jacques, (Génétique) - Dr Pilot-Storck Fanny, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie) - Pr Tîret Laurent, (Physiologie, Pharmacologie) * |
|--|---|

* responsable d'unité pédagogique

REMERCIEMENTS

Au Président du Jury,
Professeur à la faculté de médecine de Créteil,
Pour avoir accepté de présider la soutenance de ma thèse. Hommage respectueux

À Madame Bérange Ravary-Plumioën,
Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort,
Pour avoir accepté de diriger cette thèse et pour s'y être impliquée sans compter. En particulier pour les relectures et les nombreuses mesures d'angles articulaires.

À Madame Nathalie Crevier-Denoix,
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort,
Pour sa relecture attentive et ses corrections bienveillantes.

À ma famille, pour son soutien sans faille tout au long de mon cursus.

À mon amour, mon roc, pour sa patience et sa bienveillance.

À mes amis (les Power Rangers en particulier, et toute la « Chestu Team » et les autres), pour ces moments de décompression qui m'ont permis de garder le cap durant ces longues années.

Sommaire

| | |
|---|----|
| Sommaire | 1 |
| Liste des figures..... | 5 |
| Liste des tableaux..... | 8 |
| Introduction..... | 9 |
| Partie 1 : Rétractions tendineuses du veau : description, conséquences et traitements | 11 |
| A/ Description de l'arcure/bouleture..... | 12 |
| 1. Rappels anatomiques du membre antérieur | 12 |
| 1.1. Structures osseuses | 12 |
| 1.2. Muscles et tendons (Barone, 2010)..... | 16 |
| 2. Biologie des tendons (Baxter, 2011) | 20 |
| 2.1. Anatomie des tendons..... | 20 |
| 2.2. Propriétés mécaniques des tendons | 21 |
| 2.3. Régénération des tendons | 22 |
| 3. Biomécanique du pied des bovins | 23 |
| 3.1. À l'arrêt | 23 |
| 3.2. Description de la marche | 23 |
| 4. Arcure, bouleture, pied-bot : définitions et gradation | 24 |
| 4.1. Définitions..... | 24 |
| 4.2. Étiologie | 26 |
| 4.3. Diagnostic et gradation..... | 28 |
| B/ Conséquences de l'arcure/bouleture | 33 |
| 1. Lésions secondaires..... | 33 |
| 1.1. Risque septique..... | 33 |
| 1.2. Conséquences lésionnelles des défauts d'extension..... | 33 |
| 2. Conséquences économiques..... | 33 |
| 3. Déclaration des anomalies | 34 |
| 3.1. Aspects réglementaires..... | 34 |
| 3.2. Fonctionnement des déclarations auprès de l'ONAB..... | 34 |
| C/ Traitements non chirurgicaux utilisés contre l'arcure/bouleture | 35 |
| 1. Cures à base de vitamines et oligo-éléments | 35 |

| | | |
|---|--|----|
| 1.1. | Effets des carences sur les veaux..... | 35 |
| 1.2. | Traitements à base de vitamines et oligo-éléments..... | 36 |
| 2. | Traitement à l'oxytétracycline..... | 38 |
| 2.1. | Protocole thérapeutique..... | 38 |
| 2.2. | Pour quelle efficacité ? | 38 |
| 2.3. | Limites du traitement | 39 |
| 3. | Kinésithérapie..... | 40 |
| 3.1. | Quand réaliser la kinésithérapie ? | 40 |
| 3.2. | Massages..... | 40 |
| 3.3. | Mobilisations (Denoix, 2002) | 41 |
| 3.4. | Appareillages..... | 41 |
| 3.5. | Ostéopathie..... | 49 |
| 4. | Autres traitements | 49 |
| 4.1. | Homéopathie | 49 |
| 4.2. | Phyto-aromathérapie..... | 50 |
| 4.3. | L'ARA ARTHRITE© | 50 |
| 4.4. | En cas d'arcure / bouleture généralisée | 51 |
| Partie 2 : Gradation de l'arcure/bouleture chez le veau et influence sur l'attitude thérapeutique du praticien | | 53 |
| A/ Enquête sur les critères diagnostiques et la thérapeutique actuels de l'arcure/bouleture auprès de vétérinaires en France..... | | 55 |
| 1. | Matériel et méthodes | 55 |
| 1.1. | Questionnaire | 55 |
| 1.2. | Outils de diffusion | 56 |
| 1.3. | Analyse..... | 57 |
| 2. | Résultats..... | 57 |
| 2.1. | Taux de réponses | 57 |
| 2.2. | Caractéristiques générales de la population répondante | 57 |
| 2.3. | Critères épidémiologiques | 59 |
| 2.4. | Modalités diagnostiques..... | 61 |
| 2.5. | Influence de la gradation sur l'attitude thérapeutique | 63 |
| 2.6. | Motifs de décision chirurgicale | 66 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 2.7. | Utilisation des attelles..... | 67 |
| 2.8. | Recours aux traitements médicaux | 67 |
| 3. | Discussion..... | 67 |
| 3.1. | Questionnaire | 67 |
| 3.2. | Résultats de l'enquête | 69 |
| 4. | Conclusion | 71 |
| B/ | Étude de la reproductibilité des mesures goniométriques chez le veau | 73 |
| 1. | Utilisation de la goniométrie chez les différentes espèces | 73 |
| 2. | Matériel et méthodes | 77 |
| 2.1. | Population..... | 77 |
| 2.2. | Matériel..... | 77 |
| 2.3. | Méthode..... | 77 |
| 3. | Résultats..... | 86 |
| 3.1. | Reproductibilité inter-opérateur des mesures goniométriques | 86 |
| 3.2. | Reproductibilité intra-opérateur des mesures goniométriques | 88 |
| 4. | Discussion..... | 92 |
| 4.1. | Reproductibilité des mesures goniométriques..... | 92 |
| 4.2. | Fidélité de la goniométrie | 94 |
| 4.3. | Établissement de normes d'amplitudes articulaires? | 95 |
| 5. | Conclusion | 96 |
| Partie 3 : | Etude pilote pour le lancement d'un essai clinique | 97 |
| 1. | Introduction..... | 98 |
| 2. | Matériel et méthodes | 98 |
| 2.1. | Critères d'inclusion dans l'étude | 98 |
| 2.2. | Durée du protocole..... | 99 |
| 2.3. | Déroulé du protocole..... | 99 |
| 2.4 | Traitement des données | 103 |
| 3. | Résultats..... | 103 |
| 4. | Discussion..... | 109 |
| 4.1 | Utilisation de la goniométrie pour le suivi des cas d'arcure/bouleture | 109 |
| 4.2 | Amélioration des amplitudes articulaires..... | 109 |
| 4.3 | Limites de l'étude..... | 110 |

| | |
|---|-----|
| 5. Conclusion..... | 110 |
| Conclusion | 112 |
| Bibliographie | 113 |
| Annexes | 117 |
| Annexe 1 : Fiche de déclaration auprès de l’ONAB d’un cas d’arcure/bouleture | 118 |
| Annexe 2 : Capture d’écran de la page d’accueil du site d’accompagnement du questionnaire..... | 120 |
| Annexe 3 : Capture d’écran d’une page du même site | 120 |
| Annexe 4 : Intégralité du questionnaire envoyé aux praticiens ruraux | 121 |
| Annexe 5 : Fiche envoyée aux vétérinaires dans le cadre de l’essai clinique | 129 |
| Annexe 6 : Mode d’emploi du goniomètre fourni aux investigateurs dans le cadre de l’essai clinique..... | 142 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1: Structures osseuses d'un avant-bras gauche de bovin (Budras <i>et al.</i> , 2011) | 12 |
| Figure 2: Carpe gauche de bœuf, vue dorsale à gauche, vue latérale à droite (Barone, 2010) | 14 |
| Figure 3: Main gauche de bovin : vue dorsale à gauche et vue palmaire à droite (Barone, 2010)..... | 15 |
| Figure 4: Muscles de l'avant-bras d'un bœuf: membre gauche, vue médiale à gauche et vue palmaire à droite (Barone, 2000) | 17 |
| Figure 5: Muscles fléchisseurs des doigts d'un bœuf après ouverture large des gaines: membre gauche, vue médiale (Barone, 2000)..... | 18 |
| Figure 6: Tendons, gaines et synoviales de la main d'un bœuf : membre gauche, vue médiale, avec les synoviales colorées en bleu (Barone, 2000)..... | 19 |
| Figure 7: Représentation schématique du tendon (Baxter, 2011) | 20 |
| Figure 8: Courbe contrainte/déformation des tendons (Goodship <i>et al.</i> , 1994)..... | 22 |
| Figure 9: Veau Charolais présentant une arcure bilatérale marquée (<i>photo Florian Guigui</i>) . | 24 |
| Figure 10 : Arcure, bouleture, arcure et bouleture associées (Laurent, 2008) | 25 |
| Figure 11: Veau Normand présentant une bouleture bilatérale marquée (<i>photo Florian Guigui</i>) | 25 |
| Figure 12: Goniomètre COMED® | 30 |
| Figure 13: Angle (matérialisé par les traits en bleu) à mesurer pour quantifier l'arcure | 31 |
| Figure 14: Angle (matérialisé par les traits en bleu) à mesurer pour quantifier la bouleture. | 31 |
| Figure 15: Attelle type "gouttière PVC" (<i>photo Florian Guigui</i>)..... | 42 |
| Figure 16: Attelle type "gouttière PVC" en place sur un veau charolais de 3 semaines bouleté (<i>photo Florian Guigui</i>) | 42 |
| Figure 17: La prothèse du Dr Chappat (Chappat, 1987) | 43 |
| Figure 18: Mise en place de la prothèse Chappat (Chappat, 1987)..... | 44 |
| Figure 19: Attelle pour traiter la bouleture (<i>photo Florian Guigui</i>) | 45 |
| Figure 20: Orthèse de Capener (modèle commercialisé par PROTEOR®) | 46 |
| Figure 21: Résine avec jersey posée sur l'antérieur droit d'un veau Charolais arqué de 3 semaines (<i>photo Florian Guigui</i>) | 47 |
| Figure 22: Utilisation de résine directement appliquée sur la boîte cornée pour allonger les onglons (Anderson <i>et al.</i> , 2008) | 48 |
| Figure 23: Pose d'une semelle allongeant la surface d'appui en pince pour favoriser l'élongation des fléchisseurs (Anderson <i>et al.</i> , 2008) | 48 |
| Figure 24: Utilisation d'un tube en PVC pour allonger la pince chez le cheval (Kenneth, 2009) | 49 |
| Figure 25: Statuts des répondants au questionnaire | 58 |
| Figure 26: Répartition géographique des répondants (réalisée avec Google MyMaps®) | 58 |
| Figure 27: Régions d'exercice des répondants..... | 59 |
| Figure 28: Race majoritaire dans les clientèles des répondants..... | 60 |

| | |
|---|----|
| Figure 29 : Race majoritairement atteinte dans les clientèles des répondants | 60 |
| Figure 30 : Fréquence des cas d'arcure/bouleture chez les répondants..... | 61 |
| Figure 31 : Évolution de nombre de cas sur les 3 dernières années | 61 |
| Figure 32: Différenciation arcure/bouleture dans le diagnostic..... | 62 |
| Figure 33: Différenciation bouleture et pied-bot..... | 62 |
| Figure 34: Utilisation d'une méthode de gradation de l'affection | 62 |
| Figure 35: Estimation de la prévalence du grade 1 dans les clientèles sondées | 63 |
| Figure 36: Attitude thérapeutique face à un grade 1'..... | 64 |
| Figure 37 : Estimation de la prévalence du grade 2 dans les clientèles sondées | 64 |
| Figure 38: Attitude thérapeutique face à un grade 2 | 65 |
| Figure 39: Estimation de la prévalence du grade 3 dans les clientèles sondées | 65 |
| Figure 40: Attitude thérapeutique face à un grade 3 | 66 |
| Figure 41: Critère principal de décision chirurgicale..... | 66 |
| Figure 42: Traitements médicaux utilisés par les répondants dans le traitement de l'arcure/bouleture | 67 |
| Figure 43: Répartition des bovins en France (Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt - Agreste - La statistique, l'évaluation et la prospective agricole)..... | 70 |
| Figure 44: Organigramme situant la goniométrie dans la prise en charge du patient en médecine humaine (Grossemy, 2008) | 74 |
| Figure 45: Mobilisation de l'articulation du carpe autour de son axe de rotation..... | 78 |
| Figure 46: Pose du goniomètre sur l'antérieur du veau | 79 |
| Figure 47: Pose de la deuxième branche du goniomètre | 79 |
| Figure 48: Mise en extension du carpe | 80 |
| Figure 49: Mobilisation de l'articulation du boulet autour de son axe de rotation | 80 |
| Figure 50: Alignement de la première branche avec l'os métacarpien | 81 |
| Figure 51: Mesure de l'angle articulaire lorsque le boulet est en flexion | 81 |
| Figure 52: Mesure de l'angle articulaire lorsque le boulet est en extension..... | 82 |
| Figure 53: Interprétation des valeurs (en valeurs absolues) du coefficient de concordance de Lin (Partik et al., 2002) | 83 |
| Figure 54: Illustration des limites du coefficient de Lin (Desquilbet, 2016) | 84 |
| Figure 55: Exemple de graphique de Bland et Altman comparant deux méthodes de mesures (M_REF et M4) utilisées dans le dosage de la concentration en créatinine (Desquilbet, 2016) | 85 |
| Figure 56: Concordance entre les séries de mesures d'angles articulaires (opérateur Florian/opérateur Bérangère)..... | 86 |
| Figure 57: Graphique de Bland et Altman des deux séries de mesures d'angles articulaires (opérateur Florian / opérateur Bérangère)..... | 87 |
| Figure 58 : Concordance entre les deux séries de mesures d'angles articulaires réalisées à J1 et J2 par l'opérateur Florian..... | 88 |
| Figure 59 : Concordance entre les deux séries de mesures d'angles articulaires réalisées à J1 et J3 par l'opérateur Florian | 89 |

| | |
|---|-----|
| Figure 60 : Concordance entre les deux séries de mesures d'angles articulaires réalisées à J2 et J3 par l'opérateur Florian..... | 89 |
| Figure 61 : Graphique de Bland et Altman des deux séries de mesures d'angles articulaires réalisées à J1 et J2 par l'opérateur Florian..... | 90 |
| Figure 62 : Graphique de Bland et Altman des deux séries de mesures d'angles articulaires réalisées à J1 et J3 par l'opérateur Florian..... | 90 |
| Figure 63 : Graphique de Bland et Altman des deux séries de mesures d'angles articulaires réalisées à J2 et J3 par l'opérateur Florian..... | 91 |
| Figure 64 : Répartitions des valeurs sur les graphes de Bland et Altman utilisé pour mesurer la reproductibilité intra-opérateur..... | 93 |
| Figure 65: Critères cliniques d'inclusion et d'exclusion | 99 |
| Figure 66: Protocole d'administration de l'ARA ARTHRITE©..... | 103 |
| Figure 67 : Posture et aplomb du veau Holstein 5120 atteint de bouleture bilatérale sévère, à J0 (à gauche) et J20 (à droite) | 104 |
| Figure 68 : Posture et aplomb du veau Normand 6389 atteint de bouleture bilatérale sévère, à J0 (à gauche) et J20 (à droite) | 105 |
| Figure 69 : Posture et aplomb du veau Holstein 6085 atteint d'arcure de l'antérieur droit et de valgus de l'antérieur gauche, à J0 | 105 |
| Figure 70 : Aplomb du veau Normand 6548 atteint de bouleture bilatérale modérée de l'antérieur à J0 (à gauche)..... | 106 |

Liste des tableaux

| | |
|---|-----|
| Tableau 1: Légende de la Figure 1 (Budras et al., 2011) | 13 |
| Tableau 2: Gradation clinique des rétractions tendineuses | 29 |
| Tableau 3: Classification de Chappat et décision thérapeutique (Chappat, 1987)..... | 29 |
| Tableau 4: Symptômes associés aux carences en oligo-éléments chez les ruminants (Lamand et Périgaud, 1973) | 35 |
| Tableau 5 : Composition des principaux compléments alimentaires utilisés dans les cas d'arcure et/ou de bouleture et recommandations..... | 37 |
| Tableau 6 : Répartition du nombre de bovins en 2010 parmi les régions de l'enquête (Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt - Agreste - La statistique, l'évaluation et la prospective agricole) | 70 |
| Tableau 7: Fiabilité intra-opérateur (Coefficient = ICC) des mesures goniométriques en flexion et extension maximales chez le mouton (V. M. Govoni et al., 2012) | 75 |
| Tableau 8: Fiabilité inter-opérateur (Coefficient = ICC) des mesures goniométriques en flexion et extension maximales chez le mouton (V. M. Govoni et al., 2012) | 76 |
| Tableau 9: Normes des angles articulaires chez le veau de race Prim Holstein sain (Sengöz Şirin et al., 2014)..... | 76 |
| Tableau 10: Trame à remplir pour les prises de mesures..... | 77 |
| Tableau 11 : Données issues du graphe de Bland et Altman présenté en Figure 57. | 87 |
| Tableau 12: Résumé des graphes de Bland et Altman (Figure 61, Figure 62 et Figure 63) de concordance pour un même opérateur (Florian) | 91 |
| Tableau 13 : Reproductibilité intra-opérateurs sur mesures individualisées | 94 |
| Tableau 14 : Valeurs (moyenne et écart-type) des angles articulaires dans la présente étude et dans l'étude de Şirin <i>et al.</i> (2014) | 95 |
| Tableau 15 : Fiche d'évaluation: intensité du handicap..... | 100 |
| Tableau 16: Description de l'arcure | 101 |
| Tableau 17: Description de la bouleture..... | 102 |
| Tableau 18 : Evaluation clinique (à l'aide du questionnaire) à J0 des 4 veaux inclus dans l'étude préliminaire (Ara-A. = Ara-Arthrite®, AG = antérieur gauche, AD = antérieur droit, D = droite, G = gauche, Bi = bilatéral)..... | 107 |
| Tableau 19 : Evolution du défaut d'aplomb entre J0 et J20 des 4 veaux bouletés inclus dans l'étude préliminaire ; seuls les anomalies concernant les boulets sont renseignées (Ara-A. = Ara-Arthrite®, AG = antérieur gauche, AD = antérieur droit) | 108 |
| Tableau 20 : Evolution entre J0 (état initial) et J20 (20 ^{ème} jour) des amplitudes articulaires des boulets des veaux suivis dans l'étude préliminaire (Ara-A. = Ara-Arthrite®, AG = antérieur gauche, AD = antérieur droit ; ** = évaluation non possible cause décès avant J20)..... | 109 |

Introduction

Les rétractions tendineuses (arcure, bouleture et pied-bot) représentent une affection congénitale très fréquemment rencontrée chez les veaux nouveau-nés par les vétérinaires praticiens ruraux. Ces affections, relativement simples à diagnostiquer, ne font cependant pas l'objet de beaucoup de publications et encore moins de publications récentes. Bien qu'à l'échelle d'un élevage, leur impact économique soit faible, elles intéressent le plus souvent des animaux à haute valeur bouchère, comme le soulignait déjà Pierre Chappat en 1987 (Chappat, 1987) : « *[leur] grande valeur, au terme d'une destination bouchère, nous incite à remédier, dans les jours qui suivent la naissance, aux malformations des membres* ».

L'objectif de ce travail est donc de fournir un outil pouvant être une aide pour les praticiens dans la gestion des rétractions tendineuses congénitales. Après quelques rappels anatomiques et fonctionnels, les différentes rétractions tendineuses seront tout d'abord décrites. Les « rétractions tendineuses » étant aussi présentes chez le poulain, et ces dernières étant plus étudiées, quelques parallèles avec l'espèce équine seront faits.

Afin de mieux cerner les pratiques de terrain, une enquête a été menée dans le cadre de ce travail auprès de vétérinaires ruraux confrontés à cette maladie ; les résultats de cette enquête seront exposés dans une seconde partie. Ensuite, une nouvelle approche de la quantification du degré d'atteinte en utilisant la goniométrie sera présentée. Les différents traitements non chirurgicaux utilisés sur le terrain ainsi que leur efficacité réelle seront étudiés. Enfin, un protocole sera proposé pour tenter de valider les traitements n'ayant pas encore prouvé leur efficacité.

Partie 1 : Rétractions tendineuses du veau : description, conséquences et traitements

Les rétractions tendineuses occupent une place importante dans les maladies congénitales chez les bovins de toutes races. En Inde, l'école vétérinaire du Cachemire recense 19 cas de rétractions tendineuses parmi les 70 cas d'anomalies congénitales reçus sur 3 ans (soit plus du quart) (Fazili *et al.*, 2014). Cependant, la prévalence de ces anomalies congénitales n'est pas connue précisément. Les entités pathologiques que sont les rétractions tendineuses et le syndrome arthrogrypose-palatoschisis (SAP)¹ seront bien à distinguer. Beaucoup de publications évoquent ces deux entités ensemble pour les rassembler sous les « malformations articulaires congénitales ».

Seules les rétractions tendineuses affectant les membres antérieurs du veau seront décrites dans ce travail de thèse, celles-ci étant rapportées beaucoup plus fréquemment. Dans l'étude indienne (Fazili *et al.*, 2014), cela concerne 16 veaux sur les 19 reçus.

Dans un premier temps, l'anatomie de la main et de l'avant-bras du veau seront abordées en insistant sur les structures musculo-tendineuses impliquées dans les rétractions tendineuses.

¹ Le SAP est une arthrogrypose à proprement parler et intéresse donc les structures articulaires directement et non les tendons en premier lieu. Les rétractions tendineuses n'impliquent pas les structures articulaires mais uniquement les différents groupes musculo-tendineux.

A/ Description de l'arcure/bouleture

1. Rappels anatomiques du membre antérieur

Seule l'anatomie du bras et de l'avant-bras du veau est présentée dans cette partie.

1.1. Structures osseuses

1.1.1. Avant-bras

Au niveau de l'avant-bras des bovins, se trouvent classiquement le radius et l'ulna. L'avant-bras des bovins est, en proportion, relativement court par rapport à l'Homme (Figure 1). Le corps de l'ulna, chez les bovins, se continue jusqu'à l'extrémité distale de l'avant-bras.

Figure 1: Structures osseuses d'un avant-bras gauche de bovin (Budras et al., 2011)

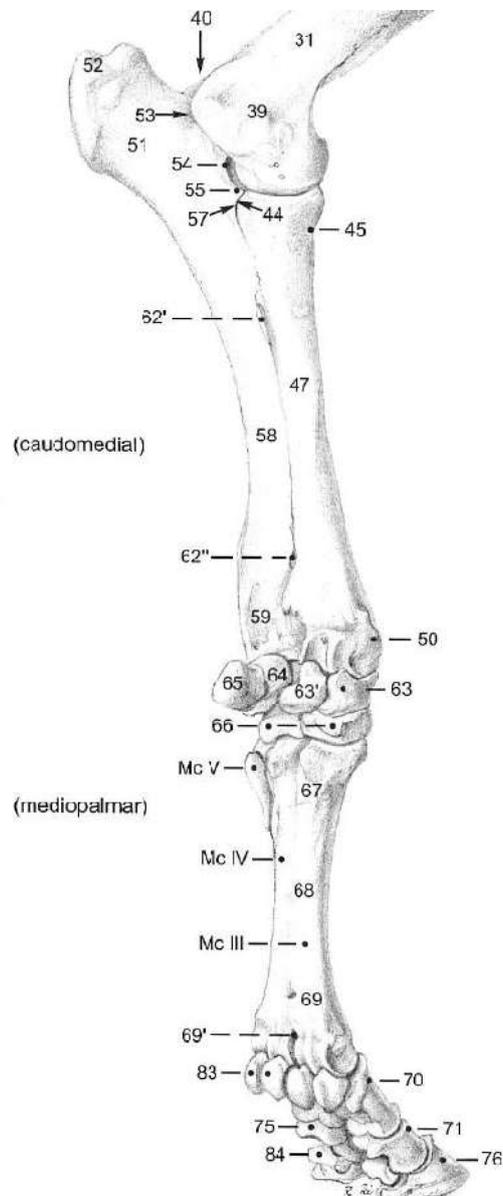


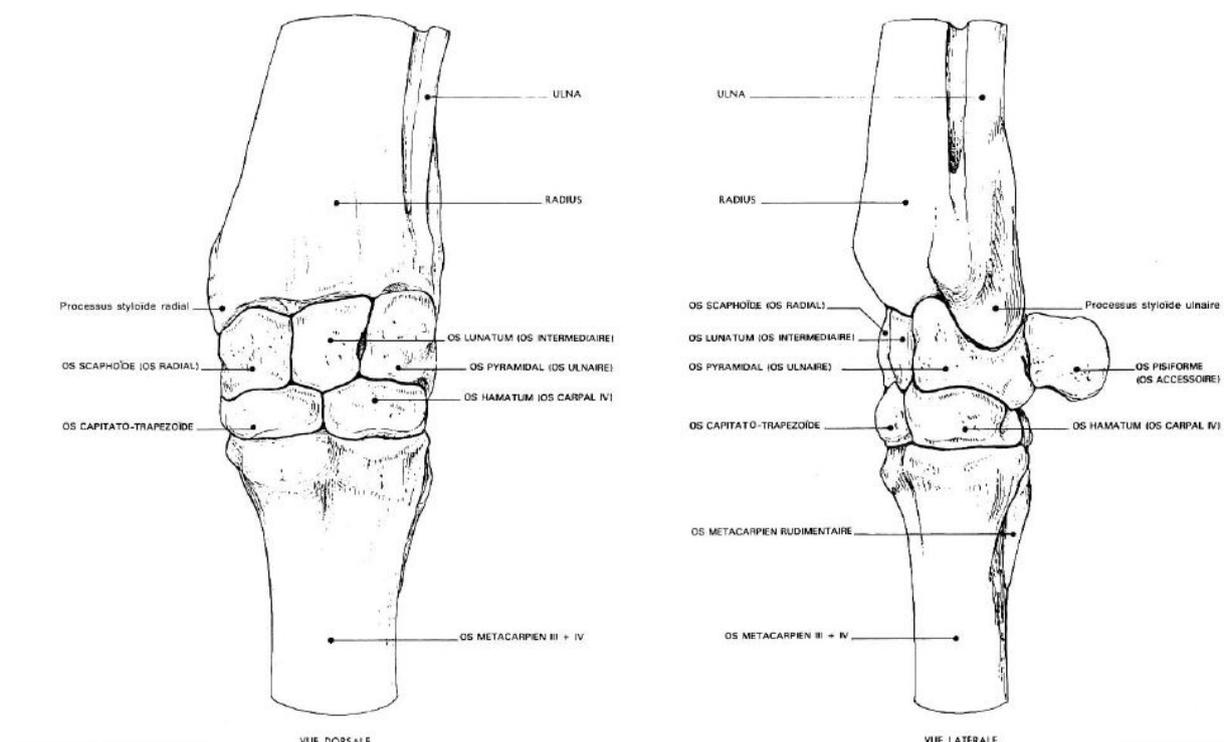
Tableau 1: Légende de la Figure 1 (Budras et al., 2011)

| | | | |
|------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Bras | Humérus | 31 | Corps de l'humérus |
| | | 39 | Epicondyle médial |
| | | 40 | Fosse de l'olécrane |
| Avant-bras | Radius | 44 | Facette articulaire |
| | | 45 | Col du radius |
| | | 47 | Corps du radius |
| | | 50 | Processus styloïde médial |
| | Ulna | 51 | Olécrane |
| | | 52 | Tubérosité de l'olécrane |
| | | 53 | Processus anconé |
| | | 54 | Encoche trochléaire |
| | | 55 | Processus coronoïde médial |
| | | 57 | Encoche radial |
| | | 58 | Corps de l'ulna |
| 59 | Tête de l'ulna | | |
| Main | Carpe | 63 | Os radial du carpe |
| | | 63' | Os intermédiaire du carpe |
| | | 64 | Os ulnaire du care |
| | | 65 | Os accessoire du carpe |
| | | 66 | Os II et III du carpe |
| | Métacarpe (os III, IV et V) | 67 | Base |
| | | 68 | Corps |
| | | 69 | Tête |
| | | 69' | Fosse intercapitée |
| | Doigts | 70 | Phalange proximale |
| | | 71 | Deuxième phalange |
| | | 75 | Tubérosité du fléchisseur |
| | | 76 | Troisième phalange |
| 83 | | Os sésamoïdes proximaux | |
| 84 | Os sésamoïde distal | | |

1.1.2. Carpe

Le carpe chez les bovins est l'équivalent du poignet chez l'Homme. Il comprend six os (ou osselets) disposés en deux rangées : l'os accessoire, l'os ulnaire, l'os intermédiaire, l'os radial sur la rangée proximale et, l'os hamatum et l'os capitato-trapézoïde sur la rangée distale (Figure 2).

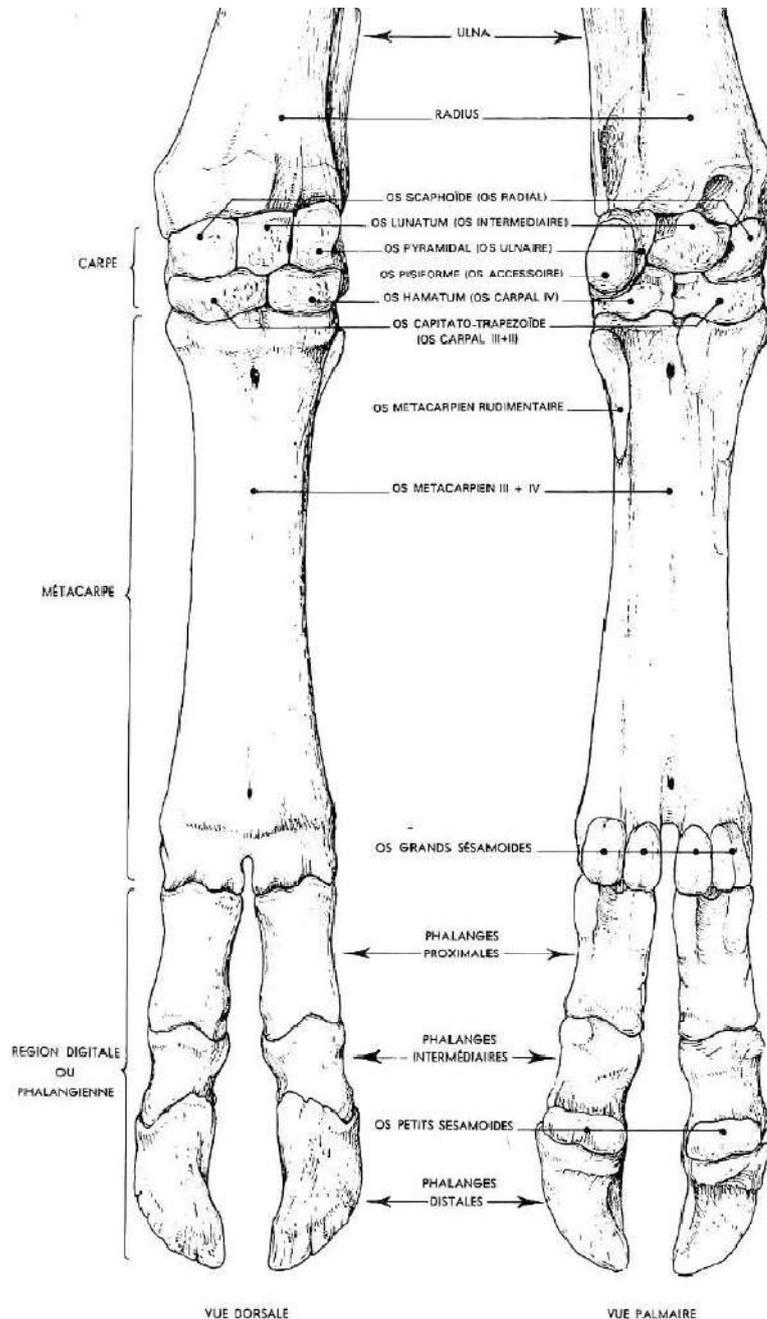
Figure 2: Carpe gauche de bœuf, vue dorsale à gauche, vue latérale à droite (Barone, 2010)



1.1.3. Métacarpe

Le métacarpe des bovins comprend un os principal issu de la soudure des os métacarpiens III et IV, et un os métacarpien V rudimentaire (Figure 3).

Figure 3: Main gauche de bovin : vue dorsale à gauche et vue palmaire à droite (Barone, 2010)



1.1.4. Phalanges

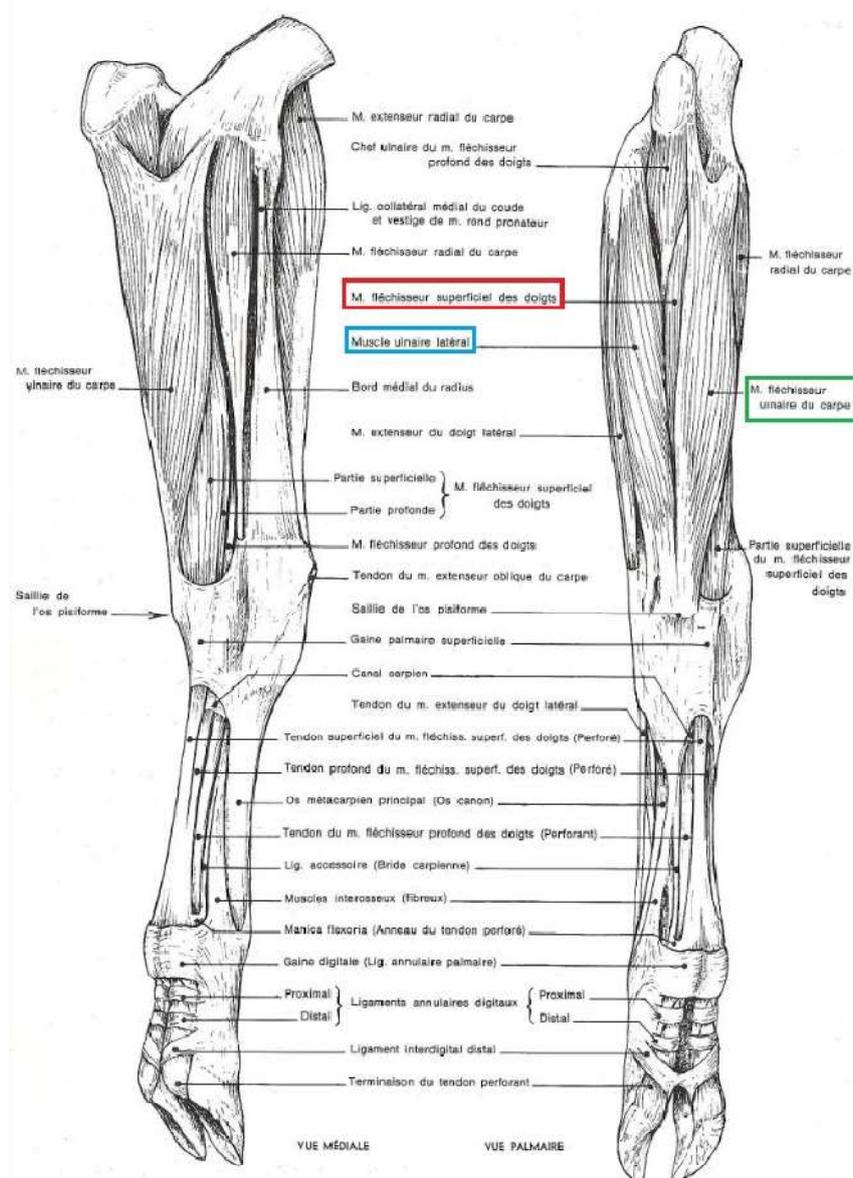
Chez les bovins, les 2 doigts sont représentés par les doigts III et IV qui sont constitués chacun de 3 phalanges (Figure 3)

1.2. Muscles et tendons (Barone, 2010)

Seules les structures musculo-tendineuses qui sont impliquées dans les rétractions tendineuses sont décrites dans cette partie. Il s'agit du muscle ulnaire latéral, du muscle fléchisseur ulnaire du carpe, des muscles fléchisseurs des doigts ainsi que leurs tendons et gaines. Ces muscles ont la particularité, chez les bovins, d'appartenir au système fléchisseur. Ils sont situés principalement en face palmaire de l'avant-bras.

Du fait de la régression de l'ulna chez les ruminants, **le muscle ulnaire latéral** (en bleu sur la Figure 4) se retrouve en région palmaire de l'avant-bras. Cette position lui confère une fonction de fléchisseur. Ce muscle trouve son insertion sur le sommet de l'épicondyle latéral de l'humérus et sa terminaison sur le bord proximal de l'os pisiforme. Il participe à limiter l'extension du carpe et du métacarpe lors de l'appui du membre au sol.

Figure 4: Muscles de l'avant-bras d'un bœuf: membre gauche, vue médiale à gauche et vue palmaire à droite (Barone, 2000)



Le muscle fléchisseur ulnaire du carpe (en vert sur la Figure 4) vient croiser obliquement la face palmaire de l'avant-bras. Son insertion est située sur l'épicondyle médial de l'olécrane et sa terminaison sur le bord proximal de l'os pisiforme.

Il contribue principalement à limiter l'extension du carpe lors de la phase d'appui du membre au sol.

Le groupe des fléchisseurs des doigts est divisé en deux muscles : le muscle fléchisseur superficiel des doigts et le muscle fléchisseur profond des doigts.

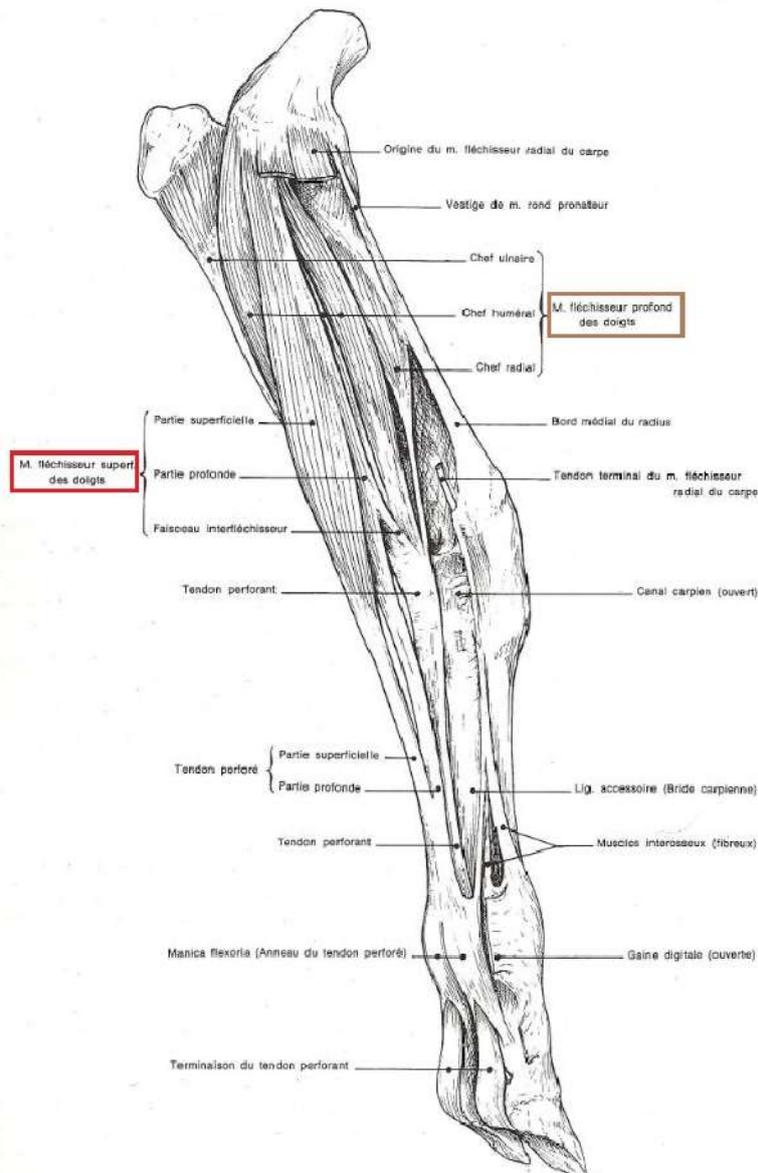
Le fléchisseur superficiel des doigts (en rouge sur les Figure 4 et Figure 5) s'insère au sommet de l'épicondyle médial de l'humérus et se termine sur le revers palmaire de l'extrémité proximale de la phalange moyenne des doigts.

Son tendon participe au soutènement de l'articulation métacarpo-phalangienne lorsque le membre est à l'appui au sol.

Le **muscle fléchisseur profond des doigts** est scindé en trois chefs : le chef huméral, le chef ulnaire et le chef radial. Le chef huméral (en marron sur la Figure 5) commence sur l'épicondyle médial de l'humérus. Le chef ulnaire se rattache au bord caudal de l'olécrane et le chef radial s'attache à la face palmaire du radius. La terminaison de ces trois chefs se fait à la face palmaire de la phalange distale.

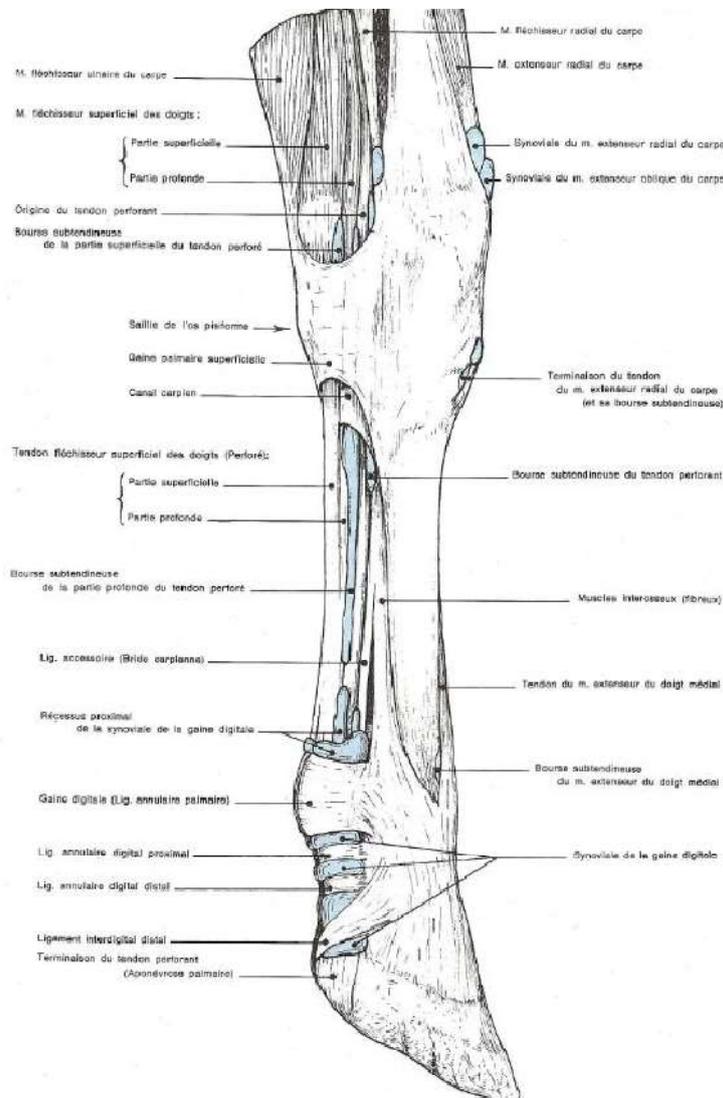
Ce muscle participe également au soutènement de la région du boulet et du rayon digital.

Figure 5: Muscles fléchisseurs des doigts d'un bœuf après ouverture large des gaines: membre gauche, vue médiale (Barone, 2000)



Les tendons incriminés dans les rétractions tendineuses chez le veau sont les tendons terminant les muscles précédemment décrits (Figure 6).

Figure 6: Tendons, gaines et synoviales de la main d'un bœuf : membre gauche, vue médiale, avec les synoviales colorées en bleu (Barone, 2000)



L'arcure et la bouleture sont communément considérées comme des rétractions tendineuses ; toutefois, il pourrait s'agir d'un syndrome lié à une rétraction musculaire, certains auteurs parlant même de rétractions du groupe musculo-tendineux. Les auteurs anglo-saxons parlent de « flexural deformities » (Anderson et al., 2008).

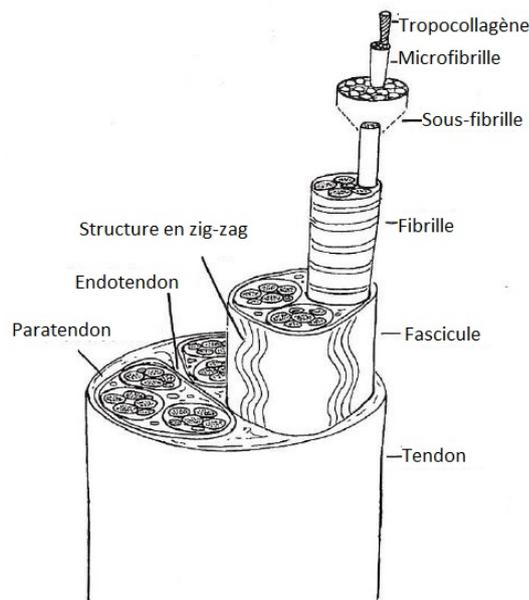
2. Biologie des tendons (Baxter, 2011)

2.1. Anatomie des tendons

Les tendons sont des bandes denses de tissu conjonctif fibreux unissant les muscles aux os ; leur fonction est de transmettre les forces de contraction musculaire à l'os et de permettre les mouvements articulaires nécessaires à la locomotion. Le tendon est constitué de fibres tendineuses. Les fibres tendineuses sont composées, à la base, de molécules de collagène de type I. Les molécules de collagène s'organisent en un réseau complexe à trois niveaux (Figure 7) :

- Des paquets longitudinaux cohérents de molécules de collagène ou de fibrilles prennent place entre les rangées de fibroblastes, l'ensemble décrivant un mouvement hélicoïdal sur la longueur du tendon et une configuration en « zig-zag » ou en vagues à la surface.
- Les fibres s'organisent en unités fasciculées.
- Les unités fasciculées se regroupent en unités tendineuses tertiaires.

Figure 7: Représentation schématique du tendon (Baxter, 2011)



Cette structure complexe amène une cohésion latérale considérable et confère au tendon de bonnes propriétés de résistance aux forces de traction et une faible extensibilité. Les fibroblastes ne créent pas la résistance tendineuse mais leur existence est essentielle à son maintien. Le tendon est une structure dynamique qui renouvelle entièrement son collagène tous les six mois, ce à quoi les fibroblastes œuvrent, particulièrement.

Le tendon possède des structures qui lui sont associées :

- **L'endotendon** est constitué de trabécules de tissu conjonctif lâche ; il s'étale entre les unités tendineuses et amène vaisseaux, nerfs et vaisseaux lymphatiques.

- **Le péritendon** est une couche de tissu conjonctif lâche qui recouvre la surface tendineuse et dont l'endotendon est une extension. A l'extérieur du péritendon, le tendon est entouré soit du paratendon, soit d'une gaine tendineuse.
- **La gaine tendineuse** prend place là où le tendon doit faire un brusque changement de direction (en premier lieu quand il longe une articulation). Cette structure minimise les mouvements de friction. La gaine tendineuse est comparable à une capsule articulaire. Elle est composée d'un feuillet conjonctif pariétal et d'un feuillet conjonctif viscéral, séparés par des cellules synoviales. Les 2 feuillets délimitent une cavité contenant de la synovie.
- **Le paratendon** entoure le tendon lorsque celui-ci a un trajet rectiligne. Ce tissu fibreux (proche des fascias) est élastique et permet le glissement. Il est très vascularisé.
- **Les bourses** sont semblables à la gaine tendineuse, mais elles ne recouvrent qu'une partie de la circonférence du tendon. Elles se trouvent à la surface d'une proéminence osseuse, entre cette dernière et le tendon.
- **Les ligaments annulaires ou rétinacles** sont des bandes fibreuses qui maintiennent le tendon en position correcte lorsque celui-ci passe sur des surfaces qui le font changer de direction.
- **Le mésotendon ou vinculum** est une dépendance de la gaine tendineuse, réunissant celle-ci et le tendon, et richement vascularisé.

Le tendon a quatre sources de vascularisation :

- le muscle,
- l'os,
- le mésotendon ou vinculum,
- le paratendon.

L'insertion osseuse et le muscle apportent la vascularisation des quarts proximaux et distaux du tendon. Le paratendon est responsable de la majeure partie de la suppléance vasculaire.

2.2. Propriétés mécaniques des tendons

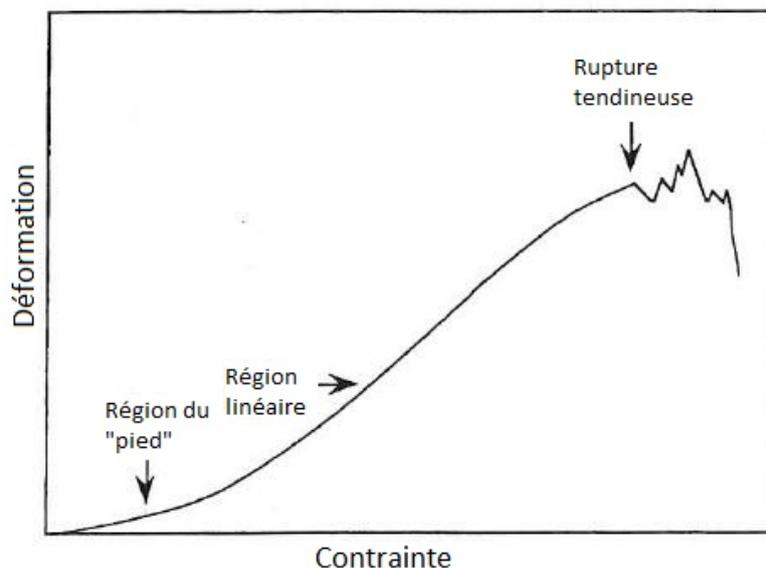
La structure élaborée des tendons sert à transférer les forces générées par les muscles (lors de leur contraction) aux éléments osseux auxquels ils sont attachés afin de permettre le mouvement. Les tendons peuvent aussi être considérés comme une structure élastique qui stocke et restitue de l'énergie et rend le mouvement plus efficace. Cette fonction est notamment très étudiée en biomécanique du cheval.

Les caractéristiques biomécaniques des tendons sont souvent représentées par une courbe contrainte/déformation (Figure 8). Sur cette courbe, on peut distinguer 4 zones :

- **Le pied** : c'est une zone de faible contrainte et de déformation importante. Cette partie est une zone visco-élastique, c'est-à-dire, que la raideur, initialement faible, augmente progressivement. Dans cette zone, il y a un déplissement progressif des fibres de collagène qui sont initialement ondulées. Cette contrainte correspond aux contraintes exercées sur les tendons de façon quotidienne.
- **La phase élastique** : c'est une zone linéaire caractérisée par sa pente (raideur ou coefficient d'élasticité). Dans cette phase, survient une forte augmentation de la tension pour une faible augmentation de la déformation. Le transfert de forces est optimal dans cette zone. C'est une zone qui est purement élastique puisque les déformations sont totalement réversibles.

- La phase plastique : dans cette zone, il y a une rupture de pente, c'est-à-dire que les contraintes se stabilisent pour des déformations plus importantes. La limite élastique de la structure est alors dépassée. Les fibres tendineuses ne peuvent plus résister à la contrainte et donc se rompent. Une rupture progressive des fibres est d'abord observée, ce qui explique l'allure en dents de scie de la courbe. Cette phase se termine quand toutes les fibres sont rompues. Elle est qualifiée de plastique car les déformations y sont irréversibles. Le tendon ne reprend alors plus sa forme initiale une fois la mise en charge supprimée.

Figure 8: Courbe contrainte/déformation des tendons (Goodship et al., 1994)



Pour l'espèce équine, des pourcentages d'élongation du tendon du fléchisseur superficiel du doigt (TFSD) *in vitro* ont été rattachés à la courbe contrainte-déformation (Baxter, 2011). Une déformation de 3 à 5% de la longueur initiale du tendon est considérée comme normale. La limite élastique (avec rupture des premières fibrilles) est atteinte pour des déformations de 5 à 8 %. Et lorsque les déformations atteignent 10 à 13 %, une rupture complète du tendon peut survenir *in vitro*. Toutefois, il est mentionné que, chez certains pur-sang, l'élongation peut atteindre 16% sans rupture de tendon suite à l'échauffement.

2.3. Régénération des tendons

Plusieurs circonstances peuvent provoquer un endommagement (tendinopathie) des tendons : l'application d'une force excessive (unique ou répétée de façon très rapprochée), un traumatisme externe aigu ou l'accumulation répétée de micro-traumatismes internes (élongation submaximale).

Lorsqu'un tendon est lésé, le processus de réparation fait intervenir trois phases successives : la phase d'inflammation aiguë, la phase de réparation subaiguë et la phase chronique de remodelage.

Dans la phase inflammatoire aiguë initiale, le degré de l'inflammation dépend de la sévérité de la lésion et des éventuels traitements administrés (notamment anti-inflammatoires). Cette phase dure en général une à deux semaines chez le cheval et est caractérisée par des

hémorragies locales intra-tendineuses, de l'œdème, et la libération de facteurs inflammatoires et d'enzymes protéolytiques. Ces enzymes, si elles ne sont pas canalisées par l'administration d'anti-inflammatoires non stéroïdiens, aggravent la lésion tendineuse initiale, par atteinte des fibres tendineuses adjacentes, initialement saines.

La phase subaigüe atteint, elle, son pic trois semaines après l'apparition de la lésion. Cette phase est marquée par une néo-vascularisation et une imprégnation de fibroblastes du site lésionnel. Ces fibroblastes réarrangent la structure de collagène. Toutefois, le tissu cicatriciel formé est plus fragile que le tissu d'origine.

Enfin, la phase de remodelage consiste en une conversion des fibres de collagène III en fibre de collagène I. Ce processus prend plusieurs mois et la résistance aux contraintes initiale du tendon n'est jamais retrouvée. L'exercice est fondamental lors de cette phase de guérison puisqu'il aide à l'alignement de fibres de collagène dans le sens de la force exercée, fournissant ainsi une résistance supérieure du tendon ; il permet aussi d'éviter le développement d'une rétraction tendineuse.

Bien que l'arcure et la bouleture congénitales ne soient pas à proprement parler des tendinopathies, ces éléments sont importants à prendre en compte pour leur prise en charge (risque de blessures lors d'immobilisation passive et nécessité du maintien de l'exercice notamment lors de la prise en charge orthopédique).

3. Biomécanique du pied des bovins

Avant de présenter les rétractions tendineuses affectant le membre antérieur chez les veaux, il est important de s'intéresser au pied normal, à l'arrêt et en mouvement.

3.1. À l'arrêt

Sur un sol plat, l'appui de l'onglon au sol se fait sur le bord d'appui de la muraille (la majorité sur le bord abaxial) mais aussi sur une partie de la corne du bulbe et sur la sole.

Contrairement aux idées reçues qui voudraient que la sole ne soit qu'une zone d'appui partielle, les pressions maximales s'exercent sur la sole (van der Tol et al., 2002).

La transmission du poids du corps sur la troisième phalange se fait selon l'axe de la deuxième phalange (PPJ *et al.*, 2002).

3.2. Description de la marche

Le mouvement peut être décrit comme une rupture de l'état d'équilibre. La marche est une succession de mouvements successifs, répétitifs et rythmés. Les articulations inter-phalangiennes, dont la mobilité est réduite lors de rétractions tendineuses, sont le centre de tout le mouvement du membre ; le corps pivote sur elles.

Chaque membre subit trois phases lors de la marche : la phase de prise de contact, la phase d'appui principal et la phase finale de protraction (Greenough et al., 1983).

- Pendant la **prise de contact avec le sol (poser du pied)**, c'est la région de la pince qui entre en premier en contact avec le sol.
- Pendant la **phase d'appui (amortissement et support du poids du corps par appui du membre au sol)**, le choc subit par l'articulation interphalangienne distale est absorbé par le coussinet digital. Les os sésamoïdes distaux et leurs ligaments amortissent aussi le choc. L'enfouissement de l'articulation inter-phalangienne distale dans la boîte cornée est un élément supplémentaire de protection face aux

chocs de l'appui. Les onglons s'écartent davantage à leurs extrémités qu'au niveau des talons.

- Pendant la **phase de protraction**, les articulations sont en extension. Les doigts sont étendus par les muscles extenseurs communs et propres des doigts III et IV. Pour la protraction des membres postérieurs, les articulations sont étendues à l'exception de l'articulation de la hanche, fléchie.
- Une fois **le membre tiré vers l'avant**, pendant la phase de soutien, les articulations sont fléchies. Les doigts sont fléchis par les muscles fléchisseurs profonds et superficiels.

4. Arcure, bouleture, pied-bot : définitions et gradation

L'arcure, la bouleture et le pied-bot sont définis dans cette partie. En effet ces différentes rétractions peuvent souvent être confondues sur le terrain.

4.1. Définitions

4.1.1. Arcure

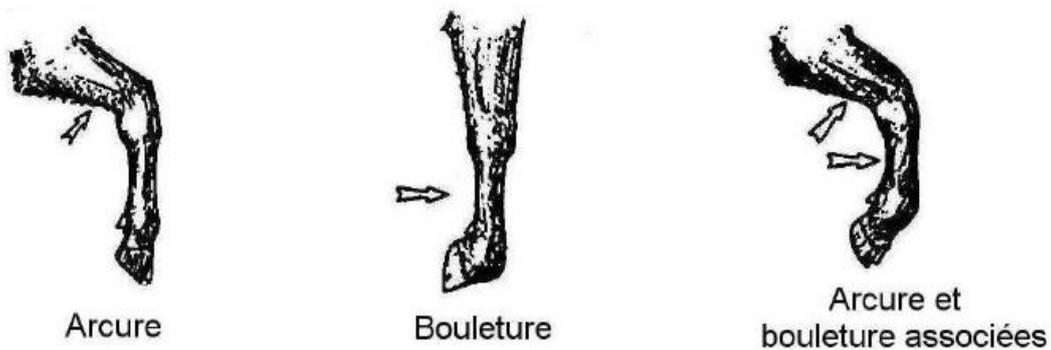
L'arcure est une modification de l'angle de l'articulation du carpe (Figure 10). Cliniquement, elle est caractérisée par un positionnement du carpe en avant de la de la ligne d'aplomb du membre antérieur, lié à une obliquité anormale des rayons de l'avant-bras et du bras. L'aplomb des doigts, en cas d'arcure seule, reste pratiquement normal. Cette affection rend difficile voire impossible l'extension de l'intégralité de l'articulation du carpe (Figure 9), ce qui a pour conséquence de réduire l'angle articulaire du carpe en extension. Par contre, la flexion totale reste réalisable ; c'est ce dernier critère qui permet de distinguer l'arcure d'une arthrogrypose.

Les tendons le plus souvent impliqués sont les tendons du muscle fléchisseur ulnaire et du muscle ulnaire latéral.

Figure 9: Veau Charolais présentant une arcure bilatérale marquée (photo Florian Guigui)



Figure 10 : Arcure, bouleture, arcure et bouleture associées (Laurent, 2008)



4.1.2. Bouleture

La bouleture est une affection tendineuse affectant l'articulation métacarpo- (ou métatarso)-phalangienne, qui entraîne une fermeture de l'angle articulaire palmaire (ou plantaire) du boulet (Figure 10). Elle se caractérise cliniquement par une impossibilité d'extension des boulets (antérieurs ou postérieurs) (Figure 11), la flexion restant possible, ce qui la distingue de l'arthrogrypose.

Le tendon le plus souvent impliqué est le tendon du muscle fléchisseur superficiel des doigts.

Figure 11: Veau Normand présentant une bouleture bilatérale marquée (*photo Florian Guigui*)



L'arcure et la bouleture sont aussi retrouvées parfois ensemble sur un même membre (Figure 10).

4.1.3. Pied-bot

Le pied-bot est caractérisé par une fermeture de l'angle palmaire de l'articulation interphalangienne distale (située dans la boîte cornée) et se manifeste par une impossibilité d'extension de l'articulation du paturon.

En pratique, le pied-bot est plus difficile à diagnostiquer à cause de sa ressemblance avec la bouleture du fait de la proximité des articulations concernées et des tendons touchés. De plus, l'articulation interphalangienne distale est contenue dans la boîte cornée, ce qui la masque.

Seules l'arcure et la bouleture sont traitées dans la suite de ce travail.

4.2. Étiologie

L'étiologie exacte des rétractions tendineuses chez le veau n'est pas connue. Néanmoins de nombreuses équipes de chercheurs et de cliniciens ont avancé des hypothèses.

4.2.1. Hypothèse génétique

Les rétractions tendineuses chez le veau sont souvent rapprochées du syndrome arthrogrypose palatoschisis (SAP) (Anderson et al., 2008). Cependant, les symptômes en sont bien distincts. En effet, le SAP, comme son nom l'indique, est le plus souvent associé à une fente palatine notamment en race Charolaise, même si celle-ci n'est pas présente à chaque fois. De plus une ankylose marquée des quatre membres est retrouvée alors que dans le cas des rétractions tendineuses, l'ankylose articulaire est souvent absente ou d'apparition tardive. L'hypothèse d'une origine génétique de ce syndrome a été démontrée (Institut de l'élevage, 2008). De même que pour le SAP, une hypothèse génétique des rétractions tendineuses peut être avancée (Sartelet, 2007).

Un parallèle peut être fait avec l'espèce équine qui présente aussi des rétractions tendineuses congénitales (souvent retrouvées sous le nom de « contractures »). Là aussi l'hypothèse génétique est souvent avancée bien qu'il n'y ait pas plus de preuves (Kidd et Barr, 2002).

Cette hypothèse génétique est actuellement à l'étude ; l'ONAB (« Observatoire National des Anomalies Bovines", s. d.) a lancé, en 2013, un plan « arcure-bouleture » pour procéder au génotypage de veaux atteints de rétractions tendineuses congénitales. Ce plan, dans un premier temps, a été déployé au niveau des centres de sélection en races charolaise et normande. Une suspicion de transmission génétique à partir d'un taureau reproducteur a été émise, mais n'est pas encore confirmée.

4.2.2. Hypothèse de la contrainte intra-utérine

La contrainte exercée *in utero* serait alors purement mécanique. La position du veau, dans l'utérus de la mère, serait telle que le déploiement optimal des membres du fœtus ne serait pas possible. Une hypomobilité importante aurait pour conséquence un mauvais développement des membres et de leurs tendons associés. Des études expérimentales reproduisant une hypomobilité durant la gestation chez la brebis ont réussi à reproduire ces rétractions tendineuses (Van Huffel et Rug, 1990). Pour cela, les fœtus avaient des élastiques restreignant la mobilité de leurs carpes, empêchant ainsi une extension optimale de ceux-ci. Sartelet (Sartelet, 2007), dans une étude épidémiologique en race Bleu Blanc Belge, a montré que les veaux atteints sont 15 % plus lourds que la moyenne, 84% sont des culards,

48% sont nés en présentation postérieure et 81% sont nés par césarienne. Cependant l'origine exacte de cette hypomobilité n'est pas connue.

Cette hypomobilité *in utero* serait liée à la taille du fœtus. Les souches à croissance rapide pourraient aussi être plus touchées, le squelette grandissant plus vite que les muscles et leurs tendons. L'ONAB pensait ainsi avoir trouvé un taureau Normand donnant des veaux particulièrement gros et une proportion plus importante de veaux arqués ou bouletés. Toutefois, les index de ce taureau ne viennent pas conforter cette hypothèse (*Observatoire National des Anomalies Bovines - Accueil (n.d.)*. [<https://www.onab.fr/>] (*Consultation le 6/6/16*), n.d.).

Un cas rapporté sur Vétofocus² par le Dr Cécile Boos dans l'Aube en avril 2010 (Boos, 2010), mentionne un cas de possible gestation extra-omentale ayant conduit à de la bouleture sur les postérieurs. Cette dernière est réductible à la main. N'étant plus contenu dans la sangle épiploïque, l'utérus peut basculer sous le rumen. Normalement, lors de la gestation, l'utérus est situé dans la bourse supra-omentale, ce qui fait qu'il est maintenu par la sangle épiploïque (Pavaux, 1981). Dans ce cas, la contrainte *in utero*, générée par la position non physiologique de l'utérus, pourrait donc bien expliquer la bouleture observée.

En médecine humaine, dans le cas du pied-bot, la notion de contrainte intra-utérine, longtemps retenue comme facteur causal premier, n'est actuellement acceptée que comme facteur aggravant d'une déviation constituée dès les premiers mois de gestation, ou alors comme cause de simples déformations mineures (Yves Xhardez et al., 2015).

Le pied-bot congénital, chez l'homme est d'ailleurs souvent associé à d'autres anomalies positionnelles (luxation de hanche, torticolis, *genu recurvatum*, ...) (Y. Xhardez et al., 2015).

4.2.3. Hypothèse alimentaire

Une maladie proche des rétractions tendineuses a été découverte aux Etats-Unis : la « *crooked calf disease* ». Cette maladie est liée à l'ingestion, pendant la gestation, de plantes (comme le lupin) contenant une substance alcaloïde. Une sorte de bouleture est alors retrouvée mais une section tendineuse du tendon fléchisseur superficiel du doigt ne lèverait pas cette bouleture, ce qui fait qu'il est difficile d'envisager qu'il s'agisse d'une stricte rétraction tendineuse (Abbott et al., 1986).

Certaines carences, notamment les carences en manganèse, ont été incriminées comme étant responsables des défauts d'aplomb chez le veau (Lamand et Périgaud, 1973). Cependant un lien direct entre ces carences et l'arcure et la bouleture n'a jamais pu être mis en évidence.

4.2.4. Hypothèse infectieuse

Des virus semblent causer des malformations des antérieurs, comme les virus Akabane et Schmallenberg. Cependant, la déformation des aplombs retrouvée est générée par une ankylose articulaire et non par une rétraction tendineuse (Beer *et al.*, 2013). Aujourd'hui cette hypothèse n'est pas favorisée.

² Vétofocus.fr est un site internet collaboratif sur lequel les praticiens peuvent échanger sur leurs cas cliniques originaux. De nombreux spécialistes collaborent pour la résolution de ces cas cliniques (dont certains professeurs des écoles vétérinaires). La partie « ruminants » y est très documentée.

4.3. Diagnostic et gradation

4.3.1. Diagnostic et amplitude articulaire

Le diagnostic de l'arcure-bouleture repose essentiellement sur des critères cliniques. En effet, le diagnostic est assez simple grâce à l'observation et à la mobilisation de l'articulation concernée. L'amplitude articulaire y est réduite.

Définition de l'amplitude articulaire :

$$ROM = \theta_{max}^{ext} - \theta_{max}^{flex}$$

ROM : range of motion (amplitude articulaire)

θ_{max}^{ext} : angle en extension maximale

θ_{max}^{flex} : angle en flexion maximale

Face à un aplomb anormal d'un membre en région d'une articulation, le diagnostic différentiel est restreint puisque les symptômes sont pathognomoniques. Il faut toutefois différencier la rétraction tendineuse d'une ankylose articulaire (arthrogrypose) en mobilisant l'articulation.

4.3.2. Gradation

La difficulté réside alors plus dans la gradation de l'atteinte que dans le diagnostic de l'arcure/bouleture. La gradation joue un rôle important dans le choix de la stratégie thérapeutique. Pour cela, plusieurs techniques ont été développées.

a) Par un score clinique

Tout d'abord, des techniques de gradation basées uniquement sur les critères cliniques ont été proposées.

En 1996, apparaît une première échelle de gradation basée sur des critères cliniques (Anderson et St Jean, 1996). Les veaux atteints sont classés selon trois grades :

- **Grade 1- peu sévère** : le veau peut marcher sans difficulté mais le talon ne touche pas le sol. Le veau prend appui sur l'extrémité distale des onglons et son poids est reporté vers l'avant.
- **Grade 2- modéré** : le veau marche mais la face plantaire du sabot est perpendiculaire au sol. Le veau ne reste que peu de temps debout et présente des difficultés à se déplacer.
- **Grade 3- sévère** : le veau, pour se déplacer, est obligé de prendre appui sur ses carpes. L'animal n'arrive pas à téter sans l'aide de l'éleveur.

Bien que cette première méthode de gradation soit une aide précieuse à la décision thérapeutique, ce score peut être affiné.

Dans la littérature, Sartelet (2007) mentionne une gradation plus fine (Tableau 2) établie par le professeur SerTEYN en 2002. Cette gradation inclue le nombre de membres atteints ainsi que le nombre d'articulations. Elle est aussi corrélée à l'état général de l'animal. Cette finesse permet de préciser la stratégie thérapeutique ainsi que le pronostic.

Tableau 2: Gradation clinique des rétractions tendineuses

| Grade | Articulations atteintes | Signes cliniques | Traitement prescrit | Pronostic |
|-------|-----------------------------------|---|--|-----------|
| I | 2 membres 1 articulation | EG bon Se lève, se déplace Appui en pince Réduction manuelle possible | Confinement 10 jours si pas d'amélioration attelles 15 jours | BON |
| II | 2 membres 1 articulation | EG bon Se lève, se déplace Appui sur ses boulets Réduction manuelle possible | Attelles 15 jours si pas d'amélioration : Ténotomie perforé + perforant + attelles 2 à 3 semaines | BON |
| III | 2 membres 2 articulations | EG altéré Ne se lève pas seul Appui sur ses boulets Réduction manuelle dérisoire | Ténotomie perforé + perforant + fléchisseurs du carpe + attelles 3 semaines | RESERVE |
| IV | 4 membres 1 ou 2 articulations | EG mauvais Ne se lève pas seul Ne tient pas debout Réduction manuelle impossible | Euthanasie ou Ténotomie perforé + perforant + desmotomie partielle LSB + attelles 3 semaines | MAUVAIS |

EG : état général, LSB : ligament suspenseur du boulet

Chappat (Chappat, 1987) présente aussi une classification de l'arcure et de la bouleture reposant sur l'évaluation de la posture de l'animal et de l'angulation de l'articulation (Tableau 3).

Tableau 3: Classification de Chappat et décision thérapeutique (Chappat, 1987)

Pronostic et décision opératoire

| ARQURE | | | BOULETURE | | ARQURE + BOULETURE |
|---|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| \hat{A} = Angle interne bras/canon (*) | | | | | |
| $\hat{A} \geq 130^\circ$ | $120^\circ > \hat{A} < 130^\circ$ | $\hat{A} \leq 120^\circ$ | Appui en pince sans bascule | Appui en pince avec bascule | Tous les cas |
| Expectative Guérison spontanée | Prothèse seule | Chirurgie + Prothèse | | | |
| Avec surveillance attentive de l'affaissement des sésamoïdes | | | | | |

(*) Mesure de \hat{A} rapide sur photo polaroïde.

Cette gradation a l'inconvénient, pour la mesure angulaire, de se baser sur une mesure sur veau debout. Or le veau adopte fréquemment différentes positions selon le poids du corps qu'il met sur le membre atteint ; il est donc difficile de standardiser cette mesure.

En médecine humaine, le pied-bot congénital est classé en trois groupes de gravité croissante :

- Groupe I : simple attitude vicieuse réductible sans effort,
- Groupe II : attitude incomplètement réductible d'emblée avec parties molles rétractées et déformation importante, mais déformations ostéo-cartilagineuses minimes,

- Groupe III : malformation maximale définitivement fixée et insensible aux mobilisations manuelles.

b) *Par une mesure quantitative au moyen de la goniométrie*

Le symptôme des rétractions tendineuses est une diminution de l'amplitude articulaire pour l'articulation concernée. Pour connaître le degré d'atteinte, il est facilement concevable de mesurer cette amplitude articulaire en mesurant successivement les angles d'extension et de flexion maximaux et en faisant la différence, selon la formule indiquée ci-dessous:

$$ROM = \theta_{max}^{ext} - \theta_{max}^{flex}$$

ROM : range of motion (amplitude articulaire)

θ_{max}^{ext} : *angle en extension maximale*

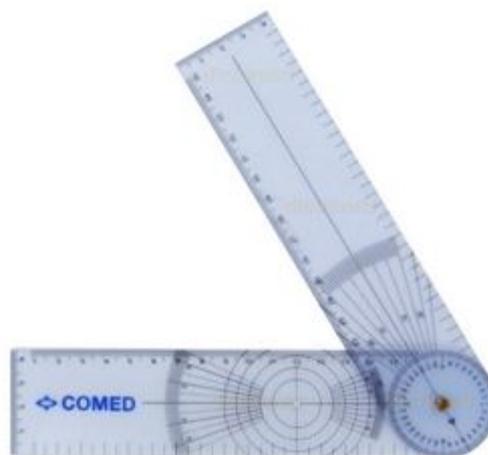
θ_{max}^{flex} : *angle en flexion maximale*

i) *Description et utilisation du goniomètre*

Un goniomètre désigne un appareil de mesure d'angles, et ce, pas uniquement articulaires. Il existe de nombreux goniomètres mécaniques et électroniques. Des applications pour téléphones de goniométrie sont même développées.

Le goniomètre que nous utiliserons par la suite est un goniomètre simple (modèle de l'hôpital Cochin) commercialisé par la société COMED® (Figure 12). Il est composé de deux branches en plastique de 18 centimètres de longueur, articulées autour d'un axe, qui est aussi le centre du rapporteur servant aux mesures d'angles. La valeur lue sur le rapporteur correspond donc à l'angle entre les deux branches du goniomètre. La notice mentionne que cet instrument a été élaboré pour mesurer des angles articulaires sur des clichés radiographiques.

Figure 12: Goniomètre COMED®



Ce goniomètre a été choisi car il possède une graduation fine (2° entre chaque graduation contre 5° pour de nombreux goniomètres) et les branches sont suffisamment longues pour les aligner correctement aux segments osseux sans être trop longues (et donc encombrantes). De nombreuses équipes de chercheurs utilisent ce goniomètre en médecine

humaine. Enfin, son prix est très compétitif par rapport au marché (compter entre 8 et 10 euros selon les centrales d'achat).

Une seule étude rapporte des mesures articulaires chez le veau à l'aide d'un goniomètre (Sengöz Şirin et al., 2014) ; cette étude porte sur des veaux sains.

ii) Mesure des angles

Les angles intéressants pour quantifier l'arcure et la bouleture sont respectivement les angles du carpe et du boulet.

L'angle du carpe est constitué par les segments osseux du radius, d'une part, et de l'os métacarpien III d'autre part. Ceci n'est cependant qu'une approximation car le carpe est constitué de six os sur deux rangées, chacune participant à la flexion de cette articulation.

Figure 13: Angle (matérialisé par les traits en bleu) à mesurer pour quantifier l'arcure



L'angle du boulet est formé par les segments osseux de l'os métacarpien III, d'une part, et de la première phalange d'autre part.

Figure 14: Angle (matérialisé par les traits en bleu) à mesurer pour quantifier la bouleture



Les mesures se font sur le veau couché du côté opposé à la prise de mesure (Sengöz Şirin et al., 2014).

Pour réaliser les mesures (Sengöz Şirin et al., 2014) :

- Une mobilisation ample de l'articulation concernée est d'abord réalisée afin de repérer l'axe de rotation de l'articulation, l'axe de rotation du goniomètre est alors aligné sur l'axe de rotation de l'articulation.
- Les branches du goniomètre sont placées parallèlement aux segments osseux.
- Pour mesurer l'angle du carpe, une branche est placée sur la ligne médiane de l'os métacarpien III et la deuxième branche le long de la ligne qui passe par le processus styloïde et l'épicondyle huméral latéral.
- Pour l'angle du boulet, les branches du goniomètre sont alignées respectivement sur la ligne passant par le milieu de l'os métacarpien III et celle passant par le milieu de la première phalange.
- Une fois les deux branches positionnées et l'axe de rotation de l'articulation aligné sur celui du goniomètre, il suffit de lire la valeur indiquée sur le rapporteur pour connaître l'angle articulaire.

Noter que, lors de la mobilisation de l'articulation, il est possible qu'une des branches du goniomètre ne soit pas superposable au segment osseux visé. Il faut alors se positionner parallèlement à celui-ci. Les règles de géométrie stipulent que l'angle ne varie pas lorsque l'on prend un segment parallèle.

Enfin l'angle peut être supérieur à 180° ; dans ce cas, il faut alors ajouter 180° à la valeur lue. La technique de mesure est illustrée en partie 2.

B/ Conséquences de l'arcure/bouleture

1. Lésions secondaires

1.1. Risque septique

Lorsque les déviations sagittales sont telles que l'animal prend appui en permanence non plus sur ses onglons mais sur ses articulations, notamment celles du boulet, il se forme des lésions de la peau (dépilation, irritation puis escarre), puis des tissus mous sous jacents qui peuvent dégénérer en nécrose et en arthrite. Comme les veaux évoluent en général en milieu polycontaminé, la suppression de la barrière cutanée peut donc vite devenir critique et aboutir à une septicémie. En conclusion, ces anomalies prédisposent le veau aux périarthrites, aux arthrites, aux escarres et aux septicémies qui peuvent conduire à la mort (Sartelet, 2007).

Il est donc essentiel de protéger rapidement avec des bandages toutes les régions d'appui en contact avec le sol (Baxter, 2011).

1.2. Conséquences lésionnelles des défauts d'extension

Les conséquences suivantes sont extrapolées de l'espèce équine (Hendrickson et Baird, 2013).

Lorsqu'une articulation telle que le carpe, le boulet ou l'articulation interphalangienne distale est maintenue en flexion permanente, il est observé :

- Des réactions des capsules, fascias, tendons et ligaments articulaires : sous l'influence des tensions, ils s'allongent et peuvent se calcifier (Denoix, 2002).
- Des changements dégénératifs, avec des remodelages, des os soumis aux pressions excessives : les os sésamoïdes, proximaux et distaux, en particulier, indispensables aux mouvements dans le plan sagittal, s'ils sont trop sollicités par la contracture, sont rapidement remaniés essentiellement dans leur région palmaire.
- Des modifications pathologiques des tissus cartilagineux : elles sont fréquentes car les articulations contracturées procurent un faible amortissement, et sont donc soumises à de fortes commotions. Les traumatismes causent notamment de l'arthrose si la déviation évolue sur une longue période (Denoix, 2002).

Toutes ces altérations peuvent finalement être telles que le tendon initialement contracturé ne provoque plus directement la diminution d'amplitude articulaire et ce sont les autres tissus, fortement remaniés, qui limitent l'amplitude du mouvement articulaire.

La section du ou des tendons fléchisseurs initialement à l'origine du défaut d'extension de l'articulation n'a alors plus aucun effet correcteur sur la déviation du fait de l'arthrose secondaire, d'où la nécessité d'intervenir précocement.

2. Conséquences économiques

Les conséquences économiques revêtent plusieurs aspects.

Premièrement, le veau étant affecté lors de son lever et de ses déplacements présente un gain moyen quotidien (GMQ)³ dégradé. Ce lien n'est pas montré directement. Mais la conséquence des boiteries sur la croissance des animaux fait consensus dans la communauté scientifique (Sogstad et al., 2007). Ce déficit de croissance a des répercussions sur le prix de vente de l'animal et par conséquent sur le revenu de l'éleveur.

Deuxièmement, les veaux présentant de l'arcure/bouleture devront être écartés de la reproduction. Si le veau en question était une femelle destinée au renouvellement du troupeau (bonne génétique), l'impact économique que peut avoir cette maladie est facilement compréhensible.

Enfin, le traitement du veau peut s'avérer onéreux, tant en honoraires vétérinaires et médicaments associés, qu'en temps passé pour le nursing indispensable à la bonne rémission du veau.

3. Déclaration des anomalies

L'arcure/bouleture rentre dans la catégorie des malformations congénitales. À ce titre, ces anomalies doivent être déclarées.

3.1. Aspects réglementaires

Réglementairement, selon l' *"Arrêté du 12 décembre 2013 relatif à l'enregistrement et à la certification de la parenté des bovins"*, les éleveurs, pour certifier la parenté des veaux nouveau-nés, doivent déclarer toute anomalie auprès du laboratoire responsable des contrôles de filiation (LABOGENA).

Les éleveurs ne s'inscrivant pas dans une démarche de la certification de la parenté bovine n'ont, par contre, aucune obligation de déclaration. La déclaration des cas devrait être cependant encouragée auprès de l'ONAB⁴.

3.2. Fonctionnement des déclarations auprès de l'ONAB

Comme cela a été indiqué précédemment, une origine génétique de l'arcure/bouleture est probable. De ce fait, l'ONAB s'intéresse de près à ces anomalies. L'ONAB réalise des génotypages à partir d'échantillons du sang et du cartilage d'oreille d'animaux chez lesquels une suspicion de malformation d'origine génétique est suspectée. En recoupant les informations issues des différents animaux, le but est d'identifier un éventuel gène responsable de ces affections.

Pour l'instant, il ne ressort pas de résultats confortant l'hypothèse génétique. Depuis 2013, l'ONAB tente de renforcer sa communication autour de l'arcure/bouleture afin de recueillir un plus grand nombre d'échantillons. Pour tenter de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse génétique, il est important que les vétérinaires fassent ces prélèvements, d'autant plus que les analyses sont entièrement gratuites. La fiche de déclaration de l'ONAB est présentée en Annexe.

³ Le gain moyen quotidien (GMQ) est l'unité utilisée en élevage pour quantifier la croissance et donc la productivité du bétail.

⁴ ONAB : Observatoire National des Anomalies Bovines, www.onab.fr.

C/ Traitements non chirurgicaux utilisés contre l'arcure/bouleture

L'objectif de cette troisième partie est de dresser un panel relativement large des techniques non-invasives utilisées sur le terrain pour tenter de guérir l'arcure/bouleture. Le nombre de spécialités utilisées pour ces affections est impressionnant. Les avantages et les inconvénients inhérents à chacun d'entre eux seront abordés dans cette partie.

1. Cures à base de vitamines et oligo-éléments

1.1. Effets des carences sur les veaux

Lamand et Périgaud (Lamand et Périgaud, 1973) mentionnent un lien entre un certain nombre de symptômes, dont des défauts d'aplomb, et une carence en certains oligo-éléments chez les bovins (Tableau 4). Les carences en cuivre, manganèse et zinc sont indiquées comme responsables de défauts d'aplomb. Les arcures/bouletures étant considérées comme des défauts d'aplomb, il est possible que ces carences en soient responsables. Paragon (Bernard-Marie Paragon, 1995) mentionne lui aussi ce lien entre carence en manganèse et défaut d'aplomb chez les ruminants.

Tableau 4: Symptômes associés aux carences en oligo-éléments chez les ruminants (Lamand et Périgaud, 1973)

Symptômes des carences en oligo-éléments chez les ruminants

| Éléments Symptômes | Fer | | Cuivre | | Cobalt | | Iode | | Manga- nèse | | Zinc | | Sélénium | |
|---|-----|----|--------|---|--------|---|------|---|----------------|---|------|---|----------|---|
| | A* | J* | A | J | A | J | A | J | A | J | A | J | A | J |
| Déficit de croissance ou d'en- graissement | | x | x | x | x | x | | x | x | x | x | x | | |
| Chute production lait..... | | x | x | x | x | x | x | x | | | x | x | | |
| Inappétence | x | | x | x | x | x | x | x | | | x | x | | |
| Pica | | | x | x | x | x | | | | | | | | |
| Cachexie | | | x | x | x | x | | | | | x | x | | |
| Anémie | x | | x | x | x | x | | | | | | | | |
| Défaut d'aplombs | | | x | x | | | | | x | x | x | x | | |
| Fractures spontanées | | | x | x | | | | | | | | | | |
| Boiterie | | | x | x | | | | | x | x | x | x | | x |
| Troubles cardiaques | | | x | x | | | | | | | | | | x |
| Dyspnée | | | x | x | | | | | | | | | | x |
| Diarrhée | | | x | | x | x | | | | | | | | |
| Décoloration des poils | | | x | x | | | | | | | | | | |
| Poils piqués | | | x | x | x | x | | x | | | x | x | | |
| Pelade | | | | | | | | x | | | x | x | | |
| Dermites | | | | | | | | | | | x | x | | |
| Goitre | | | | | | | x | x | | | | | | |
| Infécondité | | | x | | x | | x | | x | | x | | | |
| Déformation des sabots | | | | | | | | | | | x | x | | |
| Dégénérescence musculaire | | | | | | | | | | | | | | x |

* A = Adultes.
J = Jeunes.

Malheureusement, aucune publication n'a démontré un lien direct entre ces carences en oligo-éléments et la survenue d'arcure/bouleture.

Le cuivre intervient dans la synthèse du collagène, élément constitutif des tendons. Le zinc intervient lui-aussi dans la synthèse du collagène en tant que cofacteur de la collagénase. Enfin, le manganèse joue un rôle dans la synthèse osseuse et cartilagineuse. Ainsi, du fait de leur rôle respectif, il est probable que des carences en ces 3 oligo-éléments puissent engendrer des cas d'arcure/bouleture.

Par ailleurs, un manque de vitamine E est souvent évoqué comme responsable d'arcure/bouleture sans que toutefois aucune publication n'étaye cette hypothèse. Il s'agit probablement d'une association avec le syndrome de carence en vitamine E - sélénium (syndrome du « muscle blanc »).

1.2. Traitements à base de vitamines et oligo-éléments

De nombreux vétérinaires praticiens donnent un complément alimentaire à base de vitamines et d'oligo-éléments dans certains cas d'arcure/bouleture. Or le lait reçu par les veaux (en particulier en élevage allaitant) est souvent carencé en oligo-éléments et vitamines. Ces cures sont donc loin d'être superflues dans les premières semaines de vie, même si la priorité devrait être de compléter l'alimentation des mères pendant la gestation.

Un nombre important de compléments alimentaires est disponible dans le commerce, tant chez les vétérinaires que sur internet. Seuls, ceux le plus couramment utilisés sont présentés ici :

Tableau 5 : Composition des principaux compléments alimentaires utilisés dans les cas d'arcure et/ou de bouleture et recommandations

| | IPALIGO VEAU© (Vetoquinol®) | UCAFORT© (Qalian®) | VIT & MANGAN© (Obione®) | OROMANGA© (Octavet®) | Recommandations INRA ⁵ (/kg de MS ⁶ de la ration) |
|--------------|--------------------------------|----------------------------|--|-------------------------|---|
| Présentation | seringue de 14g | Poudre, pour 5g | seringue de 15g | comprimé de 5,9g | |
| Cure | 1 seringue | 5g/jour pendant 4 jours | 3 seringues à trois jours d'intervalles | 1 comprimé | |
| Fe | 109 mg | | 1000 mg | | |
| Cu | 14 mg | | | | 10 mg |
| Mn | | 0,22 mg | 450 mg | 236 mg | 50 mg |
| I | 5 mg | | | | 0,2 à 0,8 mg |
| Se | 0,3 mg | 0,005 mg | | | 0,1 mg |
| Zn | 37 mg | | | | |
| Vit A | 1 000 000 UI | 22 500 UI | | | 3750 UI |
| Vit E | 300 UI | 45 mg | 70 mg | 832 UI | 40 UI |
| Vit D3 | 2 800 UI | 5 000 UI | 12 000 UI | 997 UI | 600 UI |
| Vit B1 | | 40 mg | | | |
| Vit B2 | | 35 mg | | | |
| Vit B3 | | 275 mg | | | |
| Vit B5 | | 55 mg | | | |
| Vit B6 | | 25 mg | | | |
| Vit B12 | | 0,05 mg | | | |
| Vit C | 100 mg | | | | |
| Vit K3 | | 15 mg | | | |
| Choline | 11 mg | | | | |

Aucune des présentations n'est parfaitement complète. Toutefois, il est déconseillé de cumuler plusieurs formes de complémentation minérale en même temps pour éviter les interactions négatives (Paragon, 1995).

⁵ Institut National de la Recherche Agronomique

⁶ Matière Sèche

2. Traitement à l'oxytétracycline

De nombreux cabinets ou cliniques vétérinaires ayant répondu à l'enquête (Partie 2) rapportent utiliser de l'oxytétracycline à « fortes doses » dans les cas d'arcure/bouleture. Ce fait peut paraître a priori surprenant car il est communément admis que les rétractions tendineuses du veau ne sont pas des affections bactériennes.

2.1. Protocole thérapeutique

L'administration d'oxytétracycline par les praticiens dans les cas d'arcure/bouleture se fait couramment avec 20 à 30 ml de TERRAMYCINE® administrés par voie intra-veineuse 2 fois à 48 heures d'intervalle (Belbis, 2008). Cette dose correspond donc environ à 20 à 50 mg/kg, soit 2 à 10 fois la dose recommandée par l'autorisation de mise sur le marché (AMM) qui est de 5 à 10 mg/kg.

2.2. Pour quelle efficacité ?

Chez le poulain, l'effet de l'oxytétracycline sur le relâchement des contractures a été plus étudié que chez le veau. L'oxytétracycline a notamment comme propriété de chélater le calcium. Cette chélation du calcium pourrait entraîner un relâchement musculaire (Auer, 2006). De plus, Madison et al. (Madison et al., 1994) avancent l'hypothèse d'une inhibition de la contraction musculaire, qui aurait donc pour conséquence une augmentation de l'angle articulaire en extension.

En équine, l'administration d'oxytétracycline a gagné en popularité comme traitement de première intention de l'arcure/bouleture. Une dose unique de 3 grammes d'oxytétracycline diluée dans 250 à 500 millilitres de sérum physiologique est administrée lentement par voie intraveineuse (Lokai et Meyer, 1985). Une étude in vitro (Arnoczky et al., 2004) a montré que l'oxytétracycline induisait une inhibition dose-dépendante des myofibroblastes. L'oxytétracycline induit aussi une baisse dose-dépendante dans l'expression de l'ARNm de la métalloprotéinase de matrice 1 (MMP-1) par les myofibroblastes. Les résultats de cette étude indiquent que l'oxytétracycline inhibe la structuration des fibrilles de collagène par les myofibroblastes équins au travers d'un mécanisme effectué par une MMP-1. Ce faisant, les tendons et ligaments deviennent plus extensibles sous la contrainte d'un poids normal, ce qui se traduit par une amélioration de la contracture dans les 24-48 heures suivant l'injection. Le traitement peut être répété une ou deux fois durant les premières semaines de vie. Aucun effet indésirable n'a été mentionné. Les cas modérés de rétraction tendineuse répondent bien au traitement avec une correction complète. Dans les cas les plus sévères, la réponse au traitement est plus mitigée. L'ajout d'une attelle peut améliorer la réponse (Auer, 2006).

Dans une étude comparative (Madison et al., 1994), une unique dose d'oxytétracycline à 44 mg/kg était administrée par voie intraveineuse à des poulains nouveau-nés normaux ainsi qu'à des poulains nouveau-nés présentant de l'arcure/bouleture. Les résultats montrent une amélioration significative de l'angle articulaire dans les deux groupes. Dans les 4 jours suivant le traitement, les angles articulaires des poulains contracturés diminuaient jusqu'à retrouver leurs valeurs initiales (valeurs avant traitement). En se basant sur cette étude, Auer (Auer, 2006) recommande donc de ne pas utiliser cette thérapeutique chez le poulain, le gain en amplitude articulaire au-delà de 4 jours étant nul.

En outre, ces effets sur la tension des tendons ne sont pas retrouvés expérimentalement chez le veau (peut-être en raison de l'absence de myofibroblastes dans les tendons fléchisseurs de ces animaux). Une étude (Metzner et al., 2007) réalisée sur 10 veaux bouletés a été menée pour investiguer l'effet de l'administration d'oxytétracycline à forte dose sur l'amélioration de l'amplitude articulaire. Ils recevaient chacun 60 mg/kg d'oxytétracycline diluée dans 1 litre de chlorure de sodium isotonique par jour pendant 3 jours. Les auteurs concluent sur une absence d'effet significatif sur l'amplitude articulaire (mesurée par goniométrie).

Un article indien paru récemment (Fazili et al., 2014) conclut à un faible effet de l'oxytétracycline sur la bouleture. Les auteurs ont étudié l'effet de l'oxytétracycline en plus d'une attelle. Les doses y étaient inférieures pour des soucis de toxicité, soit 20 mg/kg/j pendant 3 jours. Le suivi est réalisé par goniométrie. Un écart de seulement 3% (en taux de guérison) est constaté entre le groupe recevant de l'oxytétracycline et le groupe témoin. Ils concluent que, malgré ce petit effet bénéfique, de nouvelles études doivent être entreprises pour autoriser un usage routinier de l'oxytétracycline dans les cas de bouleture.

2.3. Limites du traitement

La première limite du traitement à base d'oxytétracycline à « forte dose » est sa toxicité. En effet, l'oxytétracycline à de telles doses peut engendrer des lésions rénales (Riond et Riviere, 1989). Un article de 1984 (Lairmore *et al.*, 1984) mentionne des lésions rénales à l'autopsies dès 44 mg/kg en intraveineuse suivi d'un traitement classique de 4 jours à 22 mg/kg en intramusculaire. Les lésions retrouvées sont un œdème péri-rénal, des hémorragies rénales diffuses et une nécrose des tubules rénaux. Cette toxicité serait due à l'inhibition par l'oxytétracycline d'enzymes oxydatives des cellules tubulaires (Lairmore et al., 1984).

La deuxième limite de ce traitement est réglementaire puisque cette prescription d'antibiotique est hors AMM. La prescription hors-AMM est encadrée par l'Arrêté du 22 juillet 2015 relatif aux bonnes pratiques d'emploi des médicaments contenant une ou plusieurs substances antibiotiques en médecine vétérinaire. Il stipule que « *L'utilisation « hors AMM » des médicaments antibiotiques, en accord avec la réglementation, est justifiée en tenant compte des données actualisées de la science* » (Arrêté du 22 juillet 2015). Le prescripteur doit donc s'assurer de rentrer dans le cadre d'une médecine fondée sur les preuves. Or aujourd'hui les preuves sont faibles.

Enfin la prescription d'antibiotique doit toujours être faite en gardant à l'esprit les problèmes de santé publique, notamment en termes d'antibiorésistance. Les tétracyclines sont des antibiotiques souvent utilisés sur le terrain en production animale, notamment en cas d'affections respiratoires et podales. Les données d'antibiorésistance n'étaient jusque-là pas catastrophiques puisque les données du Résapath (Résapath, 2013) indiquaient, à titre d'exemple, que 87% des *Pasteurella multocida* et 78% de *Mannheimia haemolytica* (les deux principales pasteurelles des bovins) étaient sensibles aux tétracyclines en 2013 alors qu'aux Etats-Unis, seuls 62% et 59% respectivement l'étaient (Iowa State university veterinary diagnostic laboratory, 2013). Cependant, une publication récente de Lequeux *et al.* (Lequeux *et al.*, 2016) sur des veaux de boucherie et des veaux laitiers en Bretagne avocent des sensibilités beaucoup plus faibles : 48% pour *P. multocida* et 48% pour *M. haemolytica*. Ces nouvelles données devraient donc amener le praticien à raisonner toute prescription de tétracyclines, d'autant plus que suite au « décret antibiotique » (Décret n° 2016-317 du 16

mars 2016 relatif à la prescription et à la délivrance des médicaments utilisés en médecine vétérinaire contenant une ou plusieurs substances antibiotiques d'importance critique, 2016) entré en vigueur au 1^{er} avril 2016, il y a fort à parier que la consommation de tétracyclines va augmenter chez les praticiens.

Enfin, il se pose, pour le vétérinaire prescripteur, un problème de temps d'attente⁷ dans la viande à définir si l'oxytétracycline est utilisée à « forte dose ». En effet les temps d'attente sont calculés pour l'administration des doses indiquées dans l'AMM. En dépassant ces doses, le temps d'attente ne peut alors être fixé correctement par le prescripteur.

En conclusion, les études menées jusqu'à aujourd'hui n'apportent pas suffisamment d'arguments pour utiliser l'oxytétracycline en routine sur les cas d'arcure/bouleture. D'autant plus que l'usage de cette molécule antibiotique est à raisonner pour des questions de santé publique.

3. Kinésithérapie

La kinésithérapie est, étymologiquement, « l'art de guérir qui utilise toutes les techniques du mouvement » (Yves Xhardez et al., 2015). Elle fait partie d'un ensemble de thérapies. Elle emploie divers agents physiques (eau, électricité, ondes, chaleur,...) qui se complètent suivant l'affection à traiter.

Plusieurs techniques de base de kinésithérapie peuvent être employées dans la gestion de l'arcure/bouleture :

- le massage : avec l'effleurage profond, il permet une décontraction musculaire,
- les mobilisations des articulations du boulet et du carpe : elles permettent la diminution des contractures. Seules les mobilisations passives seront réalisables.
- les immobilisations au moyen d'appareillage,
- voire l'ostéopathie.

3.1. Quand réaliser la kinésithérapie ?

Tous les vétérinaires praticiens et le peu de publications sur le sujet mentionnent que le succès de la kinésithérapie est conditionné par sa précocité. Cependant, aucune notion d'âge n'est donnée. Sur le terrain (selon l'enquête présentée en Partie 2), les veaux sont en général pris en charge dès leur première semaine de vie.

3.2. Massages

Le massage consiste en la manipulation des tissus mous dans un but thérapeutique, hygiénique et sportif. Le massage doit faire partie intégrante de la kinésithérapie puisque tout veau arqué ou bouleté est en permanence en tension excessive sur les muscles et tendons du membre atteint.

Le massage a des effets sur (Xhardez *et al.*, 2015):

- la circulation de retour (veineuse, lymphatique et capillaire) en la facilitant,
- le muscle en modifiant son métabolisme et son excitabilité,
- le système nerveux autonome (sédatif),

⁷ Les temps d'attente sont les temps au bout desquels les denrées alimentaires d'origine animales peuvent être réintroduites dans la chaîne alimentaire suite à un traitement. Au terme de ce délai les résidus de ce traitement sont supposés être inférieurs à la limite maximale autorisée (fixée par décret européen).

- la peau et les tissus sous-cutanés en les assouplissant.

En premier lieu, le praticien peut réaliser un effleurage profond sur les parties susceptibles d'être tendues du fait de l'arcure/bouleture. Cet effleurage profond a une action sur les muscles en les décontractant et entraîne une augmentation de la circulation sanguine et lymphatique, les manœuvres étant toujours réalisées dans le sens retour de la circulation.

La principale difficulté de cette opération réside dans la contention du veau. Il faut en effet que le veau soit relativement apaisé, ce qui peut être difficile lors d'un décubitus latéral forcé.

3.3. Mobilisations (Denoix, 2002)

Les mobilisations des articulations vont avoir pour buts la lutte contre l'ankylose articulaire et l'allongement des muscles ou de groupes musculaires. D'un point de vue nerveux, le mouvement permet de restituer les images motrices et peut éviter la perte du schéma corporel ; de ce fait, il participe à l'entretien d'une bonne fonction de coordination. Concrètement, les mobilisations miment le mouvement naturel de l'articulation. On veillera à ne pas dépasser l'amplitude articulaire normale et à respecter le seuil de la douleur. Une mobilisation excessive risque d'induire des lésions musculo-tendineuses, ce qui peut aggraver le raccourcissement des tendons. Ces mobilisations doivent être réalisées quotidiennement ou tous les deux jours pendant une dizaine de minutes, avec la difficulté d'avoir un veau relâché pendant la mobilisation du membre affecté.

3.4. Appareillages

Les attelles sont très fréquemment utilisées dans la gestion de l'arcure/bouleture, comme le relatent 49% des vétérinaires sondés dans l'enquête (présentée Partie 2). Ces appareillages existent sous de nombreuses formes.

3.4.1. Attelles « traditionnelles »

Les attelles sont l'appareillage le plus souvent utilisé dans la gestion de l'arcure/bouleture. L'attelle la plus fréquemment utilisée est l'attelle dérivée d'une gouttière en polychlorure de vinyle (PVC). La gouttière doit avoir un diamètre de 10 centimètres. L'épaisseur ne doit être ni trop importante (lourd et casse plus facilement) ni trop fine (trop souple). L'épaisseur recommandée est 3 millimètres. Une longueur de 65-70 centimètres doit être envisagée initialement mais devra être adaptée à la taille du membre du veau. Une ouverture carrée de 6 centimètres de côté doit être réalisée à 5 centimètres de l'extrémité proximale de l'attelle pour y laisser passer le coude du veau, afin d'éviter les blessures en regard de l'olécrâne. Cette ouverture sera protégée par du coton entouré de bande collante pour éviter de blesser le veau (Figure 15).

Figure 15: Attelle type "gouttière PVC" (photo Florian Guigui)



Une technique pour utiliser cette attelle consiste à appliquer une couche suffisante de coton SOFTBAN® depuis la base des onglons jusqu'au-dessus du coude. Cette couche est enveloppée ensuite de bande élastique VETRAP®. Le membre est alors positionné dans l'attelle en prenant soin que seule la pointe des onglons dépasse du bout distal de l'attelle. Si tel n'était pas le cas, il convient de réajuster la position de l'attelle contre le membre. En effet, le veau doit poser la pointe des onglons sur le sol lors de l'appui afin de mettre en tension les tendons concernés. Si une partie plus importante que la pointe des onglons sort de l'attelle, le risque de blessures devient trop important (érosion de la peau au-dessus de la couronne). Le membre est alors plaqué au maximum contre l'attelle placée en face palmaire. Cette tension est maintenue grâce à une bande de ruban adhésif tissu large. La totalité de l'attelle est recouverte grâce à de la bande à pied en tissus (non collante) en serrant bien fort (Figure 16). Enfin un moyen de faire tenir cette bande à pied en place est choisi (tours de ruban adhésif par exemple).

Le veau doit garder son attelle au minimum 15 jours, un resserrage au bout de 8 jours pourra être envisagé.

Figure 16: Attelle type "gouttière PVC" en place sur un veau charolais de 3 semaines bouleté (photo Florian Guigui)



Une attention particulière doit être portée à la prévention des blessures car ces attelles risquent d'induire des blessures au niveau :

- du coude, d'où l'importance du rembourrage de l'ouverture du coude,
- des aisselles, à cause des forces de friction,
- des onglons si l'attelle a bougé,

Au moindre doute, il ne faut pas hésiter à enlever l'attelle et la repositionner après vérification de l'absence de blessures et/ou protection des zones de frottement ou d'escarres.

La mise en extension forcée du membre avec une attelle de type « gouttière PVC » est une méthode parmi tant d'autres utilisées sur le terrain. Cette méthode semble cependant avoir fait ses preuves et est largement utilisée aujourd'hui par les praticiens.

D'autres sortes d'attelles ont été développées pour traiter l'arcure/bouleture comme la prothèse de Chappat et l'attelle métallique spécifique pour la bouleture.

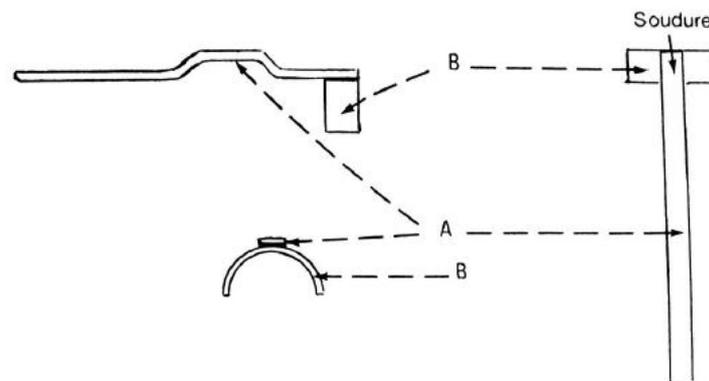
Prothèse de Chappat (Chappat, 1987)

Cette prothèse est proposée par un praticien rural en 1987. Sa fabrication est relativement simple et peu onéreuse (Figure 17). La prothèse comprend :

- le tuteur (A) proprement dit, long de 37 centimètres, coupé dans un fer plat de 25 millimètres de large sur 10 millimètres d'épaisseur. Ce tuteur est façonné au niveau du genou pour éviter tout contact.
- L'embrasse de fixation (B) en fer plat de 3 centimètre de large et 4 millimètres d'épaisseur, en forme de demi-cercle de 95 millimètres de diamètre. C'est un demi-bracelet qui enserrera le plâtre de base.

Ces deux pièces sont soudées perpendiculairement l'une à l'autre.

Figure 17: La prothèse du Dr Chappat (Chappat, 1987)



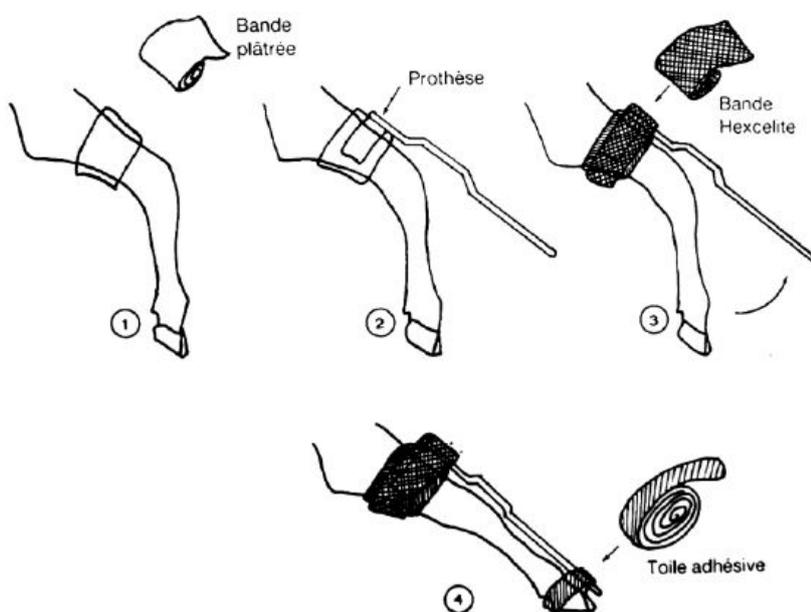
A : Tuteur de 40 centimètres de long B : Embrasse de fixation en demi-cercle de 10 centimètres de diamètre

Elle se veut relativement simple d'utilisation (Figure 18). Sa mise en place se fait en deux temps :

- **ancrage de la prothèse sur le bras** : le bras, portion de l'antérieur entre coude et genou, est parfaitement gainé de muscles. Il ne présente aucune aspérité ou tubérosité susceptibles de faire évoluer une escarre. Il supportera facilement un socle solide constitué par une bande plâtrée de 10 centimètres enroulée simplement en bracelet. Outre sa fonction de base solide, ce plâtre isole le membre de la prothèse métallique. Il reçoit par superposition la partie (B) qui a subi au préalable un léger ajustement (resserrement ou écartement des deux branches). L'ensemble ainsi constitué est solidarisé par un bandage sérieux à l'aide d'une bande de résine.
- **Fixation de la partie distale du membre** : Après mise en extension forcée du membre, son extrémité et celle de la partie (A) sont solidarisées sous tension à l'aide de quelques tous d'une toile adhésive classique. La simplicité de cette fixation en partie distale autorise un contrôle permanent et permet d'accentuer au jour le jour une extension du membre qui n'aurait pu être maximale d'emblée.

L'avantage majeur du montage de Chappat est de limiter les points de contact entre l'attelle et la peau du membre, limitant ainsi le risque de blessure pour le veau. Il est aussi très aéré, évitant ainsi les macérations et la surinfection d'éventuelles plaies cutanées.

Figure 18: Mise en place de la prothèse Chappat (Chappat, 1987)



Chappat (Chappat, 1987) propose de laisser sa prothèse en place sept jours pour annuler la « mémoire de forme du membre », le but étant, non pas de retrouver immédiatement la rectitude du membre, mais d'augmenter la surface du polygone de sustentation du veau. Le redressement définitif s'effectue ultérieurement par rééducation naturelle.

Attelle spécifique pour la bouleture

En Normandie, un modèle d'attelle métallique a été développé pour les cas de bouleture (Figure 19), par un pareur. Il existe en plusieurs tailles, à ajuster selon la taille du veau. L'extrémité des onglons est insérée dans l'attelle et le boulet est plaqué en extension maximale grâce à de la bande adhésive.

Figure 19: Attelle pour traiter la bouleture (photo Florian Guigui)



Malgré l'absence de données chiffrées dans la littérature sur le taux de succès de ces systèmes d'immobilisation, les remontées de terrain concernant ces attelles sont relativement bonnes (bon taux de succès). Une déformation fréquente suite à une pose d'attelles sur des veaux lourds est un écartement des coudes et une pronation exagérée des avant-bras. Certains veaux, une fois désappareillés, conservent une rigidité anormale du membre.

3.4.2. Attelles dynamiques : nouvelles perspectives

L'immobilisation prolongée d'une articulation peut entraîner des remaniement importants des tissus de cette articulation et la rendre ainsi plus rigide (Denoix, 2002). L'amplitude articulaire se trouve alors réduite, ce qui est contraire à l'objectif recherché. Ce dommage collatéral des attelles rigides pourrait être levé grâce à l'utilisation d'attelles dynamiques. Ces attelles maintiennent le membre en extension, permettant ainsi une rééducation des fléchisseurs, mais autorisent le mouvement de l'articulation. Les tendons (notamment extenseurs) et les structures articulaires conservent ainsi leur organisation et donc leur mobilité.

Des attelles dynamiques ont d'abord été développées en médecine humaine. Par exemple, l'orthèse de Capener (Figure 20) permet un rappel pro-dynamique extenseur de l'articulation inter-phalangienne proximale ; elle est prescrite lors de diminution de l'amplitude articulaire. Elle permet de récupérer l'extension de l'articulation inter-phalangienne proximale.

Figure 20: Orthèse de Capener (modèle commercialisé par PROTEOR®)



Ces attelles dynamiques commencent à être utilisées en médecine vétérinaire chez le poulain pour les défauts d'extension congénitaux (commercialisées par la société DYNASPLINT®⁸).

Pour les veaux, un modèle est à l'étude à l'université vétérinaire de Turin (Zarucco, 2016) mais aucune publication sur le sujet n'est sortie. Les premiers résultats semblent satisfaisants. Le principal frein dans l'élaboration de ces attelles dans l'espèce bovine est leur coût. En effet, ces attelles étant confectionnées en fibre de verre, elles sont très onéreuses. De plus, le risque de casser ces attelles n'est pas négligeable compte-tenu de la force d'un veau.

3.4.3. Résines

Il arrive que l'immobilisation du membre en extension dans la gestion de l'arcure/bouleture soit réalisée au moyen d'un moulage en résine. Les bandes de résine utilisées sont constituées d'une trame tricotée de fibre de verre, enduite d'une résine de polyuréthane. Ce matériel est classiquement utilisé dans la gestion des fractures en région distale des membres chez les veaux. Il faudra seulement veiller à ce que la résine se solidifie en position d'extension maximale pour le membre, la contention (physique ou chimique) du veau est alors primordiale. Les techniques de pose sont très diverses. L'utilisation d'une bande de jersey interposée entre la peau et les bandes de résine est recommandée pour un retrait plus facile (Figure 21). Si le praticien ne possède pas de scie à plâtre oscillante, il ne faudra pas oublier d'inclure des brins de scie-fil lors de la pose pour permettre à la fin du traitement le retrait de la résine.

⁸ <http://www.dynasplint.com/divisions/veterinary/equine/>

Figure 21: Résine avec jersey posée sur l'antérieur droit d'un veau Charolais arqué de 3 semaines (photo Florian Guigui)



L'avantage principal de cette immobilisation du membre en extension forcée au moyen de bandes de résine est qu'elle est moins vulnérante qu'une attelle. L'inconvénient est que la position adoptée par le membre doit être optimale du premier coup, aucun ajustement n'étant possible une fois la résine rigidifiée. Le contrôle d'éventuelles blessures n'est pas évident non plus.

Lors du retrait de la résine, il est possible de la couper en deux demi-résines afin de pouvoir la réutiliser en unissant ces deux moitiés avec de la bande adhésive.

3.4.4. « Ferrures »

Le recours à des ferrures chez les bovins semble être un procédé est très peu utilisé en France mais plus en Allemagne (Dirksen *et al.*, 2006) ou aux Etats-Unis (Anderson *et al.*, 2008). Anderson et son équipe (Anderson *et al.*, 2008) en emploient dans la gestion de l'arcure/bouleture. Le principe de base est d'allonger la pince du veau afin d'appliquer une plus grande tension sur les fléchisseurs. Plusieurs types de « ferrures » peuvent être utilisés. De la résine type TECHNOVIT® peut être appliquée directement sur le pied du veau pour allonger en pince ses onglons (Figure 22) ; une talonnette dépassant notamment en pince peut être également collée à la sole (Figure 23). Au niveau de leur effet sur l'élongation des fléchisseurs, ces deux techniques semblent équivalentes.

Figure 22: Utilisation de résine directement appliquée sur la boite cornée pour allonger les onglons (Anderson et al., 2008)



Figure 23: Pose d'une semelle allongeant la surface d'appui en pince pour favoriser l'élongation des fléchisseurs (Anderson et al., 2008)



Chez le cheval, un article de 2009 (Kenneth, 2009) décrit une nouvelle technique utilisée aux Etats-Unis qui consiste à coller un morceau de tube en PVC sur la face dorsale de la boîte cornée pour réaliser cette extension (Figure 24).

Figure 24: Utilisation d'un tube en PVC pour allonger la pince chez le cheval (Kenneth, 2009)



Ces techniques ne peuvent être utilisées que si le veau parvient à rester debout.

3.5. Ostéopathie

L'ostéopathie selon l'Académie d'ostéopathie de Belgique est « une approche diagnostique et thérapeutique manuelle globaliste des dysfonctions de mobilité articulaire et tissulaire en général dans le cadre de leur participation à l'apparition des maladies ».

Certains vétérinaires ostéopathes prennent en charge les veaux arqués ou bouletés. Les excès de force de traction médullaire semblent pouvoir être à l'origine d'arcure/bouleture (Nicol, 2016). Les remontées de terrain indiquent de bons résultats. Les techniques de manipulation employées dans ces cas-là ne sont pas décrites dans la littérature.

4. Autres traitements

4.1. Homéopathie

Le recours à l'homéopathie dans le cadre de l'arcure/bouleture se fait surtout au travers du calcium homéopathique (les Calcarea).

Les quatre sels de calcium (carbonate, fluorure, phosphate et sulfate) employés en homéopathie vétérinaire n'ont pas la prétention de combler le vide d'une carence calcique éventuelle. Les animaux reçoivent avec leur alimentation les quantités de calcium nécessaires aux besoins de l'organisme et souvent bien au-delà grâce à l'usage des compléments minéraux (Quiquandon, 1999).

De nombreux exemples d'observation clinique homéopathique ont montré que les doses infinitésimales des minéraux constitutifs de l'organisme ont la propriété de régulariser le métabolisme troublé de ces minéraux. Du fait de leur dynamisation⁹, les Calcarea

⁹ (Grosmond, 2013) : La dynamisation est systématiquement associée à la dilution dans le processus de préparation des remèdes homéopathique. Cet effet physique s'obtient à l'aide de deux procédés principaux :

- Soit la technique de succussion utilisant le processus de cavitation pour modifier l'organisation de la solution

deviennent donc capable d'ioniser le calcium en réserve ou fourni par l'alimentation et de normaliser la calcémie. Il ne s'agit donc pas d'un rôle de suppléance, mais d'une action catalytique fixatrice du calcium et du phosphore à la manière de certaines vitamines. Il est même vraisemblable que les *Calcarea* renforcent l'action des vitamines et vice versa. La présence du carbone (*Calcarea carbonica*) donne à *Calcarea* le maximum d'efficacité dans les phénomènes d'assimilation.

L'activité de *Calcarea phosphorica* est surtout marquée sur les tissus osseux. Celle de *Calcarea fluorica* s'exerce à la fois sur le tissu osseux et le tissu élastique.

Enfin, *Calcarea sulfurica* aura une action tout à fait particulière pour lutter contre les suppurations de toute nature quelle que soit leur localisation. Il va de soi que cette dernière indication ne nous intéresse pas dans la gestion de l'arcure/bouleture. Cette forme ne sera d'ailleurs pas présente dans les spécialités choisies.

L'homéopathie expliquerait donc son efficacité vis-à-vis de l'arcure/bouleture en intervenant sur la régulation de la calcémie. Ce qui, nous l'avons vu, permet de jouer sur le relâchement musculaire, facilitant l'élongation du groupe tendon/muscle. Cependant aucune étude n'est venue conforter cette hypothèse.

4.2. Phyto-aromathérapie

La phytothérapie consiste en l'utilisation d'une partie des plantes ou d'extraits de plantes solubles dans l'eau ou l'alcool à des fins thérapeutiques (Grosmond, 2013).

L'aromathérapie consiste en l'utilisation des huiles essentielles à des fins thérapeutiques.

Ces deux médecines complémentaires sont assez souvent utilisées sur le terrain, particulièrement chez les éleveurs pratiquant l'agriculture biologique.

Volontairement, cette partie ne sera pas développée ici. En effet, l'usage des médecines complémentaires fait appel à un ensemble de connaissances sur lesquelles nous ne pouvons nous étendre au sein de ce travail. L'idée de fournir une recette unique face à l'arcure/bouleture est illusoire et contraire à l'esprit des prescripteurs de médecines complémentaires.

4.3. L'ARA ARTHRITE©

L'ARA ARTHRITE© est un médicament commercialisé par le laboratoire SEXMOOR. Il est normalement utilisé dans le traitement des arthrites ; toutefois quelques vétérinaires en France l'ont déjà utilisé empiriquement lors d'arcure/bouleture. Le RCP¹⁰ classe ce médicament parmi les anti-inflammatoires non-stéroïdiens. Il est indiqué en tant que traitement adjuvant des arthrites septiques en complément d'un antibiotique approprié. L'originalité de ce produit repose sur sa composition puisqu'il est composé de copolymères d'acides gras (acide oléique, acide palmitique et acide stéarique). Un essai de terrain incluant près de 80 veaux arqués et/ou bouletés a été mené en 2003 (Réussir viande, 2010). Il compare deux lots, un premier qui reçoit un complexe d'oligoéléments-calcium-vitamine et un second, ce même complexe associé à de l'ARA ARTHRITE©. Dans chaque groupe, les

-
- Soit la technique de vortex mettant à profit le processus de chaos à la périphérie et des hyperpressions au centre

¹⁰ Résumé des caractéristiques principales

veaux sont observés le 1^{er} jour (afin de définir le degré initial d'atteinte de l'affection) puis le 8^{ème} et 30^{ème} (afin de déterminer la rapidité d'effet du traitement et son efficacité finale). L'essai conclut qu'au 8^{ème} jour, 90% des veaux du lot l'ARA ARTHRITE© se sont améliorés ou ont guéri contre 57% des veaux dans l'autre lot. Ces résultats semblent prometteurs mais les critères d'amélioration et de guérison utilisés dans l'étude sont relativement flous ou très subjectifs pour conclure à une véritable efficacité de l'ARA ARTHRITE© sur l'arcure/bouleture. Des études complémentaires devraient être menées pour objectiver cette efficacité de l'ARA ARTHRITE© dans les rétractions tendineuses.

4.4. En cas d'arcure / bouleture généralisée

Un dernier traitement à base de baclofène est parfois utilisé en France lors de rétraction tendineuse généralisée en France, c'est-à-dire affectant les quatre membres. Ce syndrome est relativement rare mais semble affecter plusieurs veaux d'un même cheptel lorsqu'il est retrouvé. Les veaux atteints sont en général très contracturés et ne tiennent pas debout. Il est peu probable que l'étiologie de ce syndrome soit la même que l'arcure/bouleture « classique » mais il s'agit sûrement plus d'une mutation d'un nucléotide engendrant un codon stop et qui causerait un syndrome congénital de contracture tel que décrit dans l'article d'une équipe suisse (Wiedemar et al., 2015).

Le baclofène est un puissant myorelaxant utilisé lors du sevrage alcoolique chez l'homme. Lors d'arcure/bouleture généralisée, les praticiens prescrivent 10 mg matin, midi et soir pendant 10 jours (Roch, 2016). Ils y associent du TERALITHE© (carbonate de lithium), qui est indiqué chez l'homme dans la prévention des rechutes des troubles bipolaires et des états schizo-affectifs intermittents ainsi que dans le traitement des états d'excitation maniaque. Ces traitements sont aussi utilisés chez les bovins lors de contractures spastiques du gastrocnémien (affection du jarret droit ou de la parésie spastique). Cependant, ils n'ont fait pas l'objet d'aucune étude chez les bovins.

La prescription de ces deux traitements hors AMM est normalement interdite chez les bovins.

Partie 2 : Gradation de l'arcure/bouleture chez le veau et influence sur l'attitude thérapeutique du praticien

Cette partie traitera de l'importance de la gradation dans l'adaptation de l'attitude thérapeutique du praticien. Cette adaptation n'est que très peu renseignée dans la littérature vétérinaire, nous avons donc fait le choix de mener une enquête pour mieux cerner les critères de décision à l'origine de cette adaptation dans l'attitude thérapeutique du praticien. Cette enquête se veut à visée plus large et inclut par conséquent des questions autres que celles sur ces critères de décision. Elle inclut notamment l'épidémiologie de l'arcure/bouleture. De plus, une méthode originale de gradation de l'arcure/bouleture par la goniométrie sera proposée et validée dans cette partie.

A/ Enquête sur les critères diagnostiques et la thérapeutique actuels de l'arcure/bouleture auprès de vétérinaires en France

Comme précisé plus haut, l'arcure/bouleture est très peu décrite dans la littérature bien que très présente sur le terrain. De plus, les articles existant datent d'une dizaine d'années. Les attitudes thérapeutiques vis-à-vis de l'arcure/bouleture sur le terrain sont multiples. C'est donc dans le but de mieux cerner les motifs à l'origine de l'adaptation de l'attitude thérapeutique que cette enquête a été imaginée. Elle avait pour but initial de refléter le schéma décisionnel du praticien sur le terrain et surtout de répondre à la question : quelle influence la gradation de l'arcure/bouleture a-t-elle sur l'attitude thérapeutique ?

Cette enquête était aussi une opportunité pour tenter d'en savoir plus sur l'épidémiologie de l'arcure/bouleture, certaines questions ont donc été introduites dans ce but.

Pour répondre à ce double objectif, une enquête a été créée et diffusée aux vétérinaires praticiens au moyen d'internet.

1. Matériel et méthodes

1.1. Questionnaire

Un questionnaire comportant 34 questions réparties dans 5 parties différentes a été créé. Les 5 parties étaient respectivement : informations personnelles, épidémiologie, critères diagnostiques, influence de la méthode diagnostique sur la conduite thérapeutique, les modalités thérapeutiques employées. Le questionnaire comportait essentiellement des questions courtes à choix multiples, des questions de type oui/non et quelques questions ouvertes.

1.1.1. Nature des questions

a) Informations personnelles

La première partie abordait l'activité des vétérinaires questionnés : département d'activité, ville d'implantation, statut du vétérinaire et coordonnées.

b) Epidémiologie de l'arcure/bouleture

La seconde partie comprenait 6 questions sur les caractéristiques épidémiologiques principales de l'arcure/bouleture afin d'avoir une idée globale en l'absence de données bibliographiques.

c) Modalités diagnostiques de l'arcure/bouleture

Trois questions abordaient, dans une troisième partie, les modalités diagnostiques de l'arcure/bouleture. Bien que le diagnostic soit relativement simple, le but de ces questions était de connaître la finesse du diagnostic (utilisation ou non d'une gradation précise pour déterminer le degré d'atteinte).

d) Influence de la gradation sur l'attitude thérapeutique

Six questions portaient sur les attitudes thérapeutiques adoptées en fonction du degré d'atteinte. L'objectif était de savoir si les vétérinaires adoptaient des attitudes différentes

selon que le veau était plus ou moins atteint, et, le cas échéant, quelles étaient ces différences.

e) *Modalités thérapeutiques*

Enfin treize questions portaient sur les modalités thérapeutiques précises employées sur le terrain par les vétérinaires français, afin d'obtenir une liste plus ou moins exhaustive des traitements utilisés actuellement en France pour traiter l'arcure/bouleture.

1.1.2. Echantillon concerné par l'étude

L'enquête a été adressée par l'intermédiaire d'un courriel fournissant le lien vers le questionnaire aux cliniques (ou cabinets) vétérinaires déclarant au moins un vétérinaire avec une activité prédominante rurale¹¹. Les cliniques (ou cabinets) contactées étaient situées en régions Auvergne, Bretagne, Bourgogne et Normandie. Ces régions ont été choisies pour leur densité en élevage ainsi que leur bonne représentativité quant aux différents modes d'élevage français.

Les vétérinaires concernés répondaient par le biais de leur clinique ou cabinet vétérinaire. Une seule réponse par structure a donc été acceptée. Cent quarante cinq cliniques ou cabinets vétérinaires ont été contactées.

1.2. Outils de diffusion

Le questionnaire a été créé en ligne par l'interface Google forms®. Il a été relu par un vétérinaire rural et ma directrice de thèse. La création du questionnaire était très rapide en entrant l'intitulé de la question, le type de question désiré ainsi que les différentes réponses dans le cas de questions à choix multiples ou de type oui/non. Le questionnaire ainsi créé a ensuite été mis en ligne le 05/01/2016 :

<https://docs.google.com/forms/d/1z7cz9SI0elc7SKvtw14-tJclXibzR2AchyeevQXW90/viewform>

De plus, certains points (surtout des définitions) ont été précisés afin d'aider tout vétérinaire qui répondait à l'enquête. Pour ne pas surcharger le questionnaire, des liens renvoyant à ces définitions ont été insérés dans le texte. Les définitions étaient donc accessibles sur un site extérieur, site créé via l'hébergeur Wix® (aperçu en Annexe). Ce site comprend plusieurs rubriques :

- un accueil général qui présente le but de l'enquête,
- une rubrique sur les définitions de l'arcure, de la bouleture et du pied-bot,
- une rubrique sur les définitions des différentes méthodes de gradation,
- et enfin, une dernière rubrique sur les aspects déclaratifs.

Le site a été mis en ligne concomitamment au questionnaire sur le lien suivant :

<http://florianguigui.wix.com/arcurebouleture>

L'intégralité du questionnaire figure en Annexe 4.

¹¹ Cette information est obtenue par la mention Rc (activité prédominante rurale et canine minoritaire) au sein de l'annuaire ROY des vétérinaires. Le questionnaire incluait les vétérinaires avec mention RU (activité rurale exclusive).

1.3. Analyse

1.3.1. Recueil des résultats

Le site d'hébergement de l'enquête, Google forms®, offrait la possibilité d'analyser les résultats au fil du recueil des questionnaires remplis. Une fois le questionnaire clos, il a aussi été possible de réaliser une extraction des réponses sur une feuille de calcul Excel®.

1.3.2. Organisation des résultats

Pour chaque question à choix multiples ou de type oui/non, les résultats ont été classés puis représentés sous forme de diagramme à barre ou circulaire, permettant une visualisation rapide des réponses. Pour les questions ouvertes, les réponses ont été classifiées dans des catégories fixes pour rendre l'analyse objective, puis un diagramme à barres ou circulaire a été élaboré.

1.3.3. Interprétation statistique

Pour vérifier la significativité des différences entre les pourcentages calculés, le test du χ^2 a été utilisé. Lorsque les différences entre pourcentages sont effectivement significatives, la mention $p < 0,05$ est indiquée (le degré de significativité étant fixé ici à 95 %). Pour réaliser ces tests, le logiciel BiostaTGV mis en ligne par l'université de Jussieu a été employé.

2. Résultats

2.1. Taux de réponses

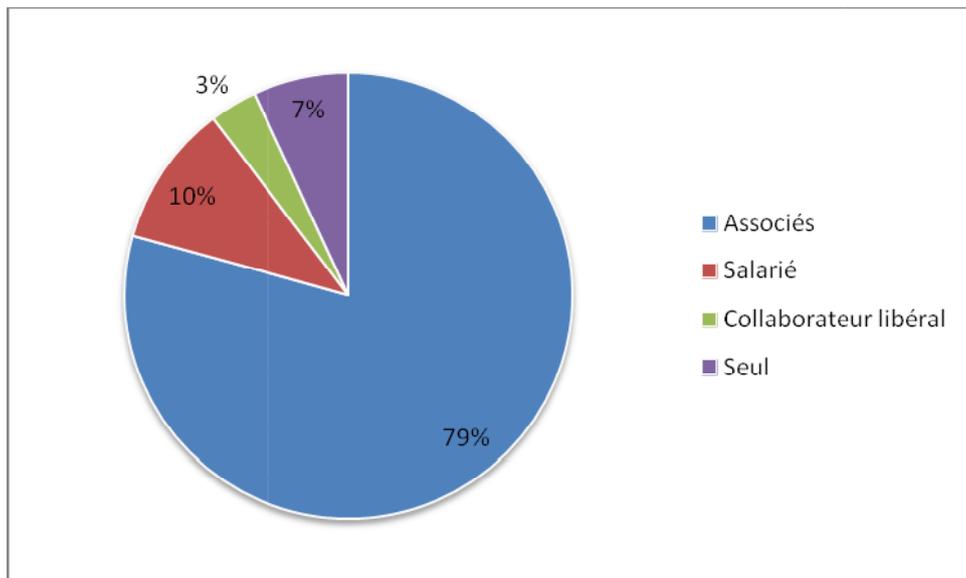
Le courriel de diffusion de l'enquête a donc été envoyé aux 145 cliniques ou cabinets vétérinaires qui déclaraient au moins un vétérinaire rural ou mixte majoritairement rural des 4 régions retenues. Sur les 145 cliniques ou cabinets vétérinaires contactés, 29 ont répondu au questionnaire, ce qui fait un taux de réponse de 20%.

Par ailleurs, le questionnaire quand il a été renseigné était complet (100% des sondés ayant répondu à plus de 80% des questions).

2.2. Caractéristiques générales de la population répondante

La très grande majorité des vétérinaires répondants (79%) ont un statut d'associés dans la structure dans laquelle ils travaillent. Ils sont donc relativement au fait des protocoles de gestion de l'arcure/bouleture au sein de leur structure. Dix pour cent des répondants sont salariés de leur structure. Les autres exercent soit seuls soit en collaboration libérale (Figure 25).

Figure 25: Statuts des répondants au questionnaire

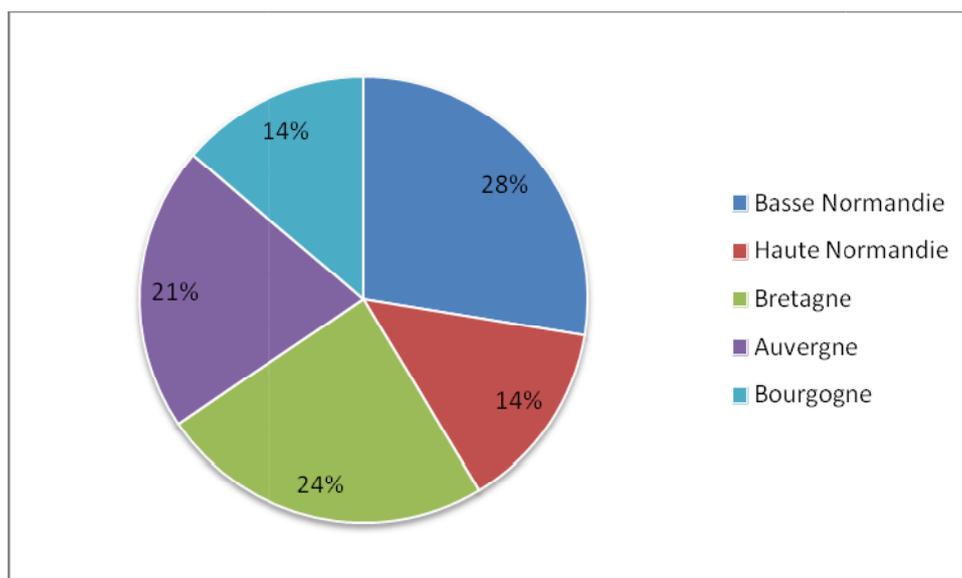


Les vétérinaires répondants exercent en majorité en Normandie (41%) ; viennent ensuite la Bretagne (24%) puis l’Auvergne (21%) et enfin la Bourgogne (14%) (Figure 27).

Figure 26: Répartition géographique des répondants (réalisée avec Google MyMaps®)



Figure 27: Régions d'exercice des répondants



La Normandie est la région qui a fourni la part la plus importante de réponses (41 %) mais c'est aussi la région dans laquelle il y avait la part la plus importante de vétérinaires contactés (45 %). Le taux de réponse est de 19 % en Basse Normandie et de 18 % en Haute Normandie. Le meilleur taux de réponse est obtenu en Auvergne où 29 % des structures contactées ont répondu au questionnaire. Vient ensuite la Bretagne avec 26 % et en dernier la Bourgogne, où seules 13 % des structures contactées ont répondu.

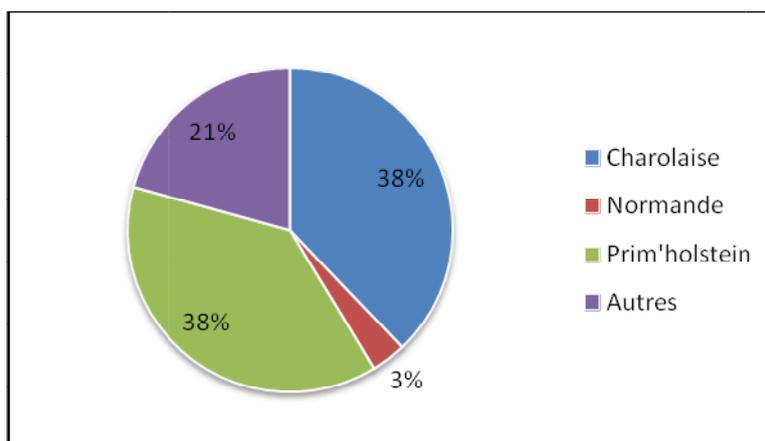
2.3. Critères épidémiologiques

Afin de caractériser les critères épidémiologiques des cas d'arcure/bouleture diagnostiqués sur le terrain par les vétérinaires français, des questions sur l'incidence, les races les plus atteintes et l'évolution du nombre de cas sur les trois dernières années ont été posées.

2.3.1. Activité et races

Le nombre de vétérinaires répondants ayant une majorité de vaches charolaises dans leur clientèle (38%) est égal au nombre de vétérinaires répondants ayant une majorité de Prim'holstein (38%) dans leur clientèle (Figure 28)

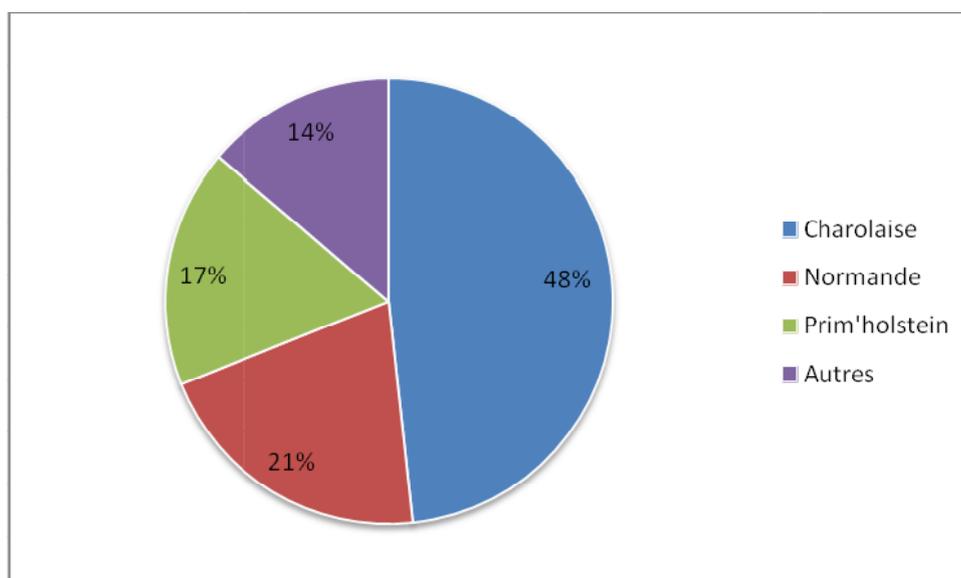
Figure 28: Race majoritaire dans les clientèles des répondants



Par contre, en ce qui concerne les races les plus souvent atteintes dans les clientèles des répondants, il apparaît que (Figure 29) :

- la Charolaise, qui n'est majoritaire que dans 38% des clientèles, est la race la plus souvent atteinte dans 48% des clientèles ;
- la Normande, qui n'est majoritaire que dans 3% des clientèles, est la seconde race la plus atteinte (race la plus souvent atteinte dans 21% des clientèles).

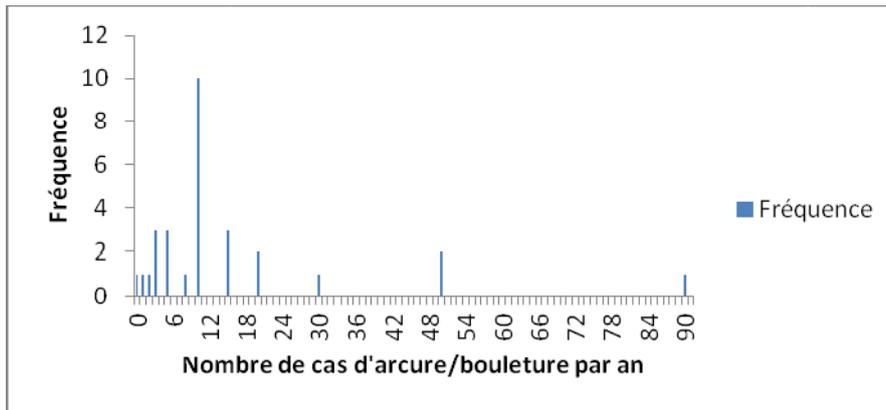
Figure 29 : Race majoritairement atteinte dans les clientèles des répondants



2.3.2. Nombre de cas et évolution

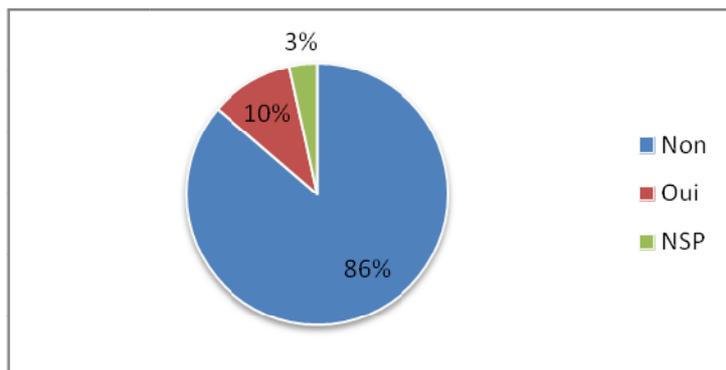
Le nombre annuel de cas rapporté par les vétérinaires interrogés varie de 0 à 90 cas (Figure 30). Seule une clinique voit 90 cas par an. Cette grande disparité peut être à relier à la taille très différente de l'ensemble des structures sondées (entre un vétérinaire et une dizaine par cabinet ou clinique). Le nombre moyen annuel d'arcure/bouleture est de 15.

Figure 30 : Fréquence des cas d'arcure/bouleture chez les répondants



Le nombre de cas n'a, a priori, pas évolué chez la très grande majorité (86%) des répondants au cours des trois dernières années (Figure 31). Les trois clientèles où il a été observé une évolution du nombre de cas mentionnent une diminution. Ces trois clientèles sont majoritairement en race Charolaise.

Figure 31 : Évolution de nombre de cas sur les 3 dernières années¹²



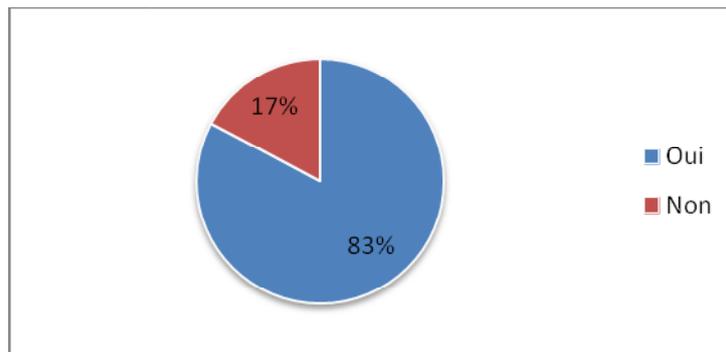
2.4. Modalités diagnostiques

2.4.1. Différenciation arcure/bouleture/pied-bot

Dans 83% des cas, les répondants disent différencier l'arcure et la bouleture (Figure 32)

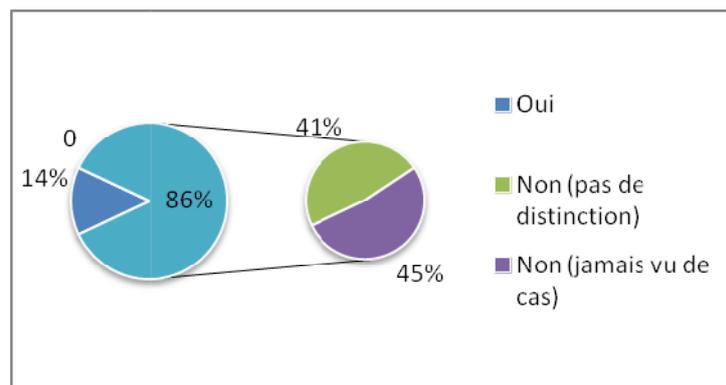
¹² NSP : ne se prononce pas

Figure 32: Différenciation arcure/bouleture dans le diagnostic



Les résultats sont inverses pour ce qui est de la différenciation bouleture/pied-bot puisque 86% des répondants ne font pas la différence entre ces 2 affections. Quarante cinq pour-cent ne font pas la différence simplement parce qu'ils n'ont jamais rencontré de cas de pied-bot (Figure 33).

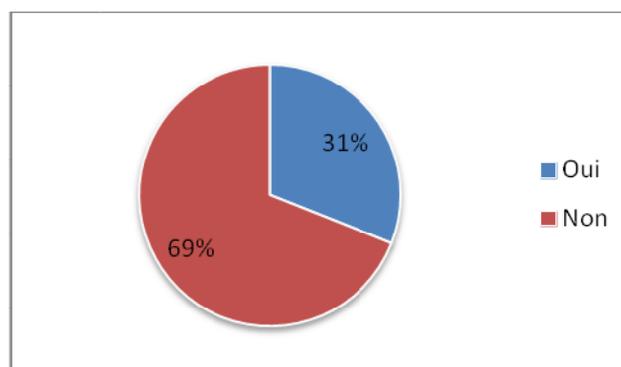
Figure 33: Différenciation bouleture et pied-bot



2.4.2. Quantification de l'atteinte

Seuls 31% des répondants rapportent utiliser une méthode de gradation pour quantifier l'atteinte (Figure 34). Un lien renvoyait vers le site pour répondre à cette question. Les méthodes de gradation évoquées sur le site étaient : un score clinique ou la mesure des angles articulaires par goniométrie.

Figure 34: Utilisation d'une méthode de gradation de l'affection



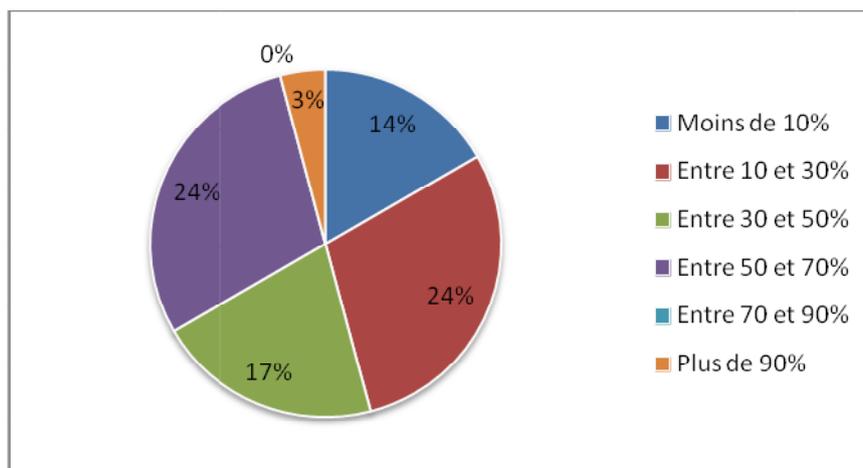
2.5. Influence de la gradation sur l'attitude thérapeutique

Pour harmoniser les réponses, il a été décidé de prendre comme référence la gradation d'Anderson (Anderson et St Jean, 1996) présenté dans le paragraphe 4.3.2 a) de la partie 1.

2.5.1. Attitude thérapeutique face à un grade 1

Il est difficile d'estimer une prévalence moyenne du grade 1 (correspondant au pourcentage de veaux atteints de grade 1 parmi les veaux atteints d'arcure, de bouleture ou de pied-bot) puisqu'aucune tendance nette ne se dégage des réponses (Figure 35).

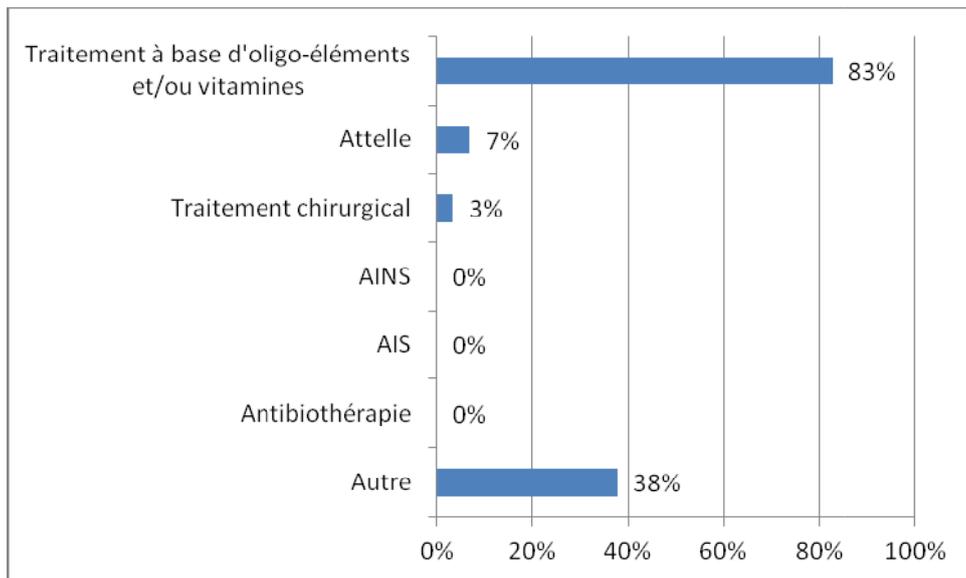
Figure 35: Estimation de la prévalence du grade 1 dans les clientèles sondées



Au sein du grade 1, une très grande majorité (83 %) des répondants semble utiliser des oligo-éléments et/ou des vitamines (Figure 36). Ils utilisent par contre rarement une immobilisation externe au moyen d'attelles (7 %) ou un traitement chirurgical (4 %). Aucun n'utilise d'antibiothérapie. Dans les réponses « autres », sont cités :

- l'ostéopathie (17%),
- la physiothérapie (7%),
- l'acupuncture (4%),
- la kinésithérapie (3%).

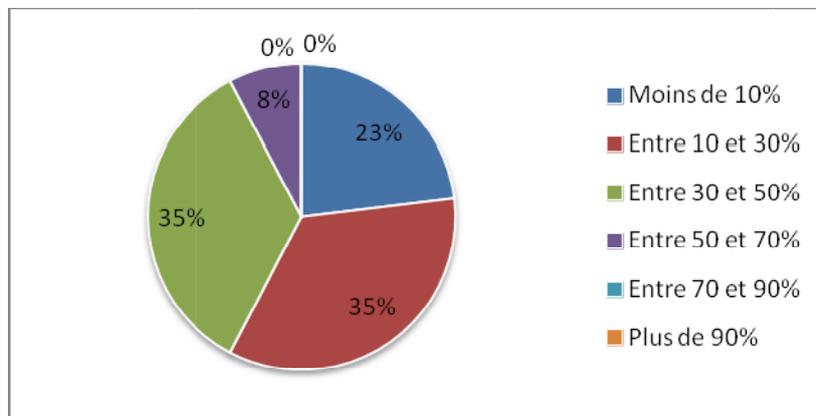
Figure 36: Attitude thérapeutique face à un grade 1^{13,14}



2.5.2. Attitude thérapeutique face à un grade 2

Une plus grande proportion de répondants (58% contre 38% pour le grade 1) affirme avoir entre 0 et 30% de grade 2 ; par ailleurs, beaucoup moins de répondants rapportent rencontrer une prévalence supérieure à 50% (8% contre 27% pour le grade 1) (Figure 37).

Figure 37 : Estimation de la prévalence du grade 2 dans les clientèles sondées

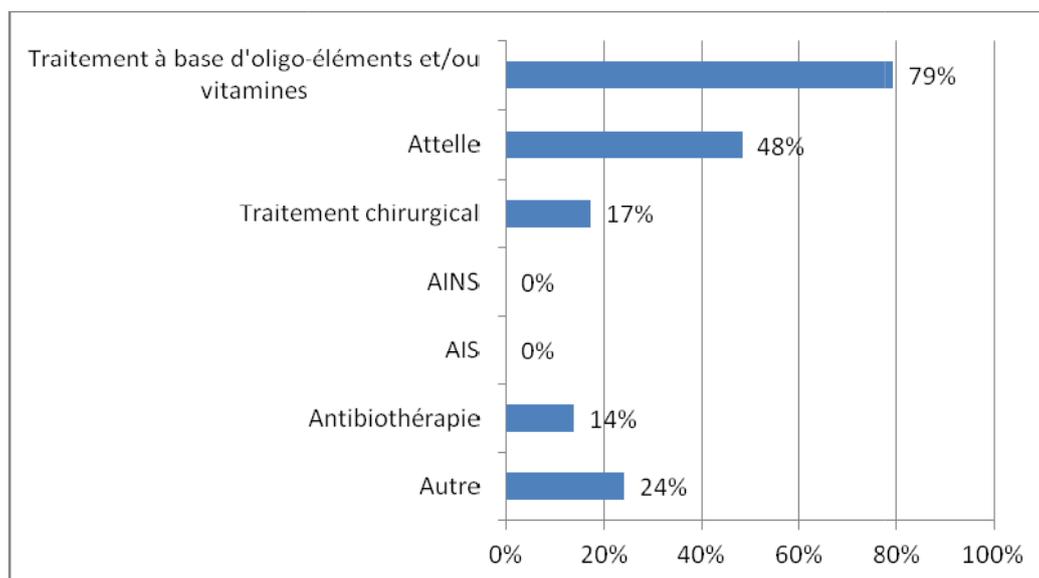


Face à un grade 2, la plupart des vétérinaires ont recours au traitement à base d'oligo-éléments et/ou de vitamines, comme pour le grade 1 (Figure 38). Une partie significativement plus grande de répondants ($p < 0,05$) recourt aux attelles (48%). Pour ce qui est du traitement chirurgical, la différence n'est pas significative par rapport au grade 1 ($p = 0,1$).

¹³ Plusieurs cases pouvaient être cochées, ce qui explique une totalité supérieure à 100%.

¹⁴ AIS : anti-inflammatoire stéroïdien ; AINS : anti-inflammatoire non stéroïdien

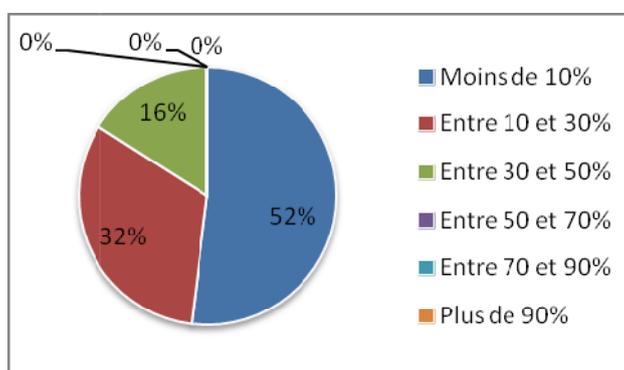
Figure 38: Attitude thérapeutique face à un grade 2



2.5.3. Attitude thérapeutique face à un grade 3

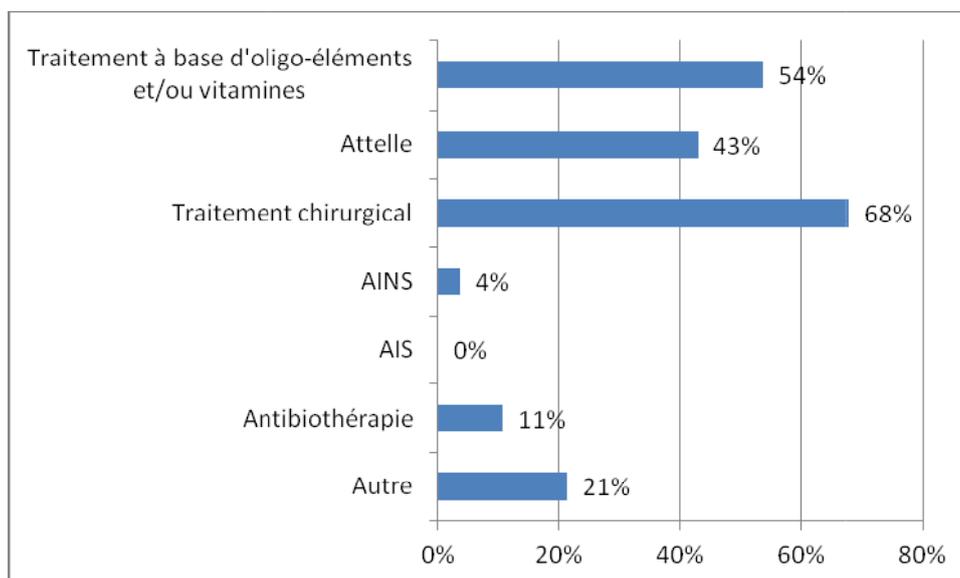
Une majorité de répondants (52 %) estime avoir moins de 10 % de grade 3. Toutefois, 48% rapportent en voir plus, avec même 16% déclarant une prévalence de 30 et 50% (Figure 39).

Figure 39: Estimation de la prévalence du grade 3 dans les clientèles sondées



Le recours à un traitement chirurgical lors de grade 3 est significativement ($p < 0,05$) préférée par rapport au grade 2. En effet, 68 % des répondants traitent le grade 3 avec une chirurgie des tendons (Figure 40). Les traitements à base de vitamines et oligo-éléments sont aussi significativement ($p < 0,005$) moins utilisés lors de grade 3 que lors de grade 2.

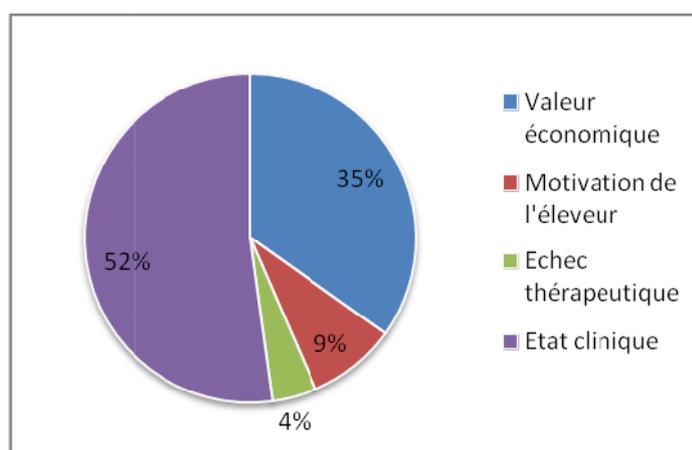
Figure 40: Attitude thérapeutique face à un grade 3



2.6. Motifs de décision chirurgicale

Les vétérinaires sondés étaient interrogés sur leur principal critère de décision chirurgicale (Figure 41). La majorité des vétérinaires (52%) considère qu'une atteinte de l'état clinique du veau est le critère principal, alors que pour 35%, c'est la valeur économique du veau qui compte.

Figure 41: Critère principal de décision chirurgicale



Le traitement chirurgical est facturé entre 60 et 200 euros par les vétérinaires répondants (cas d'une atteinte unilatérale, soins post-opératoires compris) et 135 euros en moyenne. Au moment du sondage, un veau laitier de 8 jours était estimé entre 80 et 120 euros.

2.7. Utilisation des attelles

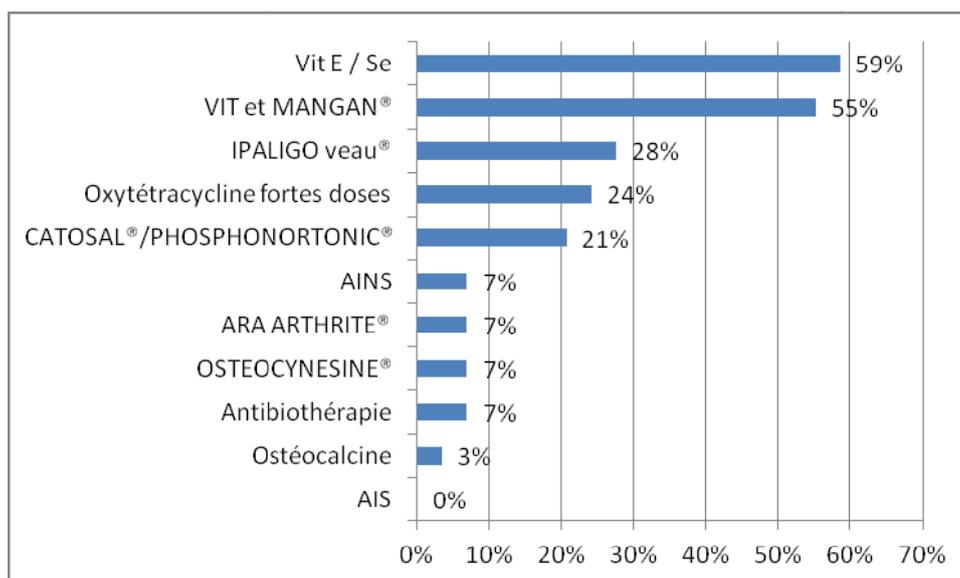
Une majorité des vétérinaires (73 %) répond utiliser des attelles dans le traitement de l'arcure/bouleture sans recourir au traitement chirurgical. Cependant, les vétérinaires utilisent aussi ces attelles en complément du traitement chirurgical puisqu'ils sont 73 % à compléter leur traitement chirurgical par la pose d'une attelle.

Les répondants utilisent à 52 % des attelles de type « gouttière PVC ».

2.8. Recours aux traitements médicaux

Le traitement médical occupe une place importante, sur le terrain, du traitement des cas d'arcure/bouleture puisque 90% des vétérinaires répondants affirment utiliser un traitement médical seul dans certains cas. En tête de ces traitements, arrivent les injections de vitamine E/sélénium (59 %) puis juste derrière les seringues Vit et Mangan® commercialisée par Obione à 55 %. D'autres traitements, comme l'homéopathie, sont également proposés dans le traitement (Figure 42).

Figure 42: Traitements médicaux utilisés par les répondants dans le traitement de l'arcure/bouleture



3. Discussion

3.1. Questionnaire

3.1.1. Longueur du questionnaire et teneur des questions

En raison de l'objectif d'obtenir le maximum de réponses, il était essentiel que le nombre de questions ne soit pas trop élevé et que le temps de remplissage du questionnaire ne dépasse pas plus de quelques minutes. Le questionnaire a été notamment testé par des confrères qui ont mis environ 7 minutes à le remplir. En effet, le peu de temps libre qu'offre l'emploi du temps chargé de la plupart des vétérinaires auxquels était adressé le lien vers cette enquête ne permettait de leur adresser un questionnaire trop long. Un faible nombre de questions

garantissait un temps de remplissage court et donc la possibilité pour un maximum de praticiens de le compléter intégralement. Le choix du type de réponses a également été motivé par la même volonté. En effet, il a été privilégié des questions fermées, soit à choix unique ou multiple, soit de la forme oui/non aux dépens de questions ouvertes qui nécessitent une réflexion supplémentaire et rallongent le temps de remplissage.

Concernant la compréhension et la clarté des questions, elles ont été évaluées avant diffusion par les confrères ayant testé l'enquête. En fonction de leurs remarques, des précisions sous forme de courts textes explicatifs ont été rajoutées ponctuellement et les questions reformulées ou simplifiées. De plus, des sections "Autres" ont été ajoutées à certaines questions pour pouvoir prendre en compte les éventuelles remarques des vétérinaires et également pour parer à l'oubli ou à la suppression d'un choix de réponse.

3.1.2. Moyens de diffusion

Plusieurs options étaient envisageables pour diffuser cette enquête mais une option en particulier s'est rapidement imposée. La diffusion par courrier de l'enquête imprimée sur papier, l'envoi d'un mail avec une version Word en pièce jointe, l'hébergement par un site de téléchargements du même document et la diffusion par le biais d'un lien relié à un site de sondage sur Internet ont été considérées.

L'envoi par courrier a été très rapidement écarté en raison du coût de l'opération (achat des enveloppes et des timbres, impression sur papier des questionnaires) et du caractère chronophage de cette méthode. De plus, ce moyen de diffusion avait le désavantage de multiplier les étapes à risque (envoi du courrier, transport par la Poste, réception, remplissage, renvoi) pouvant compromettre la réception finale des réponses des vétérinaires.

L'envoi du fichier de l'enquête au format Word par mail ou grâce à un site d'hébergement ont également été rejetées pour la simple raison que le type de fichier Word que nous voulions envoyer risquait de ne pas être compatible avec les versions de Word ou logiciels équivalents installés sur les ordinateurs des répondants, les empêchant donc de compléter le questionnaire. Même si des vétérinaires l'avaient signalé, nous n'aurions pas forcément disposé de tous les outils nécessaires pour rendre compatible ce fichier pour toutes les versions de Word et tous les logiciels de traitement de texte existants. De plus, ce système où les praticiens devaient taper les réponses reste chronophage pour eux.

L'envoi d'un lien vers l'enquête hébergée sur un site de confection de sondages est donc apparu comme la meilleure option pour éviter les désavantages cités précédemment. En effet, la plupart des vétérinaires possèdent une connexion Internet actuellement et l'utilisent sans problème, notamment en ce qui concerne l'envoi et la réception de mails. De plus, aucune prise en main particulière n'est nécessaire pour remplir le questionnaire et il n'existe aucun problème de compatibilité puisque l'enquête est hébergée par un site Internet. Cet hébergement était gratuit. Ainsi, nous avons eu recours au site de Google forms®.

Les inconvénients majeurs de ce moyen de diffusion sont qu'aucun contrôle n'a pu être réalisé quant à la bonne réception de l'intégralité des courriels d'une part et que les personnes n'étant pas équipées d'une connexion Internet ont été d'office écartées de cette étude, d'autre part.

3.1.3. Méthode de recueil et de traitements des données

Le site Google forms® offrait une présentation claire des résultats sous forme de graphiques où figuraient les pourcentages de réponses aux différentes questions, le nombre de vétérinaires ayant effectivement répondu à une question donnée et le nombre de personnes ayant passé la question sans y répondre. Il était également possible de télécharger les données de chaque question et le graphique correspondant sous forme de Classeur Excel. Cet outil a facilité le traitement des réponses des questions fermées. En ce qui concernait les quelques questions ouvertes qui composaient le questionnaire, l'ensemble des réponses a été traité manuellement et des catégories fixes ont été créées pour améliorer la représentation graphique, la clarté et l'interprétation des données.

La facilité et l'efficacité de traitement permises par ce moyen de diffusion n'auraient pas été permises par l'envoi par courrier par exemple. En effet, toutes les réponses auraient été traitées manuellement multipliant les chances d'erreur (mauvaise lisibilité des réponses, fautes d'inattention...).

3.2. Résultats de l'enquête

3.2.1. Population interrogée

Bien que le taux de réponse au questionnaire soit relativement satisfaisant (20% des cliniques interrogées y ayant répondu), seuls 42 % de la population vétérinaire rurale ou mixte (à dominante rurale) ont été contactés.

Les cabinets ou cliniques vétérinaires contactées sont situées dans des zones d'élevages importantes (Normandie, Bretagne, Bourgogne, Auvergne) (Figure 43). Ces régions représentent 38 % de l'élevage français en effectif de bovins (Tableau 6). Les réponses à ce questionnaire peuvent donc apporter un éclairage important sur les pratiques de terrain face à l'arcure/bouleture. Les résultats de cette enquête ne pourront cependant pas être extrapolés à l'ensemble de la population des vétérinaires ruraux ou mixtes français.

Figure 43: Répartition des bovins en France (Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt - Agreste - La statistique, l'évaluation et la prospective agricole)

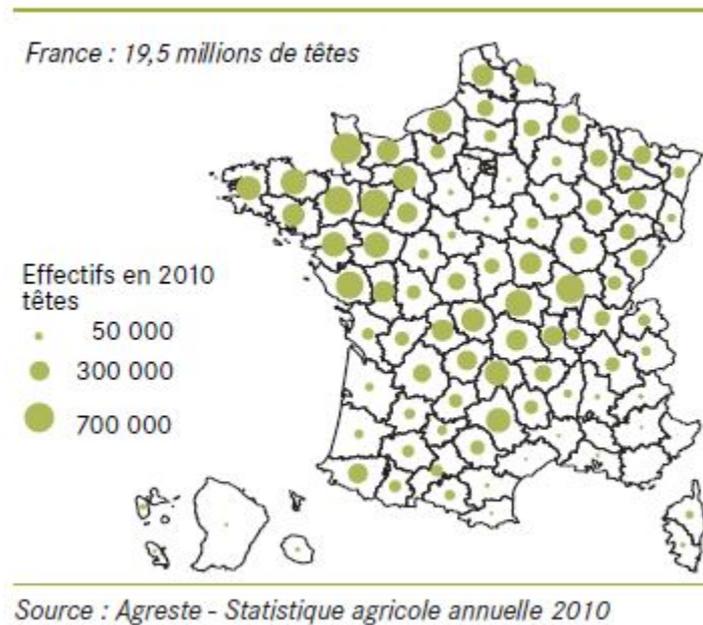


Tableau 6 : Répartition du nombre de bovins en 2010 parmi les régions de l'enquête (Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt - Agreste - La statistique, l'évaluation et la prospective agricole)

| Région | Nombre de bovins (en milliers de tête) | % |
|-----------------------|--|------|
| France métropolitaine | 19443,5 | 100% |
| Auvergne | 1623,1 | 8% |
| Bourgogne | 1369,6 | 7% |
| Bretagne | 2054,3 | 11% |
| Basse-Normandie | 1626,3 | 8% |
| Haute-Normandie | 620,4 | 3% |
| Cumulé | 7293,7 | 38% |

Une majorité des répondants (79%) ont un statut d'associés de la structure où ils travaillent. Les réponses sont donc caractéristiques de ce qui se pratique dans les cabinets ou cliniques qui ont répondu.

3.2.2. Critères épidémiologiques

Les critères épidémiologiques sont un point intéressant de ce questionnaire car il n'existe aucune statistique sur la prévalence par race en ce qui concerne l'arcure/bouleture. Or les remontées de terrain semblent unanimes pour attribuer un plus grand nombre de cas aux veaux Normands et Charolais. Bien que les résultats de ce questionnaire n'aient pas de valeurs statistiques, ils vont bien dans ce sens.

Certains chiffres indiqués dans le questionnaire par les répondants sont issus de données du logiciel de gestion de clientèle des cabinets ou cliniques vétérinaires mais la majorité des chiffres fournis est estimée par souvenir. Cette estimation indiquée par chaque vétérinaire peut être biaisée par le fait que certains vétérinaires ont peut-être entendu parler d'une prévalence supérieure chez les races Normande et Charolaise.

Une autre limite de cette question est que le vétérinaire ne pouvait donner qu'une seule réponse concernant la race majoritairement présente dans la clientèle et la race principalement touchée par l'arcure/bouleture. Ainsi, si une race était légèrement moins touchée, elle n'était pas mentionnée.

3.2.3. Quantification de l'atteinte

Trente et un pourcent des répondants affirment utiliser une méthode de gradation. Cependant la question suivante consistait, en une réponse ouverte, à indiquer la méthode de gradation. Il ressort des quelques réponses données qu'aucun vétérinaire n'utilise de critères standardisés. Cette absence d'échelle standard peut poser problème pour comparer les différents cas lorsque des opérateurs différents interviennent. Elle peut aussi être dommageable aux travaux de recherche, empêchant ainsi les comparaisons des différents travaux.

3.2.4. Influence de la gradation sur la thérapeutique

Une différence nette d'attitude thérapeutique est observée entre les veaux peu atteints et les veaux sévèrement atteints. Pour des soucis de clarté, il a été choisi de définir trois grades en se basant sur les grades d'Anderson (Anderson et al., 2008). Cependant, 69% des répondants affirment ne pas grader la maladie selon un score clinique ou une méthode goniométrique. Il aurait donc été intéressant de connaître les méthodes individuelles de prise de décision. Malheureusement, le questionnaire tel qu'il a été créé n'a permis de connaître d'apprécier ce dernier point.

Au sein des réponses issues du questionnaire, certains consensus ressortent tout de même :

- il n'existe pas un unique traitement sur le terrain,
- l'attitude thérapeutique est très différente selon le degré d'atteinte du veau,
- le recours aux oligo-éléments et/ou aux vitamines est quasi-systématique,
- le traitement chirurgical est souvent réservé au grade 3 voire au grade 2.

La différence entre le nombre de vétérinaires utilisant les attelles face à un grade 2 et celui les utilisant face à un grade 3 n'est pas significative. Cette non significativité peut être due au fait que les vétérinaires utilisent souvent les attelles en complément du traitement chirurgical. Pour plus de précisions, la question aurait donc dû porter sur l'utilisation d'attelles seules.

4. Conclusion

Comme précisé plus haut, les données concernant la gestion non-chirurgicale de l'arcure/bouleture sont rares. Or ces affections sont fréquemment rencontrées sur le terrain. Cette enquête apporte donc des éléments de réponses concernant les différentes stratégies adoptées par les praticiens sur le terrain lorsqu'ils y sont confrontés. Bien que ces réponses ne puissent être extrapolées à l'ensemble de la population française des vétérinaires ruraux, des tendances claires se dégagent au sein de l'échantillon sondé, notamment le fait que seuls les cas les plus sévères se voient proposer un traitement chirurgical et que le

traitement « classique » à base de vitamines-oligo-éléments fait l'objet d'un large consensus. La suspicion d'une atteinte plus fréquente des races Normande et Charolaise semble être confortée. Cependant ce dernier point devra faire l'objet d'une étude plus poussée pour éviter les biais potentiels engendrés par notre questionnaire.

Si la majorité des vétérinaires utilisent une méthode de gradation de l'arcure/bouleture pour adapter leur stratégie thérapeutique, peu utilisent une méthode objective. Pourtant la goniométrie semble présenter de nombreux avantages pour la gradation initiale et le suivi des veaux arqués et/ou bouletés.

B/ Étude de la reproductibilité des mesures goniométriques chez le veau

Les praticiens accordent une grande importance au degré d'atteinte du veau pour choisir la prise en charge thérapeutique la plus adéquate. Or 69% des praticiens interrogés dans l'étude affirmaient ne pas utiliser de méthodes de gradation précise.

Pour effectuer cette gradation, deux méthodes ont déjà été évoquées :

- les scores cliniques,
- la goniométrie.

La première méthode (le score clinique) présente de nombreux inconvénients. Il n'existe pas aujourd'hui de score clinique qui fasse consensus dans le milieu vétérinaire. Par ailleurs, il n'est pas toujours facile de relier le score clinique du veau à son degré d'atteinte (par exemple, un veau « faible » (du fait d'une autre affection) aura du mal à tenir debout alors que sa bouleture est modérée). Dès lors, il devient difficile de systématiser la prise en charge thérapeutique en fonction du score clinique.

La deuxième technique (la goniométrie) présente l'avantage d'être une méthode purement objective qui quantifie uniquement le degré de l'arcure et/ou de la bouleture et donc permet de bien adapter le traitement contre l'arcure et/ou la bouleture. L'inconvénient majeur de cette technique est que sa fiabilité n'est, pour l'instant, pas validée chez le veau lors de défaut d'aplomb, seule une étude rapportant des mesures chez des veaux sains (Sengöz Şirin et al., 2014) existe.

L'objectif de cette partie sera donc d'étudier la fiabilité de la goniométrie chez le veau et notamment la reproductibilité de la prise de mesures. La reproductibilité est l'étroitesse de l'accord entre les résultats des mesurages du même mesurande, mesures effectuées en faisant varier les conditions de mesures : le principe de mesure, la méthode de mesure, l'opérateur, l'instrument de mesure, l'étalon de référence, le lieu, les conditions d'utilisation, et/ou le temps.

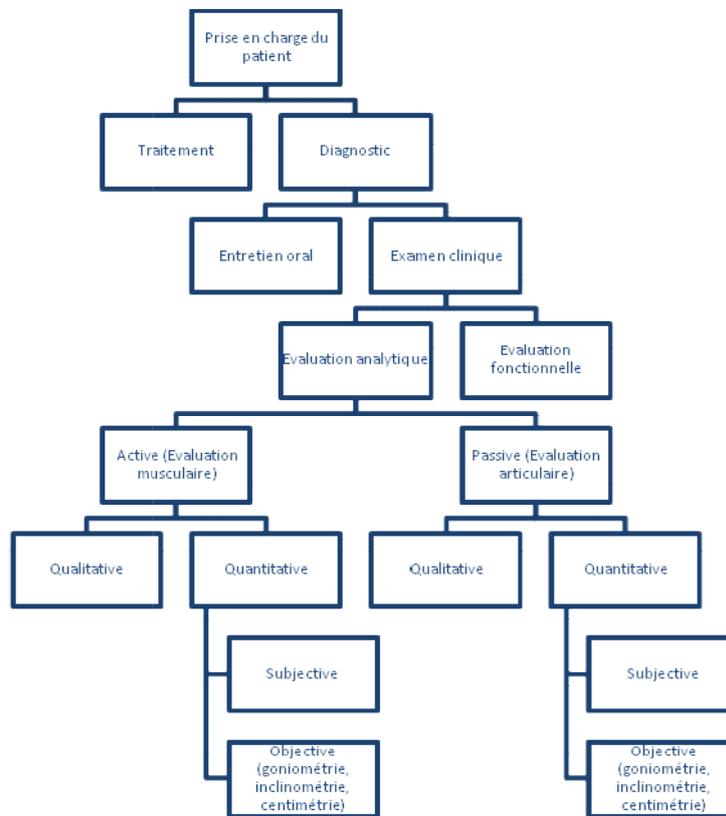
La reproductibilité de la goniométrie sera étudiée pour la mesure des articulations du carpe et du boulet chez le jeune veau.

1. Utilisation de la goniométrie chez les différentes espèces

Chez les veaux, seul un article mentionne des mesures goniométriques pour les articulations du carpe, du coude, de l'épaule, du tarse, du genou et de la hanche (Sengöz Şirin et al., 2014). Il semble donc intéressant d'aller chercher chez d'autres espèces quelle fiabilité des mesures est rapportée pour ce procédé.

En médecine humaine, la goniométrie est utilisée par de nombreux médecins, notamment en rééducation ou par des masseurs-kinésithérapeutes, pour apporter la preuve de l'efficacité de leur rééducation dans un souci de démarche qualité. Les mesures goniométriques occupent notamment une place importante dans le bilan diagnostique kinésithérapeutique (BDK). La mesure des amplitudes articulaires permet de quantifier les progrès accomplis par le patient tout au long de sa prise en charge (Figure 44).

Figure 44: Organigramme situant la goniométrie dans la prise en charge du patient en médecine humaine (Grossemy, 2008)



La goniométrie, chez l'homme a déjà fait ses preuves au travers de nombreuses publications (Boone et al., 1978 ; Brosseau et al., 2001, 1997, Croft et al., 1996 ; Gill et al., 1988 ; Green et al., 1998 ; Hole et al., 1995 ; Perrin et al., 2003 ; Saur et al., 1996). Par exemple, l'équipe de Boone (Boone et al., 1978) montre que lorsqu'un même opérateur réalise les mesures, le goniomètre permet de suivre des améliorations d'amplitude articulaire de l'ordre de 3 à 4°. Lorsque plusieurs opérateurs interviennent, il est difficile de mettre en évidence des améliorations inférieures à 5°.

Il est important d'étudier la validité de cette technique chez les animaux car ceux-ci présentent une difficulté supérieure. En effet, il est difficile de demander à un animal une flexion ou une extension volontaire pour déterminer son amplitude articulaire. Une étude menée sur des labradors retrievers (Jaegger et al., 2002) consistait à comparer les mesures d'angles articulaires par goniométrie sur animaux vigiles comparées aux mesures des mêmes angles sur clichés radiographiques réalisés sur animaux sédatisés. Les articulations concernées étaient le carpe, le tarse, l'épaule, le coude et le genou. Les labradors étaient standardisés (âge, poids, taille) afin de limiter la variabilité naturelle. Les mesures sur clichés radiographiques n'étaient pas significativement différentes de celles prises sur les animaux alertes. Le fait d'anesthésier les chiens n'a pas influé les résultats. Le fait que les patients sélectionnés soient sains peut constituer toutefois un biais puisque, lorsqu'un animal ressent de la douleur à la mobilisation de son membre, une diminution de l'amplitude articulaire peut être observée. Dans ce cas, la sédation peut jouer un rôle important dans la mesure du

ROM¹⁵. L'intervalle de confiance des moyennes (faites sur 15 mesures) des mesures goniométriques était compris entre 1 et 2 degrés, ce qui indique une grande reproductibilité des mesures à l'aide du goniomètre. Les faibles variations obtenues dans cette étude pourraient être expliquées par un repérage anatomique précis. Les auteurs conseillent de prendre ses mesures trois fois puis de choisir la valeur médiane. Plus l'articulation est proximale, plus la variabilité de la mesure est importante (probablement due à une quantité de tissu mou plus importante et à un moins bon repérage des reliefs osseux repères). Aujourd'hui, la goniométrie est couramment utilisée par les physiothérapeutes canins, notamment lors de suivi d'arthrose. Il semblerait cependant que la précision soit moins fine sur chien pathologique que sur chien sain (Jaegger et al., 2002).

Liljebrink et Bergh testent en 2010 (Liljebrink et Bergh, 2010) la fiabilité de la goniométrie sur chevaux sains. Ils arrivent aux résultats que la reproductibilité intra-opérateur est très bonne (ICC¹⁶ compris entre 0,82 et 0,95) alors que celle inter-opérateur est bien moins bonne (ICC compris entre 0,03 et 0,45). Une différence significative des mesures est mise en évidence entre les chevaux vigiles et ceux anesthésiés. Ils en concluent donc que le goniomètre est un outil utile pour suivre l'amplitude articulaire passive d'une articulation (en l'occurrence le boulet et le carpe) s'il est utilisé par le même opérateur tout le long du suivi. Cependant, aucune conclusion ne pourra être tirée d'une évolution de l'amplitude articulaire inférieure à 10° (amélioration ou aggravation).

Une étude plus complète encore a été menée chez le mouton au Brésil (V. M. Govoni et al., 2012). Les auteurs y calculent les fiabilités intra-opérateurs pour les différentes articulations des membres antérieurs et postérieurs (Tableau 7). Plus le coefficient est proche de 1, plus la reproductibilité intra-opérateur est grande. On peut remarquer que ce coefficient varie beaucoup selon l'opérateur et l'articulation. Les mesures les moins répétables dans cette étude sont les mesures faites en région du carpe et de l'épaule.

Tableau 7: Fiabilité intra-opérateur (Coefficient = ICC) des mesures goniométriques en flexion et extension maximales chez le mouton (V. M. Govoni et al., 2012)¹⁷

| Joint | Maximum flexion | | Maximum extension | |
|----------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|
| | Investigator 1 | Investigator 2 | Investigator 1 | Investigator 2 |
| | Coefficient | Coefficient | Coefficient | Coefficient |
| Tarsal | 0.909 | 0.862 | 0.865 | 0.793 |
| Stifle | 0.908 | 0.753 | 0.953 | 0.901 |
| Hip | 0.879 | 0.658 | 0.957 | 0.935 |
| Carpal | 0.308 | 0.532 | 0.491 | 0.605 |
| Elbow | 0.828 | 0.845 | 0.945 | 0.861 |
| Shoulder | 0.445 | 0.504 | 0.967 | 0.825 |

¹⁵ ROM : *range of motion* (amplitude articulaire)

¹⁶ ICC : *intraclass correlation coefficient* (coefficient de corrélation intraclass) ; plus il est proche de 1, meilleure est la reproductibilité de la mesure.

¹⁷ Tarsal : du tarse ; stifle : du genou ; hip : de la hanche ; carpal : du carpe ; elbow : du coude ; shoulder : de l'épaule

Pour ce qui est de la fiabilité inter-opérateur, l'étude de Govoni *et al.* (2012) rapporte des coefficients très médiocres puisque le meilleur est à 0,646 (Tableau 8).

Tableau 8: Fiabilité inter-opérateur (Coefficient = ICC) des mesures goniométriques en flexion et extension maximales chez le mouton (V. M. Govoni et al., 2012)

| Joint | Maximum flexion | Maximum extension |
|----------|-----------------|-------------------|
| | Coefficient | Coefficient |
| Tarsal | 0.513 | 0.529 |
| Stifle | 0.227 | 0.207 |
| Hip | 0.283 | 0.499 |
| Carpal | 0.160 | 0.274 |
| Elbow | 0.310 | 0.464 |
| Shoulder | 0.388 | 0.646 |

Chez le mouton, la fiabilité de la goniométrie semble moindre que chez les espèces sus-citées. Il est à noter que, contrairement aux autres études, les mesures faites par Govoni et al. n'étaient pas répétées (Govoni et al., 2012) alors que dans les autres études, trois mesures étaient faites successivement, afin de calculer une moyenne ou une médiane. Enfin chez le veau, il existe une publication qui mentionne les mesures goniométriques (Sengöz Şirin et al., 2014). L'objectif de cet article est de donner des valeurs d'angles articulaires moyennes pour servir de référence. Les auteurs arrivent au tableau suivant (Tableau 9) :

Tableau 9: Normes des angles articulaires chez le veau de race Prim Holstein sain (Sengöz Şirin et al., 2014)

| Joint | Position | Mean ± SD | | p-value | %95 CI of the mean | | Median | |
|----------|-------------------|----------------|----------------|---------|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Investigator 1 | Investigator 2 | | Investigator 1 | Investigator 2 | Investigator 1 | Investigator 2 |
| Carpal | Maximum flexion | 31.67 ± 3.69 | 30.66 ± 4.30 | 0.204 | 25–38 | 20–35 | 30 | 30 |
| Elbow | Maximum flexion | 41.10 ± 7.22 | 39.00 ± 6.21 | 0.076 | 30–60 | 25–55 | 40 | 40 |
| | Maximum extension | 140.90 ± 8.16 | 139.17 ± 9.11 | 0.152 | 130–155 | 120–160 | 140 | 140 |
| Shoulder | Maximum flexion | 50.83 ± 7.44 | 52.27 ± 6.29 | 0.244 | 35–65 | 40–72 | 50 | 53.5 |
| | Maximum extension | 129.47 ± 12.82 | 127.33 ± 12.23 | 0.244 | 105–150 | 110–150 | 127.5 | 125 |
| Tarsal | Maximum flexion | 37.53 ± 4.75 | 38.07 ± 8.08 | 0.721 | 30–50 | 30–60 | 35 | 35 |
| | Maximum extension | 153.67 ± 10.82 | 153.87 ± 11.15 | 0.926 | 130–170 | 130–175 | 155 | 155 |
| Stifle | Maximum flexion | 42.17 ± 7.04 | 41.76 ± 5.20 | 0.742 | 30–57 | 30–50 | 40 | 40 |
| | Maximum extension | 139.83 ± 11.66 | 138.00 ± 11.48 | 0.152 | 115–160 | 115–160 | 140 | 140 |
| Hip | Maximum flexion | 59.20 ± 5.90 | 55.00 ± 6.57 | 0.258 | 40–68 | 40–70 | 55 | 55 |
| | Maximum extension | 130.33 ± 14.62 | 128.17 ± 11.02 | 0.130 | 95–150 | 105–150 | 130 | 125 |

Toutes les études utilisant la goniométrie mentionnent l'importance de l'expérience de l'opérateur. Celle-ci semble en effet jouer un rôle déterminant dans la fiabilité des mesures. En conclusion, malgré une fiabilité prouvée en médecine humaine dans certaines conditions d'utilisation (un seul opérateur expérimenté pour le suivi d'une modification d'angles

articulaires supérieure à 10°), les études manquent en médecine vétérinaire, en particulier dans l'espèce bovine.

Il semblait alors opportun d'étudier la fiabilité des mesures goniométriques sur des veaux sains présents à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.

2. Matériel et méthodes

2.1. Population

Les sept veaux inclus dans le protocole sont des veaux Prim'Holstein âgés de 8 jours à 21 jours et n'ayant aucune anomalie d'aplomb visible au niveau des antérieurs.

Les veaux présentant une suspicion de réduction de l'amplitude articulaire du boulet ou du carpe sont d'emblée exclus de l'étude.

2.2. Matériel

Le goniomètre utilisé est un goniomètre simple (modèle de l'hôpital Cochin) commercialisé par la société COMED®, le même que celui présenté dans le paragraphe 0 page 30.

2.3. Méthode

2.3.1. Déroulé des mesures

Deux opérateurs ont réalisés les mesures. Ils mesurent les articulations du carpe et du boulet en extension et en flexion maximales. Les deux opérateurs dont la concordance des mesures a été testée sont Bérangère Ravary-Plumioën (directrice de cette thèse) et moi-même.

Lors d'une prise de mesure, le veau est contenu par un opérateur pendant que le deuxième prend ses mesures. Les rôles sont ensuite échangés afin que chaque opérateur puisse prendre ses mesures. Entre les deux prises de mesures, les opérateurs ne communiquent pas sur le résultat trouvé afin de ne pas biaiser le deuxième. Le veau était couché en décubitus latéral du côté opposé à celui du membre dont les articulations sont mesurées. Les opérateurs remplissaient le tableau ci-dessous (Tableau 10).

Tableau 10: Trame à remplir pour les prises de mesures

| Date | | Opérateur n°1 | | | |
|------|-----------|-----------------|--------|------------------|--------|
| | | Antérieur droit | | Antérieur gauche | |
| Veau | | Carpe | Boulet | Carpe | Boulet |
| | flexion | .. | .. | .. | .. |
| | extension | .. | .. | .. | .. |

Chaque mesure est réalisée trois fois, trois jours consécutifs (un jour d'intervalle a été choisi pour considérer les mesures d'un jour sur l'autre indépendantes).

Trois cent trente six mesures ont ainsi été réalisées sur l'ensemble des veaux de l'étude (7 veaux, 4 articulations, flexion/extension, 2 opérateurs, 3 jours consécutifs).

2.3.2. Méthode de mesure

Les mesures ont été réalisées systématiquement de la manière décrite ci-dessous, successivement sur le carpe puis sur le boulet.

- Mesure de l'amplitude articulaire du **carpe**

L'amplitude articulaire du carpe est déterminée en mesurant successivement 2 angles : celui de la flexion maximale et celui de l'extension maximale

- Mesure en **flexion**

L'articulation du carpe du veau est mobilisée pour trouver l'axe de rotation de l'articulation (point rouge sur la Figure 45). Il ne faudra pas s'étonner du fait que l'axe de rotation de cette articulation se trouve hors de celle-ci.

Figure 45: Mobilisation de l'articulation du carpe autour de son axe de rotation



L'axe de rotation de l'articulation est ensuite aligné avec l'axe de rotation du goniomètre. La branche du goniomètre sur laquelle est imprimée la flèche est placée le long du radius du veau dans le sens indiqué sur la Figure 46 (sur la ligne formée par le milieu cranio-caudal de l'avant-bras au niveau du processus styloïde ulnaire et l'épicondyle latéral de l'humérus).

Figure 46: Pose du goniomètre sur l'antérieur du veau



En maintenant le goniomètre aligné avec le radius du veau, une flexion maximale de l'articulation est réalisée. Il est important de rechercher la flexion maximale (sans générer de douleur) de telle sorte que ce degré de flexion soit répétable lors d'une prise de mesure ultérieure.

La deuxième branche du goniomètre est apposée le long de l'os métacarpien (ligne formé par le milieu de la diaphyse) tout en maintenant la flexion maximale.

Figure 47: Pose de la deuxième branche du goniomètre



La valeur de l'angle articulaire du carpe en flexion est lue directement sur le goniomètre.

- Mesure en **extension**

Lorsque la mesure de flexion est lue, le membre est positionné en extension maximale en maintenant les deux branches parallèles aux segments osseux. L'angle d'extension maximale du carpe est alors lu (Figure 48).

Figure 48: Mise en extension du carpe



- Mesure de l'amplitude articulaire du **boulet**

L'amplitude articulaire du boulet est déterminée en mesurant successivement 2 angles : celui de la flexion maximale et celui de l'extension maximale

- Mesure en **flexion**

Comme pour le carpe, l'axe de rotation de l'articulation est d'abord recherché (point rouge sur la Figure 49). L'axe de rotation de l'articulation du boulet est, le plus souvent, sur l'articulation.

Figure 49: Mobilisation de l'articulation du boulet autour de son axe de rotation



L'axe de rotation de l'articulation est aligné avec l'axe de rotation du goniomètre. La première branche du goniomètre est placée le long de l'os métacarpien (Figure 50).

Figure 50: Alignement de la première branche avec l'os métacarpien



La flexion maximale est recherchée et la deuxième branche du goniomètre avec la première phalange est alignée (Figure 51). La mesure de l'angle articulaire du boulet en flexion est alors lue.

Figure 51: Mesure de l'angle articulaire lorsque le boulet est en flexion



○ Mesure en **extension**

En maintenant les branches du goniomètre alignées aux segments osseux, l'extension maximale est recherchée. La mesure de l'angle du boulet en extension est alors lue (Figure 52).

Figure 52: Mesure de l'angle articulaire lorsque le boulet est en extension



2.3.3. Méthode d'analyse statistique

Pour évaluer la reproductibilité d'une méthode de mesure, il faut étudier la concordance entre deux prises de mesure successives. Lorsque la mesure est quantitative, des méthodes numériques et des méthodes graphiques peuvent être utilisées, comme :

- la méthode numérique calculant le coefficient de concordance de Lin,
- la méthode graphique selon Bland et Altman.

Les statistiques ont été réalisées à partir de macro dans Excel ainsi que sur le site internet BiostaTGV (BiostaTGV - Statistiques en ligne).

a) Coefficient de concordance de Lin

Le coefficient de concordance de Lin est un coefficient allant de -1 à +1, où les valeurs de -1, 0, et +1 signifient respectivement une discordance parfaite, une concordance nulle et une concordance parfaite. Il a pour formule (Partik et al., 2002) :

$$CC_{lin} = \frac{2 \cdot Covar_{1,2}}{s_1^2 + s_2^2 + (m_1 - m_2)^2}$$

où $Covar_{1,2}$ représente la valeur de la covariance du caractère mesuré entre les séries de mesures 1 et 2, s_1^2 et s_2^2 respectivement les variances du caractère mesuré dans les séries 1 et 2, et m_1 et m_2 respectivement les moyennes du caractère mesuré dans les séries 1 et 2.

Le coefficient de corrélation de Lin est décrit comme étant le meilleur coefficient de corrélation pour mesurer la concordance entre deux séries de mesures (Crawford et al., 2007).

La raison pour laquelle il est plus adapté que le coefficient de corrélation de Pearson est la suivante. Le coefficient de corrélation de Pearson quantifie la relation linéaire qui existe entre les deux séries de mesures. Si les mesures observées s'éloignent de la droite de régression estimée à partir des deux séries de mesures (par exemple à l'aide de la méthode

des moindres carrés), il y a un manque de précision autour de cette droite de régression (manque de précision de la concordance) ; dans ce cas, le coefficient de Pearson se rapproche de 0. En plus de quantifier la précision de la concordance, le coefficient de concordance de Lin quantifie aussi l'écart systématique entre les deux séries de mesures (déviations systématiques par rapport à la droite de concordance à 45°), ce qui représente l'exactitude de la concordance. Les coefficients de corrélation de Pearson et de Spearman ne prennent pas en compte l'exactitude de la concordance. En ce sens, ce ne sont pas des coefficients de concordance, mais de simples coefficients de corrélation.

La grille de lecture du coefficient de corrélation de Lin (en valeur absolue) est donnée par Partik et al. (Partik *et al.*, 2002) en Figure 53.

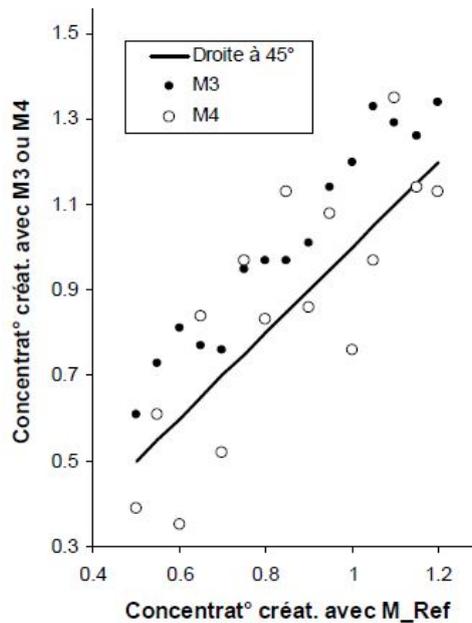
Figure 53: Interprétation des valeurs (en valeurs absolues) du coefficient de concordance de Lin (Partik et al., 2002)

| CC Lin | Interprétation |
|-----------|--------------------------|
| < 0,50 | Inacceptable |
| 0,51-0,60 | Mauvais (Poor) |
| 0,61-0,70 | Passable (Mediocre) |
| 0,71-0,80 | Moyennement satisfaisant |
| 0,81-0,90 | Plutôt bon (fairly good) |
| 0,91-0,95 | Très bonne (very good) |
| > 0,95 | Excellente |

b) Graphique de Bland et Altman (Bland et Altman, 1999)

Deux valeurs de coefficient de concordance de Lin identiques peuvent traduire des situations de non concordance assez différentes. Par exemple, sur la Figure 54, la méthode M3 surestime les valeurs de concentration en créatinine (car les points sont au-dessus de la droite à 45°, qui représente la concordance parfaite avec la méthode de référence) avec une relativement faible erreur de mesure. La méthode M4 ne semble ni surestimer, ni sous-estimer les valeurs de concentration en créatinine, mais l'erreur (aléatoire) de mesure semble importante. Le coefficient de concordance de Lin est de 0,73 aussi bien entre la méthode de référence et la méthode M3 qu'entre la méthode de référence et la méthode M4.

Figure 54: Illustration des limites du coefficient de Lin (Desquilbet, 2016)



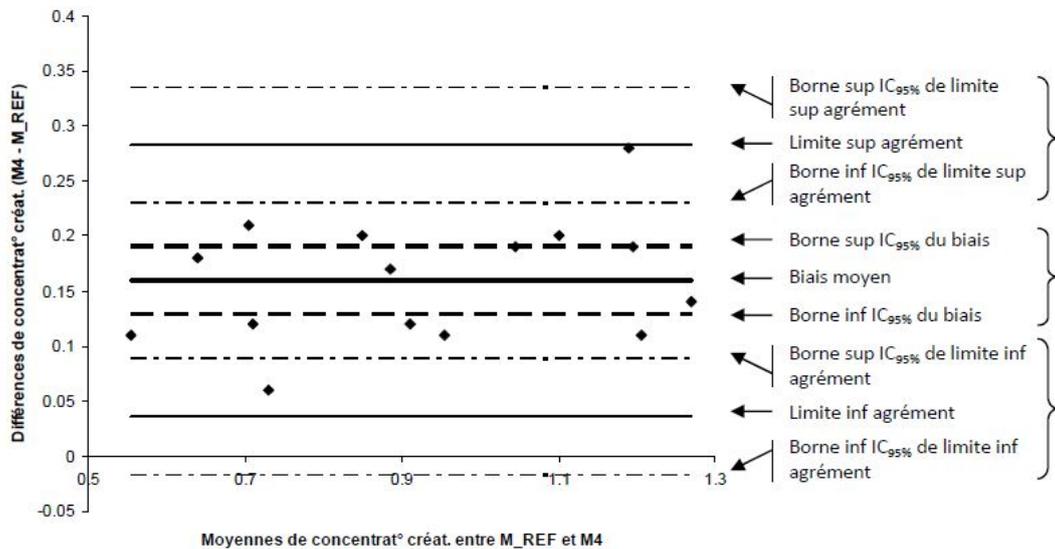
Le graphique de Bland et Altman permet de fournir une indication (clinique) de la façon dont les données sont peu ou pas concordantes. La méthode graphique de Bland et Altman, les calculs impliqués et ses interprétations sont très bien décrits par leurs auteurs dans leur article de 1999 (Bland et Altman, 1999). Le graphique de Bland et Altman (Figure 55) comporte les mesures effectuées par les deux méthodes dont on souhaite savoir si elles sont concordantes ou pas (un point sur la courbe représentant un paramètre pour lequel on a effectué la mesure à l'aide des deux méthodes), trois droites horizontales et les intervalles de confiance à 95% de ces trois droites (représentées sous forme également de droites). L'axe des abscisses du graphique correspond à la valeur moyenne calculée à partir des valeurs issues des deux méthodes de mesure à comparer ; l'axe des ordonnées correspond à la différence entre les valeurs obtenues avec les deux méthodes.

Avant d'utiliser la méthode graphique de Bland et Altman, il est absolument indispensable d'avoir une idée des valeurs X et Y dans les deux phrase suivantes :

- étude de la reproductibilité inter-opérateur d'une méthode de mesure : deux opérateurs donnent des valeurs concordantes si (1) l'un ne surestime ou ne sous-estime pas les valeurs par rapport à l'autre opérateur de plus de X, et si (2) la très grande majorité des écarts (en valeur absolue) entre les deux opérateurs est inférieure à Y.
- étude de la reproductibilité intra-opérateur d'une méthode de mesure : une méthode de mesure est considérée comme reproductible si (1), lors de 2 séries de mesures faites à deux instants différents, une des séries de mesure ne surestime ou ne sous-estime de plus de X les valeurs par rapport à l'autre, et si (2) la très grande majorité des écarts entre les deux séries de mesures est inférieure à Y (en valeur absolue).

Par la suite, la valeur X correspond à la valeur seuil du 1^{er} critère, et Y celle du 2nd critère. De plus, la notion de très grande majorité (des écarts) dans la méthode de Bland et Altman correspond à 95% (des écarts). Cet intervalle constitue ce que l'on appelle la zone d'agrément.

Figure 55: Exemple de graphique de Bland et Altman comparant deux méthodes de mesures (M_REF et M4) utilisées dans le dosage de la concentration en créatinine (Desquilbet, 2016)



Le fait de considérer que deux séries de mesures sont concordantes ou discordantes à l'aide du graphique de Bland et Altman (vérification de deux critères X et Y) repose sur des considérations cliniques (choix a priori des valeurs X et Y), puis statistiques (intervalles de confiance à 95% qui apportent de la nuance dans le fait de considérer que deux séries de mesures sont concordantes ou non). Dans le calcul du coefficient de concordance de Lin, la considération clinique est inexistante. Seule prévaut la considération statistique. Il est donc recommandé d'utiliser la méthode de Bland et Altman pour des conclusions plus complètes. En effet, un coefficient de concordance de Lin peut être très élevé (donc bonne concordance a priori), avec des critères X et/ou Y non vérifiés (concordance non adaptée aux critères cliniques fixés). A contrario, un coefficient de concordance de Lin peut être passable avec des critères X et Y tous deux vérifiés.

Pour apprécier la reproductibilité des mesures faites avec le goniomètre, il faut donc définir les valeurs X et Y. Les quelques publications évoquant la précision du goniomètre indiquent qu'il faut une évolution angulaire supérieure à 10° (Liljebrink et Bergh, 2010) pour la détecter. Il ne sert donc à rien de fixer une exigence supérieure. Il paraît donc intéressant de fixer la valeur de X à 10°. D'après les mesures goniométriques de veaux arqués et/ou bouletés dans le cadre de ce travail tout au long de leur évolution, il serait intéressant d'être suffisamment fins pour détecter la grande majorité des évolutions d'angles articulaires supérieurs à 15°. Nous fixons donc comme finesse Y=15°. Ainsi :

- pour l'étude de la reproductibilité inter-opérateur de la méthode de mesure des angles articulaires à l'aide d'un goniomètre les deux opérateurs donnent des valeurs concordantes si (1) l'un ne surestime ou ne sous-estime pas les valeurs (par rapport à l'autre opérateur) de plus de 10°, et si (2) la très grande majorité des écarts entre les deux opérateurs est inférieure à 15° (en valeur absolue) ;
- pour l'étude de reproductibilité intra-opérateur de la méthode de mesure des angles articulaires à l'aide d'un goniomètre : la méthode de mesure est considérée comme

reproductible si (1) la deuxième série de mesure ne surestime ou ne sous-estime pas les valeurs par rapport à la première série de mesure de plus de 10°, et si (2) la très grande majorité des écarts entre les deux séries de mesures est inférieure à 15° (en valeur absolue).

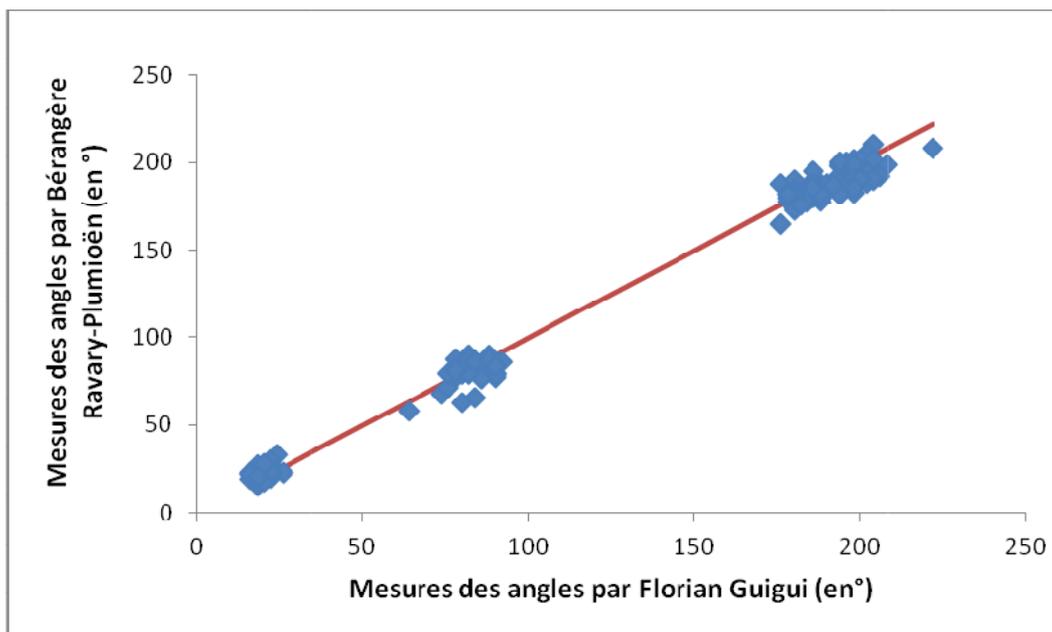
3. Résultats

3.1. Reproductibilité inter-opérateur des mesures goniométriques

Les résultats suivants portent sur 168 mesures. Tout d'abord, le coefficient de Lin a été calculé (concordance purement statistique).

Les mesures sont représentées dans le graphe suivant (Figure 56) avec une droite à 45° qui symbolise la concordance parfaite. Les différents nuages de points correspondent respectivement de gauche à droite aux angles de flexion du carpe, de flexion du boulet, d'extension du carpe et d'extension du boulet. Aucune série de mesure ne semble sur ou sous-estimer les valeurs (pas d'éloignement systématique par rapport à la droite à 45°).

Figure 56: Concordance entre les séries de mesures d'angles articulaires (opérateur Florian/opérateur Bérangère)¹⁸

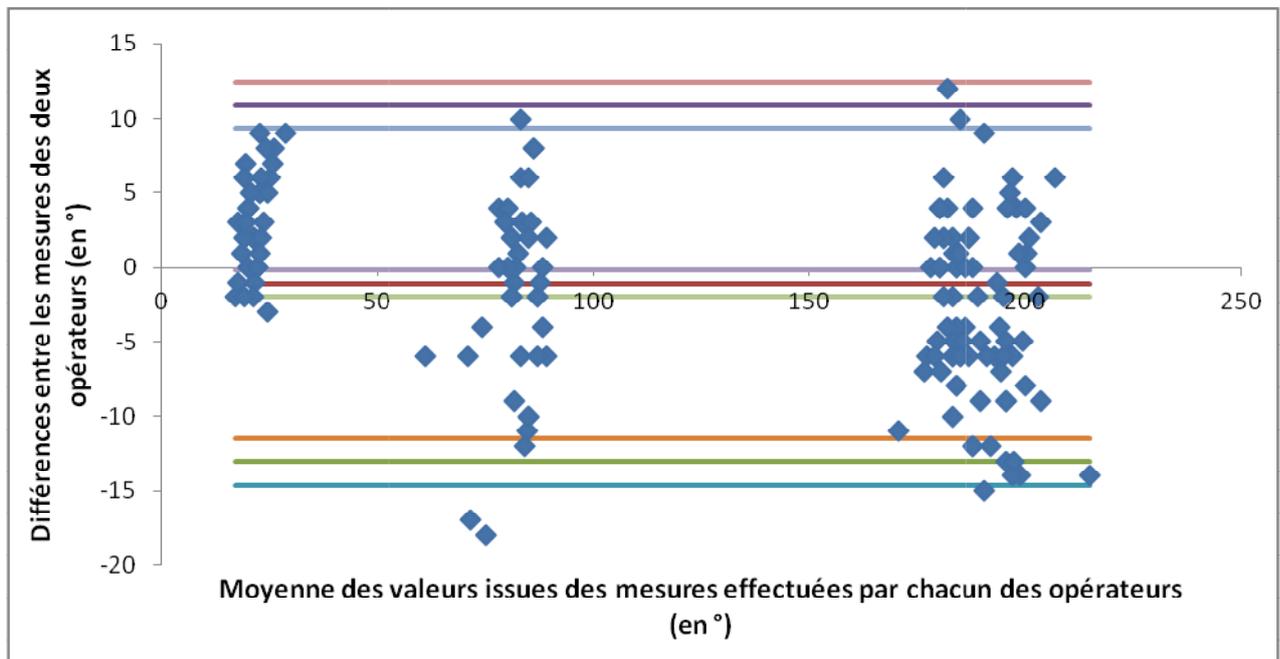


Le coefficient de concordance de Lin est de 1, ce qui veut dire qu'il y a une concordance statistique parfaite entre les deux séries de mesures réalisées par les deux opérateurs.

Voici maintenant le graphique de Bland et Altman permettant de vérifier les écarts entre les deux séries de mesures (Figure 57).

¹⁸ La droite à 45° symbolise la concordance parfaite entre les deux séries de mesures

Figure 57: Graphique de Bland et Altman des deux séries de mesures d'angles articulaires (opérateur Florian / opérateur Bérangère)



Le Tableau 11 indique les valeurs fournies par les droites sur le graphe de Bland et Altman ainsi que leurs écarts-types.

Tableau 11 : Données issues du graphe de Bland et Altman présenté en Figure 57

| | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Ecart systématique moyen (en °) | -1,07 [-1,99 ; -0,14] |
| Limite inférieure d'agrément (en °) | -13,04 [-14,62 ; -11,45] |
| Limite supérieure d'agrément (en °) | 10,9 [9,32 ; 12,49] |

L'écart systématique moyen (correspondant à la moyenne des écarts obtenus entre les mesures d'angles des deux opérateurs) est ici de 1,07° en valeur absolue. Comme cette valeur ne dépasse pas 10°, le premier critère de concordance entre les deux opérateurs est donc respecté. De plus 10° n'est pas inclus dans l'intervalle de confiance de l'écart systématique moyen, ce qui conforte l'acceptation du 1^{er} critère de concordance d'un point de vue statistique.

Les limites inférieures et supérieures d'agrément sont toutes deux inférieures à 15° en valeurs absolues (valeur seuil du second critère de concordance) en valeur absolue. Donc au moins 95 % des écarts de mesure entre les deux opérateurs sont inférieurs à 15°. Le second critère de concordance est donc accepté. Cette acceptation se voit confortée statistiquement par le fait que 15° n'est pas inclus dans l'intervalle de confiance des limites inférieure et supérieure d'agrément.

Ces deux séries (168 mesures indépendantes) réalisées par deux opérateurs différents sont donc concordantes. Cette concordance est un bon argument pour croire à une bonne reproductibilité inter-opérateur des mesures goniométriques chez le veau.

3.2. Reproductibilité intra-opérateur des mesures goniométriques

Dans cette partie, trois séries de mesures (séries de 56 mesures) réalisées par le même opérateur à 24h d'intervalle vont être analysées afin de rendre compte de la reproductibilité intra-opérateur. Il faut rappeler que le coefficient de Lin et le graphe de Bland et Altman ne sont utilisables que pour deux séries de mesures. De ce fait, la série J1 (jour 1) sera d'abord confrontée à la série J2 (jour 2) puis la série J1 à la série J3 (jour 3) et enfin la série J2 à la série J3.

Ces trois tests démontrent une concordance parfaite (coefficient de concordance de Lin=1, Figure 58, 59 et 60).

Figure 58 : Concordance entre les deux séries de mesures d'angles articulaires réalisées à J1 et J2 par l'opérateur Florian

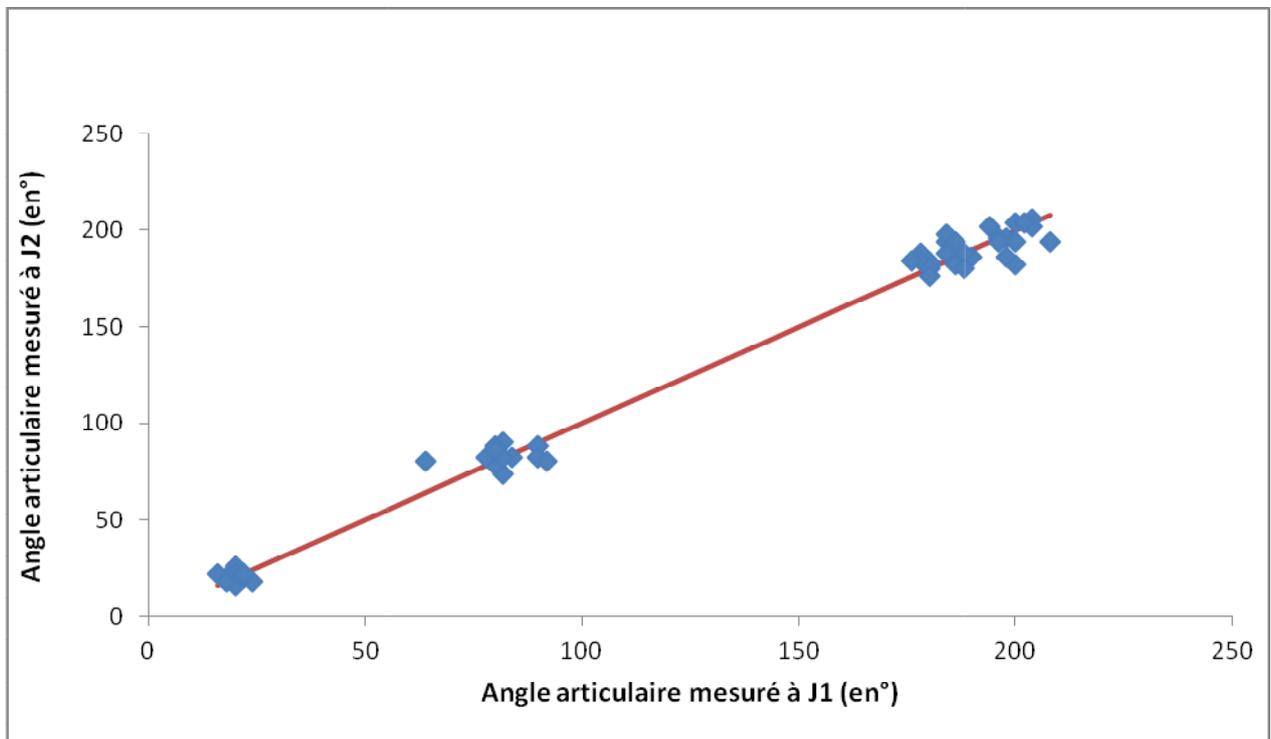


Figure 59 : Concordance entre les deux séries de mesures d'angles articulaires réalisées à J1 et J3 par l'opérateur Florian

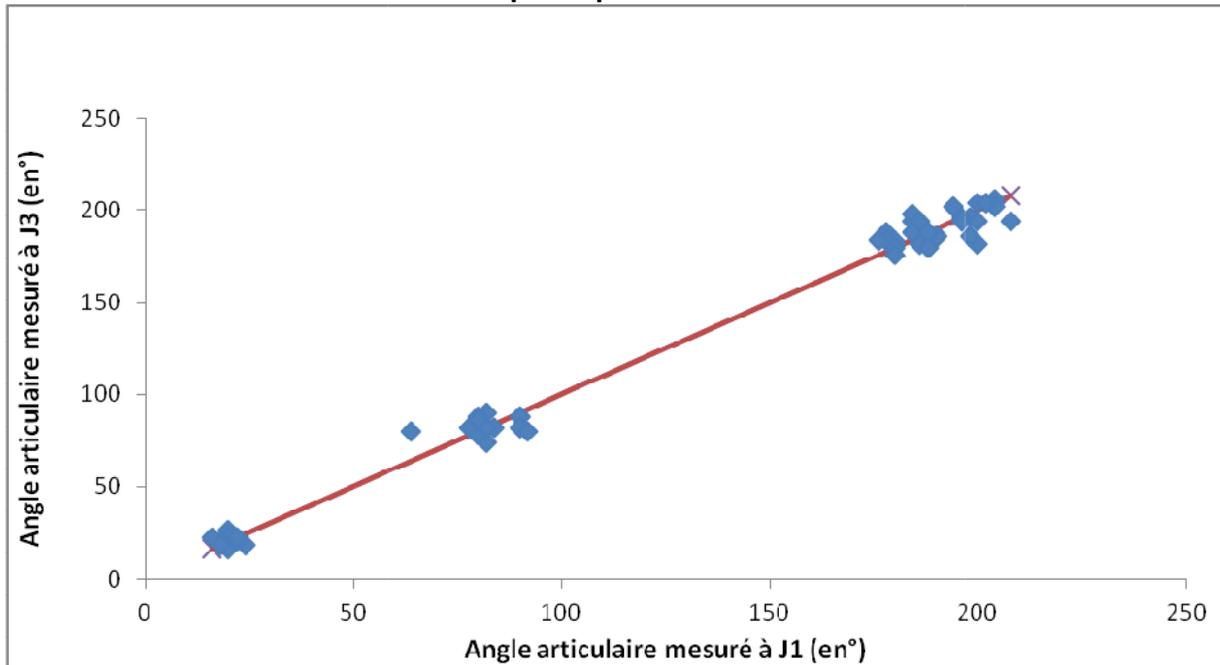
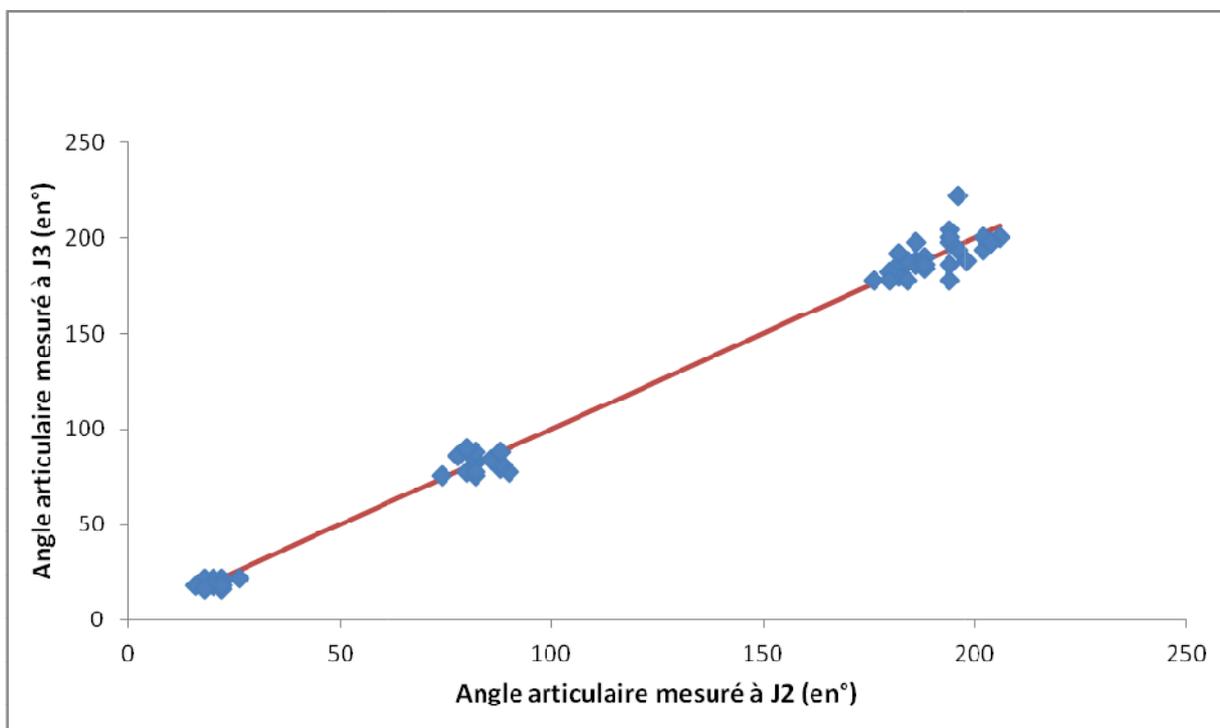


Figure 60 : Concordance entre les deux séries de mesures d'angles articulaires réalisées à J2 et J3 par l'opérateur Florian



Les résultats des graphes de Bland et Altman pour la concordance des mesures réalisées par le même opérateur (Figures 61, 62 et 63) sont donnés dans le Tableau 12.

Figure 61 : Graphique de Bland et Altman des deux séries de mesures d'angles articulaires réalisées à J1 et J2 par l'opérateur Florian

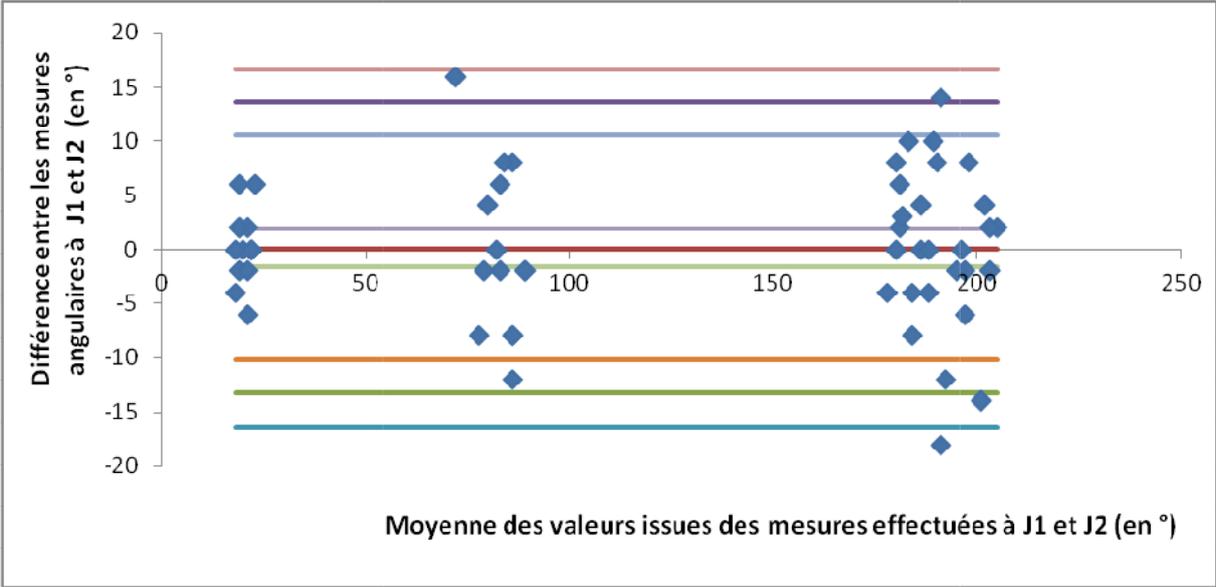


Figure 62 : Graphique de Bland et Altman des deux séries de mesures d'angles articulaires réalisées à J1 et J3 par l'opérateur Florian

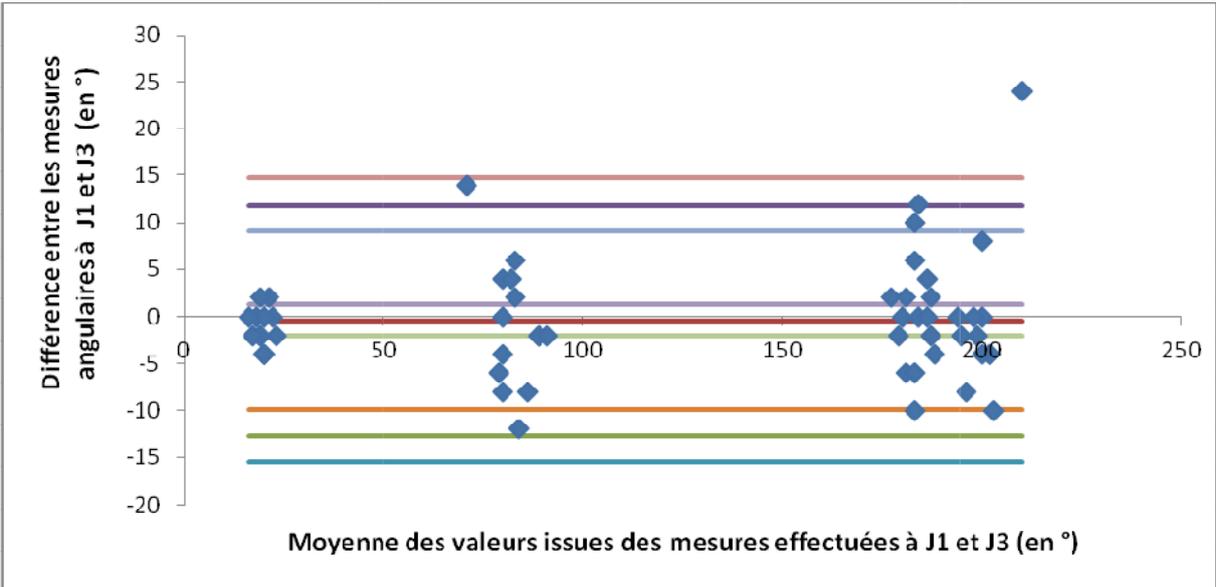


Figure 63 : Graphique de Bland et Altman des deux séries de mesures d'angles articulaires réalisées à J2 et J3 par l'opérateur Florian

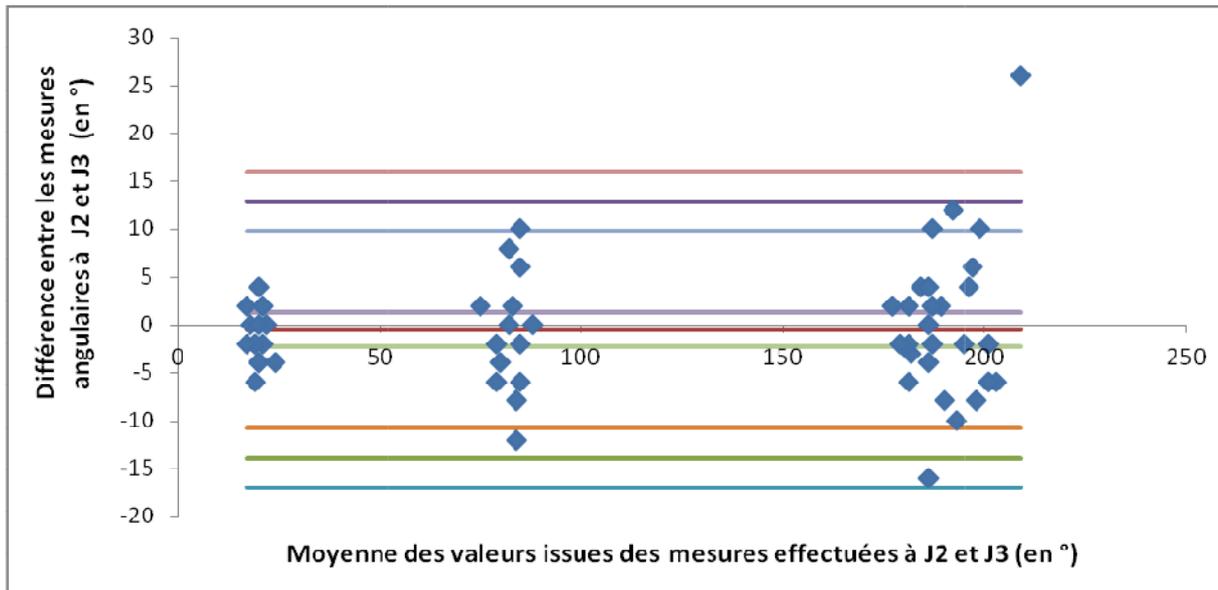


Tableau 12: Résumé des graphes de Bland et Altman (Figure 61, Figure 62 et Figure 63) de concordance pour un même opérateur (Florian)

| Séries | Moyenne écart systématique (en °) | Limite inférieure d'agrément (en °) | Limite supérieure d'agrément (en °) |
|--------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| série J1/ série J2 | 0,13 [-1,66 ; 1,91] | -13,32 [-16,43 ; -10,21] | 13,57 [10,46 ; 16,68] |
| série J1/ série J3 | -0,39 [-2,02 ; 1,24] | -12,69 [-15,54 ; -9,85] | 11,91 [9,06 ; 14,75] |
| série J2/ série J3 | -0,52 [-2,29 ; 1,26] | -13,91 [-17,01 ; -10,82] | 12,88 [9,78 ; 15,97] |

Pour ce qui est de la concordance entre la série J1 et la série J2, le premier critère de concordance est respecté puisque l'écart systématique moyen vaut 0,13° et est donc bien inférieur à 10°. Comme 10° n'est pas compris dans l'intervalle de confiance, le premier critère de concordance est validé statistiquement. Le second critère de concordance est aussi validé car les limites inférieure et supérieure d'agrément sont inférieures à 15° en valeur absolue. Cependant ce deuxième constat est à nuancer car 15° est compris dans les intervalles de confiance de ces limites.

Les constats sont les mêmes pour les deux autres tests de concordances. Les couleurs sur le Tableau 12 indiquent :

- en **vert** : critère vérifié,
- en **orange** : critère vérifié mais l'intervalle de confiance contient le critère (donc vérifié pour les séries de mesures mais non vérifié statistiquement),
- en **rouge** : critère non vérifié.

La concordance entre deux séries réalisées par un même opérateur est donc bonne. Cette conclusion laisse donc à penser que la reproductibilité de la goniométrie est bonne.

4. Discussion

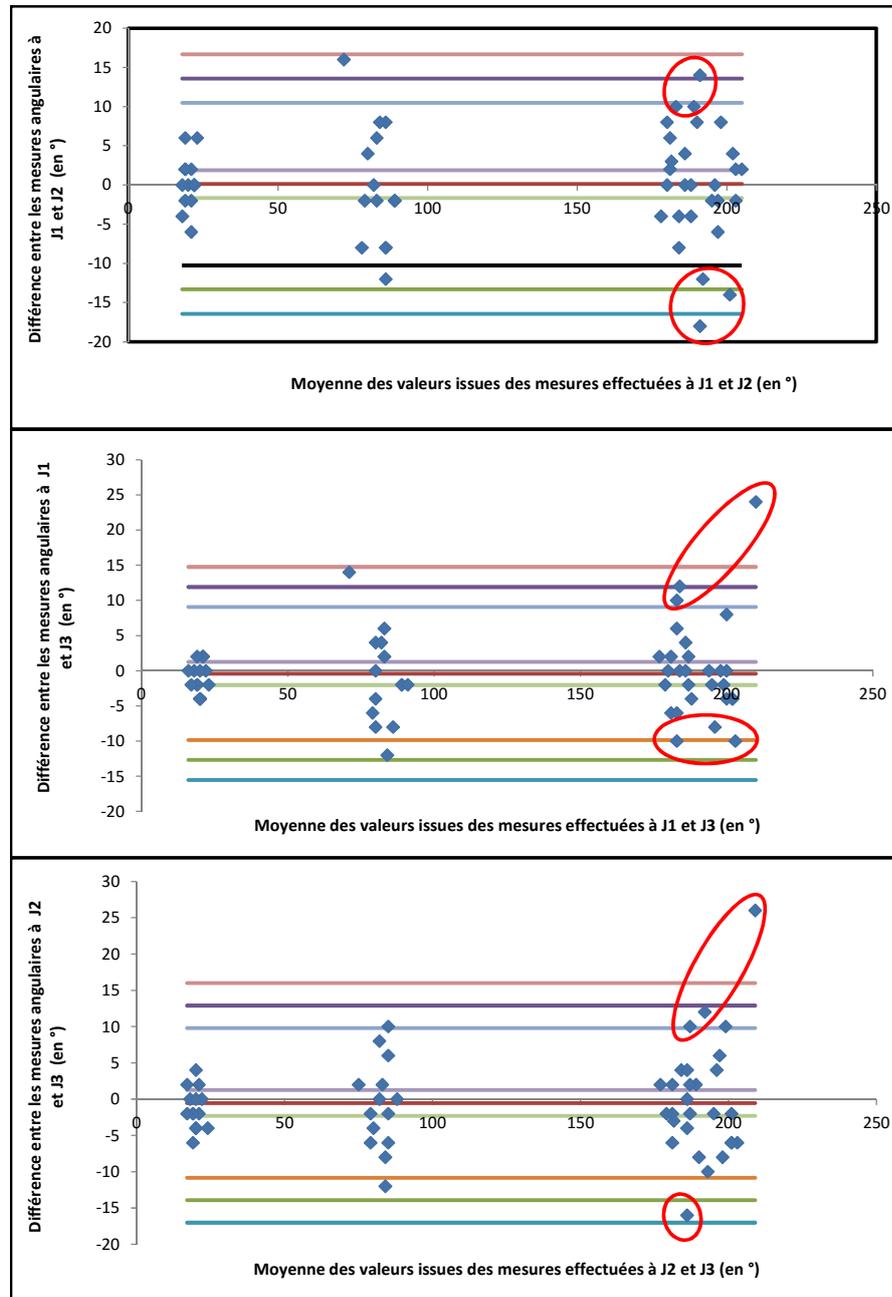
4.1. Reproductibilité des mesures goniométriques

Les reproductibilités inter- et intra-opérateur de la goniométrie appliquée aux mesures des angles des carpes et des boulets en flexion et en extension sont bonnes. Cependant, le Tableau 12 (reproductibilité intra-opérateur) indique que certains intervalles de confiance des limites inférieures et supérieures d'agrément contiennent la valeur 15°. Ces limites d'agrément sont donc statistiquement moyennement satisfaisantes.

Il faut alors chercher la cause de ce défaut de précision. Les graphes de Bland et Altman ont été observés pour les différentes reproductibilités (intra J1/J2, intra J1/J3 et intra J2/J3).

Sur chaque graphe de Bland et Altman, les valeurs pour lesquelles les écarts sont les plus grands (ordonnées sur le graphe de Bland et Altman) se situent autour de 180°-200° de moyenne (abscisses). Ces valeurs correspondent principalement aux mesures des angles articulaires du boulet en extension du boulet et à quelques mesures d'angles du carpe en extension.

Figure 64 : Répartitions des valeurs sur les graphes de Bland et Altman utilisé pour mesurer la reproductibilité intra-opérateur



Aurait-on par conséquent une moins bonne reproductibilité des mesures angulaires en extension (carpe et boulet) ? Pour tenter de confirmer cette hypothèse les mesures des articulations vont être analysées séparément.

Les reproductibilités intra-opérateurs sont déterminées séparément selon l'articulation et selon qu'il s'agit d'une flexion ou d'une extension.

La méthode graphique de Bland et Altman ne permettant de comparer que deux séries à la fois, le Tableau 13 sépare les articulations et le fait qu'il s'agisse de flexion ou d'extension mais aussi les jours de mesure.

Tableau 13 : Reproductibilité intra-opérateurs sur mesures individualisées

| | | | Ecart moyen systématique (en °) | limite inférieure d'agrément (en °) | limite supérieure d'agrément (en °) |
|--------|-----------|-------|------------------------------------|--|--|
| Boulet | extension | J1/J2 | -1,29 [-6,44 ; 3,87] | -21 [-30,92 ; -11,59] | 18,69 [9,02 ; 28,35] |
| | | J1/J3 | 0,14 [-4,6 ; 4,88] | -18,21 [-27,09 ; -9,33] | 18,5 [9,61 ; 27,38] |
| | | J2/J3 | 1,43 [-4,54 ; 7,39] | -21,67 [-32,85 ; -10,49] | 24,53 [13,35 ; 35,71] |
| | flexion | J1/J2 | 0,86 [-2,73 ; 4,44] | -13,03 [-19,76 ; -6,31] | 14,75 [8,03 ; 21,47] |
| | | J1/J3 | -1 [-4,89 ; 2,89] | -16,06 [-23,36 ; -8,77] | 14,06 [6,77 ; 21,36] |
| | | J2/J3 | -0,86 [-4,44 ; 2,73] | -14,75 [-21,47 ; -8,03] | 13,03 [6,31 ; 19,76] |
| Carpe | extension | J1/J2 | 1,64 [-1,57 ; 4,86] | -10,81 [-16,64 ; -4,78] | 14,1 [8,07 ; 20,12] |
| | | J1/J3 | 0,29 [-3,25 ; 3,82] | -13,4 [-20,02 ; -6,78] | 13,97 [7,35 ; 20,59] |
| | | J2/J3 | -1,36 [-4,36 ; 1,64] | -12,98 [-18,61 ; -7,36] | 10,27 [4,64 ; 15,89] |
| | flexion | J1/J2 | 1,71 [-1,58 ; 5,01] | -11,04 [-17,21 ; -4,87] | 14,47 [8,3 ; 20,64] |
| | | J1/J3 | -1 [2,26 ; 0,26] | -5,88 [-8,25 ; -3,52] | 3,88 [1,52 ; 6,25] |
| | | J2/J3 | -1,29 [-2,89 ; 0,32] | -7,51 [-10,53 ; -4,5] | 4,94 [1,93 ; 7,96] |

La seule mesure vérifiant les deux critères de concordance et n'incluant dans les intervalles de confiance des limites d'agrément 15° est la flexion du carpe. Les mesures d'extension du boulet sont aussi les moins reproductibles puisque le deuxième critère de concordance n'y est pas respecté.

La première intuition concernant la moins bonne reproductibilité de l'extension du boulet est donc confirmée.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cette plus faible reproductibilité inter- et intra-opérateur :

- les valeurs des mesures angulaires sont plus grandes, une faible erreur peut donc générer de plus grands écarts que sur des valeurs plus faibles (une erreur de 10 % représente un plus grand écart pour des valeurs de mesures angulaires plus élevées);
- l'extension du boulet est souple, ainsi il est difficile de trouver un repère de force à appliquer pour réaliser l'extension maximale

4.2. Fidélité de la goniométrie

Fidélité et reproductibilité sont deux qualités qui ne vont pas de paire. Une mesure reproductible n'est pas nécessairement associée à un outil fiable. Un thermomètre peut indiquer à plusieurs reprises, de façon reproductible, une température de 25°C ; mais si la température réelle est de 20°C il n'est pas fidèle. Le meilleur moyen d'évaluer la fidélité de la mesure est de posséder une « gold standard » afin de comparer les mesures. Les mesures sur radiographies paraissent ici le meilleur choix. En effet, le «vrai» angle est visible sur les clichés radiographiques puisque les segments osseux sont directement visibles. L'alignement du goniomètre sur ces derniers est alors aisé.

Pour tenter de préciser la fiabilité des mesures d'angle articulaire établies avec le goniomètre, des mesures d'angles articulaires ont été réalisées sur des clichés radiographiques et ont été comparées aux mesures sur le veau. Ainsi, des radiographies des

membres antérieurs ont été réalisées sur un veau. Pour des soucis de contention et de protection du matériel radiographique, nous avons dû réaliser une sédation légère du veau. Malheureusement, pour des soucis de radioprotection, la flexion et l'extension des membres n'ont pu être optimales. L'extension ou la flexion manuelle du boulet et/ou du carpe nécessite de la part du manipulateur de tenir le membre très proche du champ radiographique. La protection de l'investigateur vis-à-vis des rayons empêche donc une manipulation optimale. Les valeurs mesurées sur clichés radiographiques et celles mesurées directement sur le veau à l'aide du goniomètre sont donc très différentes. Nous ne pouvons donc pas les exploiter. Il aurait été intéressant de fabriquer un outil de contention physique libérant ainsi le manipulateur.

Notons que, dans le cadre d'un suivi d'arcure/bouleture, l'intérêt principal se situe dans la quantification de la rémission. Un outil fidèle n'est donc pas forcément nécessaire, l'essentiel étant qu'il détecte de manière efficace et reproductible une variation de l'amplitude articulaire.

4.3. Établissement de normes d'amplitudes articulaires?

La question des normes en termes d'angles articulaires est au centre de l'article de Şirin *et al.* (2014). Disposant, dans le cadre de l'étude de reproductibilité, de valeurs obtenues sur un lot de veaux homogène, il a semblé intéressant de regarder s'il était possible d'en tirer des normes (Tableau 14). Ces valeurs doivent être utilisées uniquement à titre indicatif compte-tenu du faible effectif de l'échantillon étudié et de la fidélité non vérifiée de ces mesures (paragraphe 4.2 page 94). Seules des valeurs pour le carpe en flexion sont disponibles dans l'article de Şirin *et al.* (2014). Si on les compare à celles obtenues dans le cadre de l'étude de reproductibilité réalisée sur 7 veaux, il est à noter que des angles de flexion plus faibles ont été mesurés ici (Tableau 14).

Tableau 14 : Valeurs (moyenne et écart-type) des angles articulaires dans la présente étude et dans l'étude de Şirin *et al.* (2014)

| | | Présente étude | | (Sengöz Şirin et al., 2014) | |
|--------|-----------|-----------------|-----------------|---|--|
| | | Investigateur 1 | Investigateur 2 | Investigateur 1 (moyenne +/- écart-type, en °) | Investigateur 2 (moyenne +/- écart-type, en °) |
| Boulet | Extension | 197,5 +/- 7,2 | 193,2 +/- 7,2 | / | / |
| | Flexion | 82,6 +/- 5,7 | 81,3 +/- 7,1 | / | / |
| Carpe | Extension | 183,4 +/- 4,4 | 182,8 +/- 4,3 | / | / |
| | Flexion | 19,9 +/- 2,3 | 22,8 +/- 3,5 | 31,67 +/- 3,69 | 30,66 +/- 4,30 |

5. Conclusion

Les mesures goniométriques sont reproductibles aussi bien par un même opérateur que par deux opérateurs différents et pourront donc être utilisées sur des veaux. L'utilisateur doit tout de même prendre soin de bien standardiser chacune des mesures et notamment celle du boulet en extension (mesure qui semble la moins bien reproductible) pour éviter une trop grande variabilité. Il est donc conseillé, à ce titre, aux praticiens souhaitant se lancer dans la goniométrie de s'entraîner sur veaux sains avant. Les valeurs de reproductibilités présentées par avant ont été évaluées sur veaux sains, il est donc difficile de conclure quant à la reproductibilité des mesures goniométriques sur des veaux arqués et/ou bouletés. Cependant, quelques utilisations de la technique sur des veaux atteints de défauts d'aplomb semblent concluantes. Ces mesures présentent un double avantage pour tout praticien vétérinaire:

- Elles permettent un suivi relativement fin des cas. En effet, il est délicat lors d'un suivi de réellement objectiver visuellement une amélioration.
- Elles revêtent un aspect pédagogique pour l'éleveur qui voit alors une preuve concrète de l'amélioration des amplitudes articulaires du veau.

Les normes fournies ici ne sont données qu'à titre indicatif pour la race Prim' Holstein ; il serait intéressant d'établir des normes pour chacune des races couramment affectées par l'arcure/bouleture (Charolaise, Normande).

Partie 3 : Etude pilote pour le lancement d'un essai clinique

1. Introduction

De nombreux traitements non chirurgicaux sont utilisés sur le terrain dans le cadre de la gestion de l'arcure/bouleture chez le veau. Or, peu de ces traitements ont fait l'objet, jusqu'alors d'essais cliniques rigoureux publiés dans des revues à comité de lecture. L'objectif de cette étude est de proposer un essai clinique pour un de ces produits (l'ARA ARTHRITE©).

2. Matériel et méthodes

2.1. Critères d'inclusion dans l'étude

L'essai porte sur des veaux nouveau-nés souffrant depuis la naissance d'arcure, de bouleture ou d'arcure-bouleture associés.

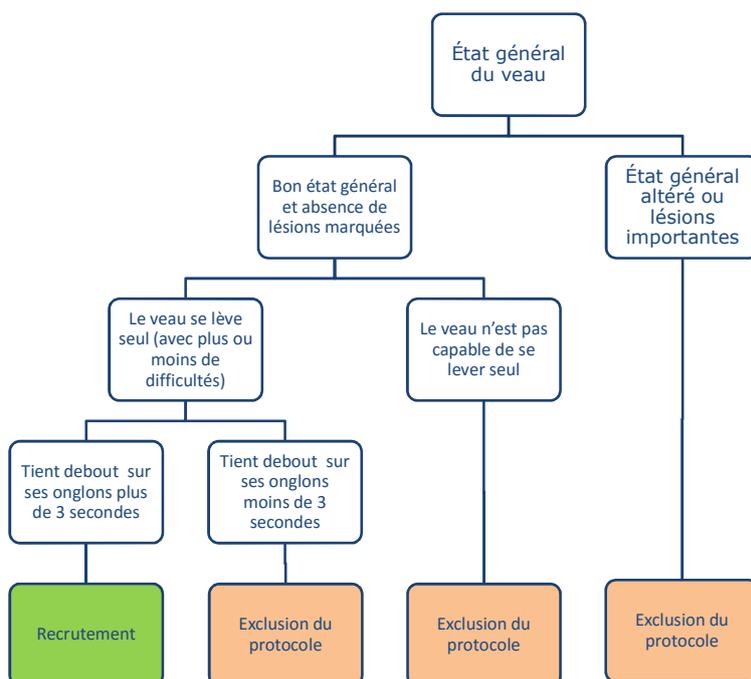
Est inclus dans l'étude tout veau (Figure 65):

- âgé de moins d'1 mois à son entrée dans le protocole,
- capable de se lever seul,
- capable de tenir debout plus de 3 secondes sur ses onglons.

Est exclu de l'étude tout veau (Figure 65) :

- atteint d'une maladie susceptible d'interférer avec la guérison,
- dont l'état général est altéré,
- souffrant d'hyperthermie,
- sous traitement médical ou susceptible d'en recevoir un pendant le protocole,
- dont les chances de survie sont réduites.

Figure 65: Critères cliniques d'inclusion et d'exclusion



2.2. Durée du protocole

Le protocole dure pour chaque veau 20 jours, entre l'inclusion dans le protocole et la dernière prise de mesures.

2.3. Déroulé du protocole

Le protocole est constitué de 3 évaluations successives de l'état du veau, à savoir à l'entrée dans le protocole (J0), 10 jours plus tard (J10) et 20 jours plus tard (J20). Le vétérinaire suivant le veau doit remplir une fiche d'évaluation (sous forme de questionnaire) à ces trois moments (fiche complète présentée en Annexe 5).

Initialement, à J0, le questionnaire comprend des questions :

- sur le contexte de l'élevage où vit le veau atteint afin de cerner au mieux le contexte épidémiologique,
- sur les antécédents pathologiques de veau afin de savoir si le veau est ou a été malade et, le cas échéant, s'il a reçu des traitements.
- puis spécifiquement sur l'arcure/bouleture afin de caractériser l'intensité du handicap (Tableau 15, Tableau 16 et Tableau 17).

Tableau 15 : Fiche d'évaluation: intensité du handicap

| | | |
|---|--------------------|--------------------|
| Le veau se met-il debout seul ? <i>(si non, le lever)</i> | Oui | Non |
| Le veau tient-il debout <i>(plus de 3 secondes)</i> ? | Oui | Non |
| Une fois debout, tient-il normalement ? | Oui | Non |
| Une fois debout, la sole repose-t-elle sur le sol ? | G : Oui D : Oui | G : Non D : Non |
| Bascule-t-il vers l'avant ? <i>(pour reposer sur la muraille, les boulets ou les carpes)</i> | Oui | Non |
| Se déplace-t-il ? <i>(plus de trois pas)</i> | Oui | Non |

Tableau 16: Description de l'arcure

| | | |
|---|--|--|
| Carpe(s) (genou) arqués : | Oui | Non (<i>si non, passer les questions « boulets »</i>) |
| <i>Membre(s) atteint(s)</i> | | |
| Antérieur droit : | Oui | Non |
| Antérieur gauche : | Oui | Non |
| <i>Description</i> | | |
| Amélioration depuis la naissance ? | Oui (<i>précisez</i>) : | Non |
| Réduction manuelle possible ? A droite ? A gauche ? | Oui (<i>complète</i>) Oui (<i>complète</i>) | Non Non |
| Mesure de l'angle du carpe (cf mode d'emploi goniomètre) | En flexion (<i>sans forcer</i>) : GAUCHE (3 répétitions) : • • • DROITE (3 répétitions) : • • • | En extension (<i>sans forcer</i>) : GAUCHE (3 répétitions) : • • • DROITE (3 répétitions) : • • • |
| Mesure de l'angle en aplomb normal debout (cf mode d'emploi goniomètre) | A gauche (3 répétitions) : • • • | A droite (3 répétitions) : • • • |
| Lésions associées au niveau du carpe ? (entourez ou précisez) | Carpe droit : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: Carpe gauche : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: | |

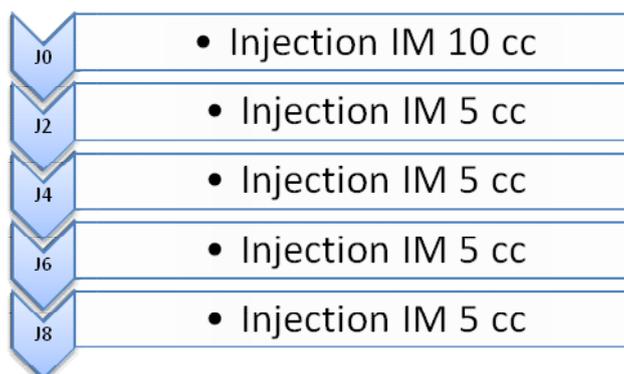
Tableau 17: Description de la bouleture

| | | |
|--|---|---|
| Boulet(s) bouleté(s) : | Oui | Non |
| <i>Membre(s) atteint(s)</i> | | |
| Antérieur droit : | Oui | Non |
| Antérieur gauche : | Oui | Non |
| <i>Description</i> | | |
| Amélioration depuis la naissance ? | Oui (<i>précisez</i>) : | Non |
| Réduction manuelle possible ? A droite ? A gauche ? | Oui (complète) Oui (complète) | Non Non |
| Mesure de l'angle du boulet (cf mode d'emploi du goniomètre) | En flexion (sans forcer) : GAUCHE (3 répétitions): • • • DROITE (3 répétitions) : • • • | En extension (sans forcer) : A GAUCHE (3 répétitions): • • • DROITE (3 répétitions): • • • |
| Lésions associées au niveau du boulet ? (entourez ou précisez) | Boulet droit : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: Boulet gauche : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: | |

Il est conseillé au vétérinaire de prendre des photos et/ou vidéos en plus du remplissage du questionnaire pour conforter son évaluation.

Une fois l'évaluation initiale réalisée, le veau entre dans le protocole de traitement en recevant soit de l'ARA ARTHRITE® soit le placebo (distinction non connue par le vétérinaire suivant le veau). En parallèle du traitement ARA ARTHRITE® ou placebo, les veaux peuvent recevoir un traitement médical classique à base de calcium, vitamine E, sélénium et/ou manganèse. Les injections d'ARA ARTHRITE® ou de placebo se font tous les 2 jours selon le protocole préconisé par le laboratoire SEXMOOR (Figure 66).

Figure 66: Protocole d'administration de l'ARA ARTHRITE©



Les évaluations à J10 et J20 consistent en une évaluation de l'intensité du handicap et de caractérisation de l'arcure et/ou de la bouleture identiques à celles de J0.

2.4 Traitement des données

Les fiches d'évaluation du handicap locomoteur et de description de l'arcure et/ou de la bouleture (voir tableaux 15, 16 et 17), renseignées respectivement à J0, J10 et J20 pour chaque veau par un même opérateur, sont synthétisées pour définir la nature du défaut d'aplomb (arcure et/ou bouleture) et pour apprécier qualitativement l'intensité initiale du défaut d'aplomb puis son évolution entre J0 et J20. De plus, le défaut articulaire est étudié qualitativement en comparant les amplitudes articulaires (ROM) déterminées respectivement aux 3 dates, en région du carpe et du boulet.

L'objectif de l'étude est de comparer les améliorations de la posture et de la marche ainsi que des amplitudes articulaires entre le groupe placebo et le groupe traité à l'ARA ARTHRITE©. L'appréciation de l'amélioration de la posture et de la marche repose sur les critères qualitatifs (réponse oui ou non aux différentes questions des Tableaux 15 à 17) renseignés à chaque évaluation. En ce qui concerne l'appréciation de l'amélioration des amplitudes articulaires, l'amélioration des ROM est calculée chez chaque sujet, pour chaque articulation, en faisant la différence entre ROM mesurée à J20 et ROM mesurée à J0. La moyenne des améliorations de ROM d'une articulation donnée est ensuite déterminée pour chaque groupe. Un test de Student est enfin utilisé pour vérifier si les deux moyennes sont statistiquement significativement différentes.

3. Résultats

L'essai de terrain, initialement prévu dans le cadre de cette thèse, n'a pas pu être réalisé faute de temps ; seul un essai préliminaire a été mené sur quatre veaux référés à l'ENVA pour arcure ou bouleture entre décembre 2015 et avril 2016. La sévérité initiale du défaut d'aplomb et son évolution entre J0 et J20 sont présentées dans les figures 68 à 71 et les Tableau 20 : Evolution entre J0 (état initial) et J20 (20ème jour) des amplitudes articulaires des boulets des veaux suivis dans l'étude préliminaire (Ara-A. = Ara-Arthrite®, AG = antérieur gauche, AD = antérieur droit ; ** = évaluation non possible cause décès avant J20) 17 à 20 pour chacun des 4 veaux. Toutefois, un des veaux (le 6085) n'a pu être suivi 20 jours du fait de son décès au bout du 11^{ème} jour, ce veau souffrant d'une autre affection (fente palatine).

Figure 67 : Posture et aplomb du veau Holstein 5120 atteint de bouleture bilatérale sévère, à J0 (à gauche) et J20 (à droite)

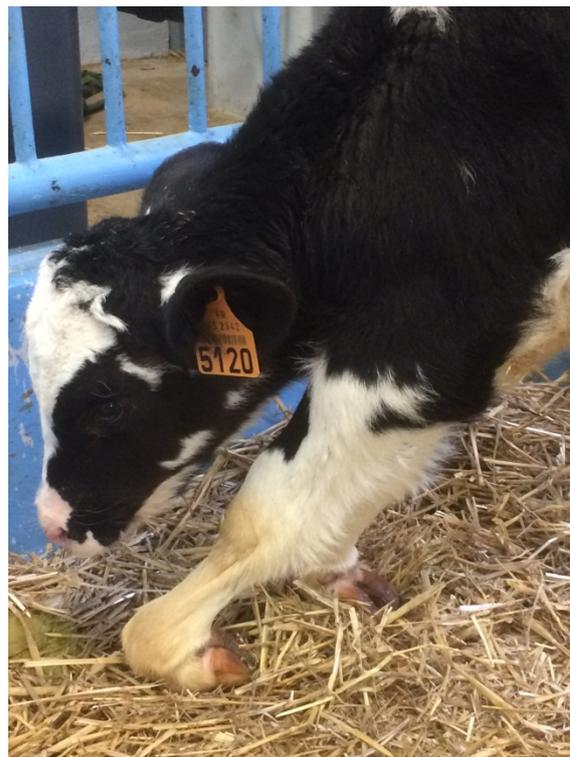


Figure 68 : Posture et aplomb du veau Normand 6389 atteint de bouleture bilatérale sévère, à J0 (à gauche) et J20 (à droite)



Figure 69 : Posture et aplomb du veau Holstein 6085 atteint d'arcure de l'antérieur droit et de valgus de l'antérieur gauche, à J0

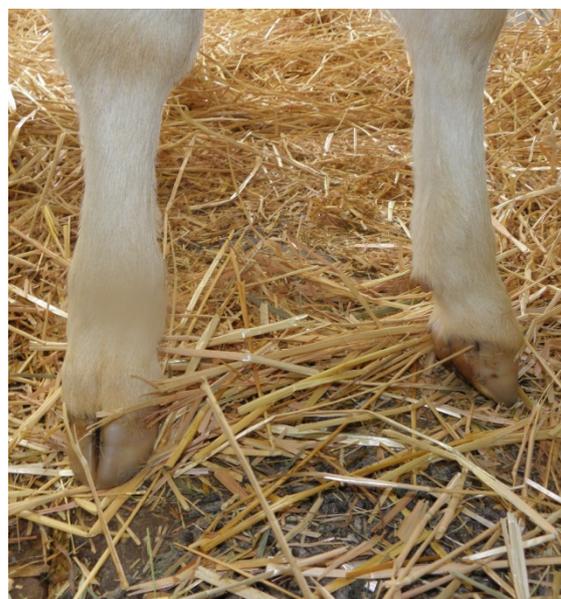


Figure 70 : Aplomb du veau Normand 6548 atteint de bouleture bilatérale modérée de l'antérieur à J0 (à gauche)



Tableau 18 : Evaluation clinique (à l'aide du questionnaire) à J0 des 4 veaux inclus dans l'étude préliminaire (Ara-A. = Ara-Arthrite®, AG = antérieur gauche, AD = antérieur droit, D = droite, G = gauche, Bi = bilatéral)

| n° du veau | Se met debout seul | Tient debout seul | Posture debout normale | Appui du pied au sol | | Déplacement possible | Arcure | | | Bouleture | | |
|----------------|--------------------|-------------------|------------------------|----------------------|------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|
| | | | | Sole en appui | Bascule en avant | | Atteinte D / G / Bi | Réduction manuelle | Lésions associées | Atteinte D / G / Bi | Réduction manuelle | Lésions associées |
| 5120 (Ara-A.) | Oui | Oui | Non | Non | Oui | Oui | --- | --- | --- | Bi | Non | Escarres Dépilations |
| 6389 (Ara-A.) | Oui | Oui | Non | Non | Oui | Oui | -- | -- | -- | Bi | Non | Escarres |
| 6085 (placébo) | Oui | Oui | Non | Oui | Non | Oui | D (par moments) voire G | oui | -- | (+ valgus AG) | Non | -- |
| 6548 (Ara-A.) | Oui | Oui | Non | Non | Oui | Oui | -- | -- | -- | Bi (+ valgus AD) | Oui | Escarres |

Tableau 19 : Evolution du défaut d'aplomb entre J0 et J20 des 4 veaux bouletés inclus dans l'étude préliminaire ; seuls les anomalies concernant les boulets sont renseignées (Ara-A. = Ara-Arthrite®, AG = antérieur gauche, AD = antérieur droit)

| N° du veau | J0 | | | | J20 | | | | |
|-------------------|--|---|------------------------------------|-------------------------------|--|---|-------------------|-----------------------|--|
| | Posture | Marche et appui du pied | Lésions associées | Diagnostic clinique | Posture | Marche et appui du pied | Lésions associées | Amélioration clinique | Guérison |
| 5120 (Ara-A.) | Bouleture bilatérale | Marche avec appui sur face avant du sabot | Dépilations face avant des boulets | Bouleture bilatérale sévère | Parfois normale, mais bouleture bilatérale persistante | Appui en pince puis bascule des boulets | -- | Oui | Incomplète (flexion intermittente des boulets lors de l'appui) |
| 6389 (Ara-A.) | Bouleture bilatérale | Marche sur la face avant des boulets | Escarres | Bouleture bilatérale sévère | Normale | Marche normale ; court aisément | Escarres | Oui | Oui |
| 6085 (placébo) | Arcure AD intermittente (voire AG) + valgus AG | Marche sur la pince AG | -- | Arcure AD modérée + valgus AG | Décès avant J20 | | | | Incomplète (valgus persistant) |
| 6548 (Ara-A.) | Bouleture bilatérale + valgus AD | Marche en pince | Escarres | Bouleture bilatérale modérée | Normale avec parfois flexion des boulets à l'arrêt | Marche légèrement en pince | -- | Oui | Incomplète (léger valgus persistant) |

Tableau 20 : Evolution entre J0 (état initial) et J20 (20^{ème} jour) des amplitudes articulaires des boulets des veaux suivis dans l'étude préliminaire (Ara-A. = Ara-Arthrite®, AG = antérieur gauche, AD = antérieur droit ; ** = évaluation non possible cause décès avant J20)

| n° du veau | Âge | Diagnostic clinique | Boulet | Amplitudes articulaires (en °) | | | Norme (+ /-2 écarts-type) (calculée dans le cadre de la thèse) | Amélioration (différence entre J0 et J20) |
|-------------------|------------|--|--------|--------------------------------|-----|-----|---|---|
| | | | | J0 | J10 | J20 | | |
| 5120 (Ara-A.) | 3 semaines | Bouleture bilatérale sévère | droit | 70 | 116 | 101 | 115° +/- 18° | 31° |
| | | | gauche | 51 | 79 | 100 | | 49° |
| 6389 (Ara-A.) | 1 mois | Bouleture bilatérale sévère | droit | 72 | 90 | 90 | | 18° |
| | | | gauche | 72 | 78 | 95 | | 13° |
| 6085 (placébo) | 10 jours | Arcure AD modérée + valgus AG | droit | 109 | 109 | ** | | 0° |
| | | | gauche | 81 | 91 | ** | | 10° |
| 6548 (Ara-A.) | 3 semaines | Bouleture bilatérale modérée + valgus AD | droit | 98 | 102 | 106 | | 8° |
| | | | gauche | 92 | 90 | 88 | | -4° |

4. Discussion

4.1 Utilisation de la goniométrie pour le suivi des cas d'arcure/bouleture

Il a été démontré dans la partie précédente que les mesures goniométriques étaient reproductibles dans le temps chez un veau sain. Cependant il n'a pas pu être montré que ces mesures étaient fiables pour des veaux arqués et/ou bouletés. Les mesures obtenues lors de notre étude préliminaire dont les résultats sont présentés ci-dessus confortent l'idée que les mesures goniométriques sont relativement fiables sur des veaux bouletés. En effet, une bonne relation semble exister entre l'amplitude articulaire et l'atteinte clinique. Par exemple, le veau n°5120 qui paraissait être cliniquement le sujet plus sévèrement atteint de bouleture, est celui qui présente l'amplitude articulaire initiale la plus faible. Au cours du suivi clinique sur 20 jours, une amélioration de la posture et de la marche objectivée qualitativement et une augmentation de l'amplitude articulaire du boulet (plus de 30°) ont été trouvées.

4.2 Amélioration des amplitudes articulaires

L'amélioration d'amplitude articulaire la plus importante entre J0 et J20 est de 49° sur le boulet gauche du veau n°5120 qui était initialement le plus atteint. Cette amélioration de l'amplitude articulaire du boulet reflète l'impression clinique, avec un veau qui se déplace plus aisément et arrive sur certains pas à maintenir ses articulations du boulet non fléchis, notamment de l'antérieur droit. Chez le veau n°6548, aucune amélioration notable n'est observée.

L'interprétation des améliorations d'amplitude articulaire est à mettre en corrélation avec la fiabilité du goniomètre et en particulier sa sensibilité. Comme cela a été précédemment indiqué, le goniomètre n'est pas suffisamment sensible pour détecter des variations d'angles inférieures à 5°. De plus, aux vues des écarts types obtenus lors de l'étude de la reproductibilité des mesures (entre 5,5° et 7,1°), il est difficile d'attribuer le terme d'« amélioration » à des variations de ROM inférieures à 14,2° (2 écarts-types). Ainsi, seuls les veaux 5120 et 6389 atteints de bouleture bilatérale sévère présenteraient une amélioration clinique significative en région du boulet ; il s'agit de 2 veaux traités à l'ARA ARTHRITE®. Les veaux 6085 (traité à l'ARA ARTHRITE®) et 6548 (ayant reçu le placebo et décédé avant la fin du suivi) ne présenteraient pas d'amélioration clinique significative de l'angulation de leurs boulets. Toutefois, chez ces 2 veaux là, l'angulation anormale des membres n'était pas seulement provoquée par de l'arcure ou de la bouleture mais était associée à une autre anomalie (valgus). Il est donc possible que chez ces veaux-là, le défaut d'aplomb ne soit pas seulement d'origine musculo-tendineuse mais également osseuse, d'où le défaut apparent d'amélioration clinique, quelle que soit le traitement reçu.

4.3 Limites de l'étude

La première limite de l'étude est le nombre, trop faible, de cas suivis dans l'étude. Cette limite a été imposée par des impératifs temporels : des cas n'ont pu être inclus dans l'étude qu'entre décembre 2015 et mai 2016, afin de pouvoir analyser les données et les inclure dans ce mémoire de thèse. Il est impossible de tirer une conclusion à partir de 4 veaux, dont un (le seul sujet recevant le placebo) qui n'a pas pu être suivi durant tout le protocole.

Par ailleurs, face au faible nombre de cas, des veaux souffrant peut-être d'autres défauts d'aplomb que strictement une bouleture ou une arcure (ex : valgus) ont été inclus dans le protocole expérimental, ce qui est peut être à l'origine de l'absence de résultats notables chez 2 veaux.

La dernière limite de l'étude a été l'apparition quasi-systématique d'affections intercurrentes chez les veaux suivis (pneumonies, diarrhée). Ces affections ont contraint les équipes soignantes à mettre en place des traitements adaptés (anti-inflammatoires, antibiotiques autres que des tétracyclines, etc.), les excluant en théorie du protocole expérimental. En effet, après la mise en place de traitement, il devient difficile d'attribuer les succès ou les échecs à l'ARA ARTHRITE®. L'apparition de ces affections peut être expliquée par le polymicrobisme de l'étable de l'école dû au transport et à l'hébergement « collectif » d'animaux issus d'élevages différents.

5. Conclusion

Cette étude pilote nous montre la pertinence des mesures goniométriques pour le suivi de la rémission d'arcure/bouleture. Cependant quelques difficultés doivent être levées avant de passer à l'essai clinique. La première de ces difficultés repose dans la standardisation du traitement de base.

La seconde difficulté réside dans le fait de garder les veaux en bonne santé pour éviter de devoir leur administrer un traitement supplémentaire, ce qui les exclue de fait du protocole. Or comme nous l'avons vu dans ce travail, l'arcure/bouleture peut entraîner une diminution des déplacements du veau l'empêchant ainsi de se nourrir correctement, ou encore peut

généraliser des douleurs interférant là aussi avec l'état général. Ces facteurs additionnés à la pression infectieuse éventuellement importante d'une étable sont autant de risques pour le veau de développer une affection intercurrente. Toutefois, si une étude clinique de plus grande envergure doit être menée pour démontrer l'efficacité de l'ARA-ARTHRITE® dans le traitement des contractures tendineuses chez le veau nouveau-né, il convient de prévoir une étude terrain où chaque sujet du protocole demeure dans son habitat de vie habituel (c'est-à-dire dans son exploitation de naissance), ce qui minimiserait normalement la survenue de affection intercurrente, notamment respiratoire, car le veau demeurera dans son microbisme habituel et ne devrait pas être en contact avec des bovins issus d'autres élevages et potentiellement porteurs de pathogènes.

Conclusion

Ce travail a permis d'éclaircir de nombreux points sur la gestion chez le veau des rétractions tendineuses congénitales que sont l'arcure ou la bouleture.

Alors que plusieurs traitements non-chirurgicaux sont connus, très peu voire aucune donnée scientifique sur leur efficacité n'existe dans la littérature.

L'enquête menée auprès de praticiens ruraux de 4 régions de France a été l'occasion de mieux cerner les pratiques actuelles de terrain. Cette enquête a démontré une certaine maîtrise de ces affections avec une adaptation relativement fine des attitudes en fonction des degrés de sévérité. Cependant, cette finesse pourrait être améliorée d'une part en utilisant la goniométrie pour suivre le gain d'amplitude articulaire et, d'autre part, en étant mieux informé sur l'efficacité des différents traitements utilisés.

L'essai de mesures des angles articulaires sur des veaux sains et le suivi de 3 veaux bouletés traités à l'Ara-Arthrite® ont permis de démontrer la reproductibilité des mesures goniométriques et l'opportunité que celles-ci pourraient apporter au praticien lors d'arcure/bouleture. Cependant, l'utilisation de la goniométrie comme méthode d'évaluation de l'arcure/bouleture doit encore faire l'objet de quelques recherches, notamment concernant l'établissement de normes spécifiques pour les différentes races de veaux souvent affectées en France.

Enfin, la trame d'essai clinique fourni à la fin de ce travail pourrait permettre à l'avenir de mener des études de terrain sur l'efficacité d'un traitement particulier, et non plus de se contenter de l'expérience des pairs.

Par ailleurs, il est probable que, durant les prochaines années, l'étiologie de l'arcure/bouleture soit précisée grâce aux études actuelles de génotypage, ce qui pourrait permettre de mettre en œuvre des mesures spécifiques de prévention.

Bibliographie

- Abbott LC, Finnell RH, Chernoff GF, Parish SM, Gay CC (1986). Crooked Calf Disease: A Histological and Histochemical Examination of Eight Affected Calves. *Vet. Pathol.*, **23**, 734–740.
- Anderson DE, Desrochers A, Jean GS (2008). Management of tendon disorders in cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.*, **24**, 551–566.
- Anderson, St Jean (1996). Diagnosis and management of tendon disorders in cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.*, **12**, 85–116.
- Arnoczky SP, Lavagnino M, Gardner KL, Tian T, Vaupel ZM, Stick JA (2004). In vitro effects of oxytetracycline on matrix metalloproteinase-1 mRNA expression and on collagen gel contraction by cultured myofibroblasts obtained from the accessory ligament of foals. *Am. J. Vet. Res.*, **65**, 491–496.
- Arrêté du 12 décembre 2013 relatif à l'enregistrement et à la certification de la parenté des bovins (19 décembre 2013) In: [www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2013/12/12/AGRT1327574A/jo) [https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2013/12/12/AGRT1327574A/jo] (consulté le 18/11/2015)
- Arrêté du 22 juillet 2015 relatif aux bonnes pratiques d'emploi des médicaments contenant une ou plusieurs substances antibiotiques en médecine vétérinaire (10 septembre 2015). In: [www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031142007&dateTexte=20150910) [https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031142007&dateTexte=20150910] (consulté le 15/01/2016)
- Auer JA (2006). Diagnosis and Treatment of Flexural Deformities in Foals. *Clin. Techn. Equine Pract.*, **5**, 282–295.
- Barone R. (2000). Articulations du carpe, intermétacarpiennes et métacarpo-phalangiennes. In: Anatomie comparée des mammifères domestiques : Tome 2, Arthrologie et myologie, Barone R., Vigot, Paris, 135-209.
- Barone R (2010). Os de l'avant-bras et de la main. In: Anatomie comparée des mammifères domestiques : Tome 1, Ostéologie, Barone R., Vigot, Paris, 506-558.
- Baxter GM (2011). Tendon and ligaments injuries and disease. In: Adams and Stashak's Lameness in Horses, Baxter GM. John Wiley & Sons, Ames, 927-939.
- Beer M, Conraths FJ, van der Poel WHM (2013). "Schmallenberg virus"-a novel orthobunyavirus emerging in Europe. *Epidemiol. Infect.*, **141**, 1–8.
- Belbis G (2008). Chirurgie des affections tendineuses congénitales du veau. *Point Vet.*, **39**, 51–59.
- BiostaTGV- Statistiques en ligne. [http://marne.u707.jussieu.fr/biostatgv/?module=etudes/protocole] (Consulté le 19/10/15).
- Bland JM, Altman DG (1999). Measuring agreement in method comparison studies. *Stat. Methods Med. Res.*, **8**, 135–160.
- Boone DC, Azen SP, Lin CM, Spence C, Baron C, Lee L (1978). Reliability of goniometric measurements. *Phys. Ther.*, **58**, 1355–1360.
- Brosseau L, Balmer S, Tousignant M, O'Sullivan JP, Goudreault C, Goudreault M, et al. (2001). Intra- and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee flexion and extension of patients with knee restrictions. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, **82**, 396–402.

- Brosseau L, Tousignant M, Budd J, Chartier N, Duciaume L, Plamondon S, et al. (1997). Intratester and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for active knee flexion in healthy subjects. *Physiother. Res. Int.*, **2**, 150–166.
- Budras KD, Habel RE, Mülling CKW, Greenough PR, Jahrmärker G, Richter R, et al. (2011). Thoracic Limb. In: *Bovine Anatomy: An Illustrated Text*, Budras KD, Habel RE, Mülling CKW, Greenough PR, Jahrmärker G, Richter R, et al. Second Edition, 2 edition. ed. Schluetersche, Hannover.
- Chappat P (1987). Arquête et bouleture du veau: une prothèse. *Bull. Mens. Soc. Vét. Prat. Fr.*, **78.1**, 475–476.
- Crawford SB, Kosinski AS, Lin H-M, Williamson JM, Barnhart HX (2007). Computer programs for the concordance correlation coefficient. *Comput. Methods Programs Biomed.*, **88**, 62–74.
- Croft PR, Nahit ES, Macfarlane GJ, Silman AJ (1996). Interobserver reliability in measuring flexion, internal rotation, and external rotation of the hip using a plurimeter. *Ann. Rheum. Dis.*, **55**, 320–323.
- Décret n° 2016-317 du 16 mars 2016 relatif à la prescription et à la délivrance des médicaments utilisés en médecine vétérinaire contenant une ou plusieurs substances antibiotiques d'importance critique (2016), 2016-317.
- Denoix J-M (2002). Entités pathologiques générales- Enseignement optionnel de pathologie locomotrice des équidés- ENVA Alfort, 27 p.
- Desquilbet L (2016). Concordance entre deux séries de mesures. ENVA, 9 p.
- Dirksen G, Gründer H-D, Stöber M, Baumgartner W, Braun U (2006). Angeborene Gliedmaßenverkrümmung und-verstufung. In: *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes: "Krankheiten des Rindes" begründet von Gustav Rosenberger*, 5th ed. Enke, Stuttgart, 154-155.
- Fazili MR, Bhattacharyya HK, Mir MUR, Hafiz A, Tufani NA (2014). Prevalence and effect of oxytetracycline on congenital fetlock knuckling in neonatal dairy calves. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, **81**.
- Gill K, Krag MH, Johnson GB, Haugh LD, Pope MH (1988). Repeatability of four clinical methods for assessment of lumbar spinal motion. *Spine*, **13**, 50–53.
- Goodship AE, Birch HL, Wilson AM (1994). The pathobiology and repair of tendon and ligament injury. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, **10**, 323–349.
- Govoni VM, Rahal SC, Agostinho FS, Conceição RT, Tsunemi MH, El-Warrak AO (2012). Goniometric measurements of the forelimb and hindlimb joints in sheep. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, **25**, 297–300.
- Green S, Forbes A, Buchbinder R, Bellamy N (1998). A standardized protocol for measurement of range of movement of the shoulder using the Plurimeter-V inclinometer and assessment of its intrarater and interrater reliability. *Arthritis & Rheumatism*, **11**, 43–52.
- Greenough PPR, Mac Callum FJ, Weaver AD (1983). Anatomie fonctionnelle des membres. In: *Les Boiteries des bovins*, Greenough et al., 2e éd., ed. Le Point vétérinaire, Maisons-Alfort, 87-89.
- Grosmond G (2013). Phytothérapie et aromathérapie. In: *Santé animale et solutions alternatives*, Grosmond G. France Agricole, Paris, 67-86.

- Grossemy ID (2008). Place de la goniométrie dans la prise en charge d'un patient. In: Goniométrie: Manuel d'évaluation des amplitudes articulaires des membres et du rachis, Grossemy ID., Elsevier Masson, Paris, 11-13.
- Hendrickson DA, Baird AN (2013). Equine orthopedic surgery. In: Turner and McIlwraith's Techniques in Large Animal Surgery, Hendrickson DA and Baird AN, John Wiley & Sons, Ames, 113-139.
- Hole DE, Cook JM, Bolton JE (1995). Reliability and concurrent validity of two instruments for measuring cervical range of motion: effects of age and gender. *Manualtherapy*, **1**, 36-42.
- Institut de l'élevage (2008). Maladies des Bovins. France Agricole Editions, Paris, 797 p.
- Iowa State university veterinary diagnostic laboratory (2013). Antimicrobial susceptibility profiles. In: Iowa State university veterinary diagnostic laboratory: Annual report, 21-23.
- Jaegger G, Marcellin DJ, Levine D (2002). Reliability of goniometry in Labrador Retrievers. *Am. J. Vet. Res.*, **63**, 979-986.
- Kenneth LM (2009). Veterinary topics: Flexure deformities, ballerina foals. *Thoroughbred Times*, 47.
- Kidd JA, Barr ARS (2002). Satellite Article, 4 p.
- Lairmore M, Alexander A, Powers B, Milisen W, McChesney A, Spraker T (1984). Oxytetracycline-associated nephrotoxicosis in feedlot calves. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **185**, 793-795.
- Lamand M, Périgaud S (1973). Carences en oligo-éléments chez les ruminants en France. *Ann. rech. vét. INRA Editions*, **4**, 513-534.
- Laurent J-L (2008). Arcure et bouleture chez le veau. Cure chirurgicale. *Bull. G.T.V.*, **1B**, 41-45.
- Lequeux G, Lecoupeur M, Pegne J-C, Le Dréan E (2016). Antibiosensibilité de souches de *M. haemolytica* et *P. multocida* isolées lors d'infections respiratoires bovines. *Bull. G.T.V.*, **81**, 65-74.
- Liljebrink Y, Bergh A (2010). Goniometry: is it a reliable tool to monitor passive joint range of motion in horses? *Equine Vet. J.*, **42**, 676-682.
- Lokai MD, Meyer RJ (1985). Preliminary observations on oxytetracycline treatment of congenital flexural deformities in foals. *Mod. Vet. Pract.*, 237-239.
- Madison JB, Garber JL, Rice B, Stumpf AJ, Zimmer AE, Ott EA (1994). Effect of oxytetracycline on metacarpophalangeal and distal interphalangeal joint angles in newborn foals. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **204**, 246-249.
- Metzner M, Baumgart I, Klee W (2007). Effect of infusion of 60 mg/kg oxytetracycline on forelimb flexor tendon contracture in calves. *Vet. Rec.*, **160**, 166-167.
- Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt - Agreste - La statistique, l'évaluation et la prospective agricole (n.d.). [<http://agreste.agriculture.gouv.fr/>] (Consultation le 31/5/16).
- Nicol J-M. VétFocus Demande d'avis In: [en ligne]. [<http://vetofocus.com/Besoin-Avis-01.php?page=1&cc=574&groupe=1>] (Consultation le 14/6/16).
- Observatoire National des Anomalies Bovines - Accueil: [<https://www.onab.fr/>] (Consultation le 6/6/16).
- Paragon B-M (1995). Sel, minéraux & alimentation des ruminants. Compagnie des salins du midi et des salines de l'est, St. Thibault des Vignes, 69-71.

- Partik BL, Stadler A, Schamp S, Koller A, Voracek M, Heinz G, et al. (2002). 3D versus 2D ultrasound: accuracy of volume measurement in human cadaver kidneys. *Invest. Radiol.*, **37**, 489–495.
- Pavaux C (1981). Éléments d'anatomie, In: *L'utérus de La Vache*, Société Française de Buiatrie, Toulouse, 9-53.
- Perrin A, Aurel C, Petitdant B, Royer A (2003). Extensibilité des ischio-jambiers : reproductibilité intra et inter-testeur d'un test inspiré de Kendall. *Kinésithérapie*, 30–37.
- van der Tol PP, Metz JH, Noordhuizen-Stassen EN, Back W, Braam CR, Weijs WA (2002). The pressure distribution under the bovine claw during square standing on a flat substrate. *J. Dairy Sci.*, **85**, 1476–1481.
- Quiquandon H (1999). Introduction In : Homéopathie vétérinaire, Quiquandon H., 2ème édition. Editions du Point Vétérinaire, Maisons-Alfort.
- Résapath (2013). Annexes bovins. In : Réseau d'épidémiosurveillance de l'antibiorésistance des bactéries pathogènes animales. Bilan 2012, Résapath. Maisons-Alfort, 59-77.
- Riond JL, Riviere JE (1989). Effects of tetracyclines on the kidney in cattle and dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **195**, 995–997.
- Roch N (2016). Communication personnelle.
- Sartelet A (2007). Etude des principales maladies du système locomoteur chez le veau de race Blanc-Bleu Belge. Université de Liège, 49 p.
- Saur PM, Ensink F-BM, Frese K, Seeger D, Hildebrandt J (1996). Lumbar range of motion: reliability and validity of the inclinometer technique in the clinical measurement of trunk flexibility. *Spine*, **21**, 1332–1338.
- SengözŞirin O, TimuçinCelik M, Ozmen A, Avki S (2014). Measurements of normal joint angles by goniometry in calves. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, **27**, 120–123.
- Sogstad ÅM, Østerås O, Fjeldaas T, Nafstad O (2007). Bovine claw and limb disorders related to culling and carcass characteristics. *Livest. Sci.*, **106**, 87–95.
- van der Tol PPJ, Metz JHM, Noordhuizen-Stassen EN, Back W, Braam CR, Weijs WA (2002). The pressure distribution under the bovine claw during square standing on a flat substrate. *J. Dairy Sci.*, **85**, 1476–1481.
- Van Huffel X. (1990). Clinical and experimental contribution to the pathogenesis of congenital articular rigidity in the calf in Belgium, Ph.D. thesis Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Belgium, 135 p.
- Wiedemar N, Riedi A-K, Jagannathan V, Drögemüller C, Meylan M (2015). Genetic Abnormalities in a Calf with Congenital Increased Muscular Tonus. *J. Vet. Intern. Med.*, **29**, 1418–1421.
- Xhardez Y, Wardavoir H, Collectif (2015). Technique de base de la kinésithérapie. In: *Vademecum de kinésithérapie et rééducation fonctionnelle : Techniques, pathologie et indications de traitement pour le praticien*, Xhardez Y, Wardavoir H, 7ème édition. Bruxelles, 756-758.
- Zarucco L (2016). Communication personnelle.

Annexes

Observatoire des anomalies bovines

Action « **Bouleture** » en race Charolaise et Normande

Symptômes : perte de mobilité limitée à complète de l'animal suite à des problèmes d'articulation – animal jeune

Date de la déclaration :/...../.....

Nom (organisme) de la personne faisant la déclaration :

Contact (mail et téléphone) ¹:

Fonction : Vétérinaire Inséminateur Technicien CIA Autre

N° national du veau (FR+10 à 14 chiffres) : ____ _ ____ _ sexe : M F

Date de naissance:/...../.....

Race : _____

N° national de la **mère** (FR+10 à 14 chiffres): ____ _ ____ _

N° national du **père** : ____ _ ____ _

Carpe (genou) arqué : Oui Non

Intensité du handicap :

Le veau tient-il debout ? Oui Non

Une fois debout, tient-il plus de trois secondes sur la pointe des onglons: Oui Non

Ou bascule-t-il sur la muraille de l'onglon (partie haute de l'onglon)? : Oui Non

Boulet bouleté : Oui Non

Intensité du handicap :

Le veau tient-il debout ? Oui Non

Une fois debout, tient-il plus de trois secondes sur la pointe des onglons: Oui Non

Ou bascule-t-il sur la muraille de l'onglon (partie haute de l'onglon)? : Oui Non

¹ Le contact sera utilisé pour vous aviser de la bonne réception des échantillons

Annexe 2 : Capture d'écran de la page d'accueil du site d'accompagnement du questionnaire



Annexe 3 : Capture d'écran d'une page du même site

Les techniques de gradation de l'arcure-bouleture

Différentes techniques de gradation existent pour quantifier le degré d'atteinte des veaux

1) les scores cliniques:
Anderson et al en 1996 distinguent trois grades

grade 1 : peu sévère - le veau peut marcher sans difficultés mais le talon ne touche pas le sol. Le veau prend appui sur l'extrémité distale des ongles et son poids est déplacé à l'avant.

grade 2 : modéré - le veau marche mais la face plantaire du sabot est perpendiculaire au sol. Le veau ne reste peu de temps debout et présente des difficultés à se déplacer

grade 3 : sévère - le veau, pour se déplacer est obligé de prendre appui sur ses genoux. L'animal n'arrive pas à téter sans aide de l'éleveur.

Le professeur Seyrtan lui propose d'inclure l'état général du veau et le nombre de membres atteints

| Grade | Articulation atteintes | Signes cliniques |
|-------|----------------------------------|--|
| I | 2 ongles 1 articulation | EO bon Se lève, se déplace Appui au pisce Régulation possible possible |
| II | 2 ongles 1 articulation | EO bon Se lève, se déplace Appui sur ses boudins Régulation possible possible |
| III | 2 ongles 2 articulations | EO abimé Ne se lève pas seul Appui sur ses boudins Régulation possible difficile |
| IV | 4 ongles 1 ou 2 articulations | EO mauvais Ne se lève pas seul Ne tient pas debout Régulation possible impossible |

EO : état général, LSb : ligament sus-joint du boudin

2) la gradation directe: elle consiste en des mesures angulaires de l'articulation concernée.
On peut utiliser pour cela un goniomètre. Cette appareil simple et peu coûteux permet une mesure directe de l'angle (voir photo ci-dessous). Ces mesures sont encore peu utilisées en pratique rurale mais leur fiabilité est validée d'un point de vue scientifique sur quelques races d'animaux.

En pratique, on utilisera la mesure de l'amplitude articulaire (angle en extension-angle en flexion).
Pour une meilleure fiabilité il est conseillé de faire la mesure en décubitus controlatéral.
Ces mesures d'angles peuvent être réalisées sur un cliché radio ou encore par mesures d'angles sur clichés photos à l'aide de logiciel comme MESURIM® (logiciel en téléchargement libre).

Photo: mesure de l'angle en flexion à l'aide d'un

Créer un site WIX

Ce site a été créé sur WIX.com. Créez votre propre site GRATUITEMENT sur WIX >>



Enquête 2016 sur l' Arcure/ Bouleture

Dans le cadre de ma thèse de doctorat vétérinaire sur l'arcure bouleture des antérieures, je cherche à évaluer l'importance de cette pathologie en clientèle. Je cherche de plus à affiner les connaissances sur les critères de prises de décision thérapeutiques.

RESULTATS ANONYMES

***Obligatoire**

Qui êtes-vous ?

Vous êtes ?

- Vétérinaire associé
- Vétérinaire en collaboration libérale
- Vétérinaire salarié
- Stagiaire (étudiant vétérinaire)
- Autre :

Ville de votre structure: *

Département *

Les arcures/bouletures dans votre clientèle

Combien de cas d'arcure/bouleture diagnostiquez-vous par an ?

(approximativement si pas de données chiffrées)

S'agit-il...

- d'une réponse estimée par souvenir
- d'un chiffre tiré de votre logiciel de gestion de la clientèle

Quelle est la race la plus atteinte dans votre clientèle ?

- Charolaise
- Blonde d'Aquitaine
- Limousine
- Prim'holstein
- Normande
- Montbelliarde
- Mixité des races
- Autre :

Quelle race est la plus présente dans votre clientèle ?

- Charolaise
- Blonde d'Aquitaine
- Limousine
- Prim'holstein
- Normande
- Montbelliarde
- Mixité des races
- Autre :

Constatez-vous une évolution du nombre de cas depuis 3 ans ?

- Oui, une augmentation
- Oui, une diminution
- Non, le nombre de cas reste stable

Si oui précisez l'importance du phénomène (pouvez-vous fournir des hypothèses explicatives ?)

[Continuer »](#)



Terminé à 20 %

Diagnostic de l'arcure-bouleture

Modalités de diagnostic

Différenciez-vous, dans votre diagnostic, arcure et bouleture ?

Pour plus d'informations: <http://goo.gl/TtUqfG>

- Oui
- Non

Différenciez-vous, dans votre diagnostic, bouleture et pied-bot ?

Pour plus d'informations: <http://goo.gl/TtUqfG>

- Oui
- Non (jamais vu de cas)
- Non (pas de distinction)

Utilisez vous une méthode de gradation dans votre diagnostic ?

Pour plus d'information: <http://goo.gl/1LS2HM>

- Oui
- Non
- Autre :

« Retour

Continuer »



Terminé à 40 %

Influence de la gradation sur votre conduite thérapeutique

Si vous gradez, comment réalisez vous cette gradation ?

On distinguera ici trois grades (selon les critères de Anderson et al., 1996)

Grade 1:

peu sévère - le veau peut marcher sans difficultés mais le talon ne touche pas le sol. Le veau prend appui sur l'extrémité distale des onglons et son poids est déplacé à l'avant.

Quel pourcentage de grade 1 estimez-vous avoir dans votre clientèle ?

(parmi les veaux atteints d'arcure ou de bouleture)

Quelle conduite thérapeutique adoptez-vous majoritairement vis-à-vis d'un grade 1 ?

(plusieurs réponses possibles)

- Traitement à base d'oligo-éléments et/ou vitamines
- Attelle
- Traitement chirurgical (chirurgie tendineuse)
- AINS
- AIS
- Antibiothérapie
- Autre :

Grade 2:

modéré - le veau marche mais la face plantaire du sabot est perpendiculaire au sol. Le veau reste peu de temps debout et présente des difficultés à se déplacer

Quel pourcentage de grade 2 estimez-vous avoir dans votre clientèle ?

(parmi les veaux atteints d'arcure ou de bouleture)

Quelle conduite thérapeutique adoptez-vous majoritairement vis-à-vis d'un grade 2 ?

(plusieurs réponses possibles)

- Traitement à base d'oligo-éléments et/ou vitamines
- Attelle
- Traitement chirurgical (chirurgie tendineuse)
- AINS
- AIS
- Antibiothérapie
- Autre :

Grade 3:

sévère - le veau, pour se déplacer est obligé de prendre appui sur ses genoux. L'animal n'arrive pas à téter sans aide de l'éleveur.

Quel pourcentage de grade 3 estimez-vous avoir dans votre clientèle ?

(parmi les veaux atteints d'arcure ou de bouleture)

Quelle conduite thérapeutique adoptez-vous majoritairement vis-à-vis d'un grade 3 ?

(plusieurs réponses possibles)

- Traitement à base d'oligo-éléments et/ou vitamines
- Attelle
- Traitement chirurgical (chirurgie tendineuse)
- AINS
- AIS
- Antibiothérapie
- Autre :

« Retour

Continuer »

Terminé à 60 %

Modalités thérapeutiques

Le traitement chirurgical

Quel est votre critère principal pour prendre la décision de traiter chirurgicalement ?

(vous pouvez indiquer entre parenthèses les critères secondaires)

Proportion de veaux malades traités chirurgicalement ?

(parmi les veaux atteints d'arcure bouleture)

Age moyen des veaux opérés ?

En moyenne, combien facturez-vous une opération d'arcure-bouleture ?

(unilatérale, sans complication, suivi et traitement post-chirurgicaux compris)

Le traitement orthopédique

Utilisez-vous des attelles chez les veaux arqués ou bouletés sans recourir à la chirurgie?

- Oui
- Non

Si oui, quelle type d'attelle ?

Utilisez-vous des attelles en complément de la chirurgie ?

- Oui
- Non

Si oui, quel type d'attelle ?

Cochez les autres techniques que vous avez déjà utilisé

- Fer orthopédique
- "talonnettes collées"
- Parage fonctionnel

Autre :

Le traitement médical

Mettez-vous en place des traitements médicaux de l'arcure bouleture ?

- Oui
 Oui uniquement en complément d'une chirurgie ou d'une attelle
 Non
 Autre :

Quel type de traitement médical mettez vous en place ?

- AINS
 AIS
 Antibiothérapie
 Oxytétracycline à fortes doses
 Vit E / Sélénium (BIODYL/SELEPHEROL)
 Vit et Mangan
 Ipaligo veau
 CATOSAL
 Autre :

Avez-vous déjà utilisé de l'ARA-ARTHRITE (labo: sexmoor) sur de l'arcure bouleture ?

- Oui
 Non

Si oui, en êtes-vous satisfait ?

- Oui
 Non
 Autre :

Aspects déclaratifs

L'observatoire national des anomalies bovines est demandeur d'échantillons et d'informations sur les veaux atteints d'arcure et/ou de bouleture pour essayer de trouver une cause génétique notamment en races charolaise et normande. Plus d'informations sur le lien suivant: <http://goo.gl/QAifOj>

Si vous souhaitez être informé des résultats de cette enquête, renseignez votre adresse mail ci-dessous

[« Retour](#)

[Envoyer](#)

100 % : vous avez réussi.

N'envoyez jamais de mots de passe via Google Forms.

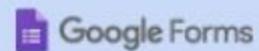


Enquête 2016 sur l' Arcure/ Bouleture

Un grand merci pour avoir pris le temps de répondre à ce questionnaire. Pour plus d'information sur ma thèse rendez-vous sur le site: <http://florianguigui.wix.com/arcurebouleture>
N'hésitez pas à m'écrire pour plus de précisions: florian.guigui@vet-alfort.fr

[Modifier votre réponse](#)

Ce formulaire a été créé à l'aide de Google Forms.
[Créer votre formulaire](#)



Essai clinique : ARA-ARTHRITE©

*Emportez votre kit à chaque fois que vous êtes susceptible de rencontrer un cas d'arcure-bouleture.
(Bien conserver à l'abri de la lumière dans votre kit et à des températures comprises entre 0°C et +25°C)*

Durée et nombre de visites : le protocole dure 21 jours. Le vétérinaire effectue trois visites (J0, J10, J20).

L'étude est en **double aveugle** : ni vous ni l'éleveur ne serez informés du contenu des seringues avant la fin de l'étude.

Une fois sur place et que vous diagnostiquez un cas d'arcure ou de bouleture ou d'arcure-bouleture des **antérieurs** chez un **veau de moins de 10 jours**, vous proposez le **traitement du protocole** face à ce grade d'arcure-bouleture. Si vous décidez de mettre en place un traitement conservateur par pose d'attelle, il faudra prévoir de la retirer à J10 et J20 pour évaluation des aplombs du veau.

Merci de me tenir informé lorsqu'un veau est inclus dans le protocole.

NB : les arcures/bouletures affectant uniquement les postérieurs sont volontairement omises, étant moins fréquentes. Les veaux atteints par contre en même temps aux postérieurs et aux antérieurs sont inclus dans l'étude.

Indiquez ci-après le n° de lot du kit ouvert pour ce veau :

Visite à J0

1. Vous répondez, avec l'aide de l'éleveur, au « Questionnaire J0 » ci-après.

Questionnaire J0

| |
|-----------------------------------|
| Date: |
| Nom du vétérinaire et structure : |

Questionnaire avant la prise en charge :

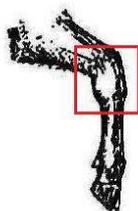
| | | |
|---|------------------------------|--|
| Exploitation (<i>non diffusée</i>) : | | |
| Contact de l'éleveur (<i>numéro, mail</i>) (<i>non diffusé</i>) : | | |
| Département : | | |
| Veau n° (<i>si pas de bouclage, n° de la mère</i>) : | | |
| Date de naissance : | Sexe : M F | Poids estimé : kg Mètre ruban <input type="checkbox"/> Estimation <input type="checkbox"/> Pèse-veau <input type="checkbox"/> |
| Race du veau (<i>indiquer les croisements</i>) : | | |
| Veau culard : | Oui | Non |
| Vêlage en présentation postérieure | Oui | Non |
| Vêlage par césarienne | Oui | Non |
| Vêlage assisté | Oui | Non |
| Cas d'arcure ou de bouleture par le passé : Oui Non | Si oui, nombre de cas / an : | |
| Le veau a-t-il souffert d'autres affections depuis la naissance ? | Oui | Non |
| Si oui, lesquelles (<i>quels traitements ? Date des traitements ?</i>): | | |

Intensité du handicap :

(Si le veau est couché, en profiter pour prendre vos mesures angulaires sur veau couché : carpes et boulets en flexion et extension, cf mode d'emploi du goniomètre)

| | | |
|---|--------------------|--------------------|
| Le veau se met-il debout seul ? (si non, le lever) | Oui | Non |
| Le veau tient-il debout (plus de 3 secondes) ? | Oui | Non |
| Une fois debout, tient-il normalement ? | Oui | Non |
| Une fois debout, la sole repose-t-elle sur le sol ? | G : Oui D : Oui | G : Non D : Non |
| Bascule-t-il vers l'avant ? (pour reposer sur la muraille, les boulets ou les carpes) | Oui | Non |
| Se déplace-t-il ? (plus de trois pas) | Oui | Non |

Description de la clinique :



Arcure

Figure 1: Arcure (selon JL Laurent, GTV 1998): défaut d'extension du carpe



Bouleture

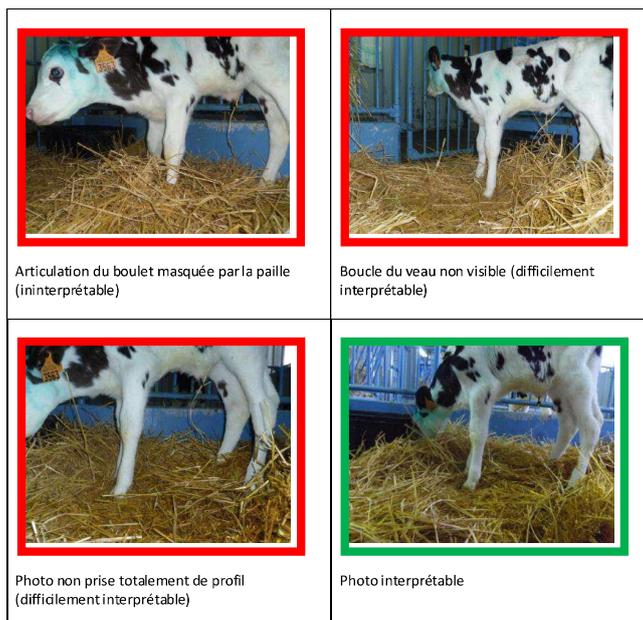
Figure 2: Bouleture (selon JL Laurent, GTV 1998): défaut d'extension du boulet

| | | |
|------------------------------------|------------------|---|
| Carpe(s) (genou) arqués : | Oui | Non (si non, passer les questions « carpes ») |
| <i>Membre(s) atteint(s)</i> | | |
| Antérieur droit : | Oui | Non |
| Antérieur gauche : | Oui | Non |
| <i>Description</i> | | |
| Amélioration depuis la naissance ? | Oui (précisez) : | Non |
| Réduction manuelle possible ? | | |
| A droite ? | Oui (complète) | Non |
| A gauche ? | Oui (complète) | Non |

| | | |
|---|---|--|
| Mesure de l'angle du carpe (cf mode d'emploi goniomètre) | En flexion (<i>sans forcer</i>) : GAUCHE (3 répétitions) : DROITE (3 répétitions) : | En extension (<i>sans forcer</i>) : GAUCHE (3 répétitions) : DROITE (3 répétitions) : |
| Mesure de l'angle en aplomb normal debout (cf mode d'emploi goniomètre) | A gauche (3 répétitions) : | A droite (3 répétitions) : |
| Lésions associées au niveau du carpe ? (entourez ou précisez) | Carpe droit : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: Carpe gauche : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: | |

| | | |
|---|---|---|
| Boulet(s) bouleté(s) : | Oui | Non <i>(si non, passer les questions « boulets »)</i> |
| <i>Membre(s) atteint(s)</i> | | |
| Antérieur droit : | Oui | Non |
| Antérieur gauche : | Oui | Non |
| <i>Description</i> | | |
| Amélioration depuis la naissance ? | Oui <i>(précisez) :</i> | Non |
| Réduction manuelle possible ? A droite ? A gauche ? | Oui (complète) Oui (complète) | Non Non |
| Mesure de l'angle du boulet (cf mode d'emploi du goniomètre) | En flexion (sans forcer) : GAUCHE (3 répétitions): DROITE (3 répétitions) : | En extension (sans forcer) : A GAUCHE (3 répétitions): DROITE (3 répétitions): |
| Lésions associées au niveau du boulet ? (entourez ou précisez) | Boulet droit : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: Boulet gauche : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: | |

2. Prendre des photos de profil incluant intégralement les articulations du carpe et du boulet (sur un sol plat) pour permettre une analyse des angles par informatique. Ces photos doivent être prises lorsque le veau semble dans une posture « normale » (poids équitablement réparti sur les deux membres). Enfin, essayez de faire apparaître la boucle du veau sur les photos et de bien dégager la paille devant le veau, notamment pour que le boulet mais aussi le pied soient visibles.



3. Vous pouvez maintenant réaliser **le traitement du protocole**.
4. Vous y ajoutez le traitement ARA ARTHRITE© (ou placebo): 10 ml (soit 2 seringues de 5 ml) en intra-musculaire dans l'encolure.
5. Vous incluez sur l'ordonnance les injections à J2 J4 J6 et J8 (5 ml tous les 2 jours en IM réalisées par l'éleveur).
6. Conseillez à l'éleveur, s'il le peut, de prendre des photos ou des vidéos quotidiennes pour améliorer l'appréciation du statut clinique du veau. (Les envoyer par mail à florian.guigui@vet-alfort.fr avec numéro du veau, exploitation et date du cliché ou film)
7. En cas de sortie de protocole avant J8, merci de m'en avertir. (euthanasie, vente, chirurgie, ...)

Description de la clinique :

| | | |
|--|---|--|
| Carpe(s) (genou) arqués : | Oui | Non <i>(si non, passer les questions « carpes »)</i> |
| <i>Membre(s) atteint(s)</i> | | |
| Antérieur droit : | Oui | Non |
| Antérieur gauche : | Oui | Non |
| <i>Description</i> | | |
| Amélioration depuis la naissance ? | Oui <i>(précisez) :</i> | Non |
| Réduction manuelle possible ? A droite ? A gauche ? | Oui <i>(complète)</i> Oui <i>(complète)</i> | Non Non |
| Mesure de l'angle du carpe (cf mode d'emploi goniomètre) | En flexion <i>(sans forcer)</i> : GAUCHE (3 répétitions) : DROITE (3 répétitions) : | En extension <i>(sans forcer)</i> : GAUCHE (3 répétitions) : DROITE (3 répétitions) : |
| Mesure de l'angle en aplomb normal debout (cf mode d'emploi goniomètre) | A gauche (3 répétitions) : | A droite (3 répétitions) : |
| Lésions associées au niveau du carpe ? (entourez ou précisez) | Carpe droit : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: Carpe gauche : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: | |

| | | |
|---|---|---|
| Boulet(s) bouleté(s) : | Oui | Non <i>(si non, passer les questions « boulets »)</i> |
| <i>Membre(s) atteint(s)</i> | | |
| Antérieur droit : | Oui | Non |
| Antérieur gauche : | Oui | Non |
| <i>Description</i> | | |
| Amélioration depuis la naissance ? | Oui <i>(précisez) :</i> | Non |
| Réduction manuelle possible ? A droite ? A gauche ? | Oui (complète) Oui (complète) | Non Non |
| Mesure de l'angle du boulet (cf mode d'emploi du goniomètre) | En flexion (sans forcer) : GAUCHE (3 répétitions): DROITE (3 répétitions) : | En extension (sans forcer) : A GAUCHE (3 répétitions): DROITE (3 répétitions): |
| Lésions associées au niveau du boulet ? (entourez ou précisez) | Boulet droit : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: Boulet gauche : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: | |

2. Prendre des photos de profil incluant intégralement les articulations du carpe et du boulet (sur un sol plat) pour permettre une analyse des angles par informatique. Ces photos doivent être prises lorsque le veau semble dans une posture « normale » (poids équitablement réparti sur les deux membres). Enfin, essayez de faire apparaître la boucle du veau sur les photos et de bien dégager la paille devant le veau, notamment pour que le boulet mais aussi le pied soient visibles.
3. Si vous ajoutez un traitement, le renseignez très précisément ci-dessous (spécialité, volume, voie d'administration, durée ; si vous appliquez une attelle : matériau et procédé de mise en place, durée prescrite) :

| | | |
|---|-----|-----|
| Le veau vous paraît-il apte à poursuivre l'essai ? (bien-être animal respecté) | Oui | Non |
|---|-----|-----|

4. Si non, justifiez :

Visite à J20

1. Vous répondez, avec l'aide de l'éleveur, au questionnaire simplifié ci-après.

Questionnaire J20

| |
|---|
| Date du jour : |
| Poids du veau : kg (Mètre ruban <input type="checkbox"/> Estimation <input type="checkbox"/> Pèse-veau <input type="checkbox"/> De nouvelles affections sont-elles apparues depuis J10 ? Oui Non Si oui, lesquelles : Si oui, précisez les traitements administrés (spécialité, volume, voie d'administration, durée) : |

Intensité du handicap :

(Si le veau est couché, en profiter pour prendre vos mesures angulaires sur veau couché : carpes et boulets en flexion et extension, cf mode d'emploi du goniomètre)

| | | |
|--|--------------------|--------------------|
| Le veau se met-il debout seul ? <i>(si non, le lever)</i> | Oui | Non |
| Le veau tient-il debout <i>(plus de 3 secondes)</i> ? | Oui | Non |
| Une fois debout, tient-il normalement ? | Oui | Non |
| Une fois debout, la sole repose-t-elle sur le sol ? | G : Oui D : Oui | G : Non D : Non |
| Bascule-t-il vers l'avant ? <i>(pour reposer sur la muraille, les boulets ou les carpes)</i> | Oui | Non |
| Se déplace-t-il ? <i>(plus de trois pas)</i> | Oui | Non |

Description de la clinique :

| | | |
|--|---|--|
| Carpe(s) (genou) arqués : | Oui | Non (<i>si non, passer les questions « carpes »</i>) |
| <i>Membre(s) atteint(s)</i> | | |
| Antérieur droit : | Oui | Non |
| Antérieur gauche : | Oui | Non |
| <i>Description</i> | | |
| Amélioration depuis la naissance ? | Oui (<i>précisez</i>) : | Non |
| Réduction manuelle possible ? A droite ? A gauche ? | Oui (<i>complète</i>) Oui (<i>complète</i>) | Non Non |
| Mesure de l'angle du carpe (cf mode d'emploi goniomètre) | En flexion (<i>sans forcer</i>) : GAUCHE (3 répétitions) : DROITE (3 répétitions) : | En extension (<i>sans forcer</i>) : GAUCHE (3 répétitions) : DROITE (3 répétitions) : |
| Mesure de l'angle en aplomb normal debout (cf mode d'emploi goniomètre) | A gauche (3 répétitions) : | A droite (3 répétitions) : |
| Lésions associées au niveau du carpe ? (entourez ou précisez) | Carpe droit : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: Carpe gauche : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: | |

| | | |
|---|---|---|
| Boulet(s) bouleté(s) : | Oui | Non <i>(si non, passer les questions « boulets »)</i> |
| <i>Membre(s) atteint(s)</i> | | |
| Antérieur droit : | Oui | Non |
| Antérieur gauche : | Oui | Non |
| <i>Description</i> | | |
| Amélioration depuis la naissance ? | Oui <i>(précisez) :</i> | Non |
| Réduction manuelle possible ? A droite ? A gauche ? | Oui (complète) Oui (complète) | Non Non |
| Mesure de l'angle du boulet (cf mode d'emploi du goniomètre) | En flexion (sans forcer) : GAUCHE (3 répétitions): DROITE (3 répétitions) : | En extension (sans forcer) : A GAUCHE (3 répétitions): DROITE (3 répétitions): |
| Lésions associées au niveau du boulet ? (entourez ou précisez) | Boulet droit : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: Boulet gauche : peau rouge, escarre, plaie, arthrite, autre: | |

2. Prendre des photos de profil incluant intégralement les articulations du carpe et du boulet (sur un sol plat) pour permettre une analyse des angles par informatique. Ces photos doivent être prises lorsque le veau semble dans une posture « normale » (poids équitablement réparti sur les deux membres). Enfin, essayez de faire apparaître la boucle du veau sur les photos et de bien dégager la paille devant le veau, notamment pour que le boulet mais aussi le pied soient visibles.

Fin du protocole

Un grand merci pour avoir participé à cette étude.

Nous vous tiendrons informés des résultats obtenus ainsi que du produit que vous avez administré (ARA ARTHRITE ou placebo).

Cocher la case si l'éleveur accepte que nous prenions des nouvelles de son veau les mois suivants l'étude (assurez-vous d'avoir bien renseigné ses coordonnées).

Merci de retourner ce questionnaire dans l'enveloppe prévue à cet effet.

Pour toute question ou suggestion pendant l'étude, n'hésitez pas à me contacter :

Florian Guigui

florian.guigui@vet-alfort.fr

06 99 76 83 62 (pour les questions les plus urgentes).

Mode d'emploi du goniomètre :

Les mesures d'angles sont plus simples et plus fiables sur veaux en décubitus du côté opposé à la prise de mesure. Cependant elles sont réalisables sur veaux debout. L'idéal serait de répéter les mesures sur des positions identiques (si on choisit sur veaux debout, on garde sur veaux debout).

1 Mesure des angles sur veau couché :

1.1 Mesure des angles du carpe :

1.1.1 En flexion :



1. Mobiliser l'articulation du carpe pour trouver l'axe de rotation (point rouge)
2. Aligner l'axe de rotation du goniomètre avec l'axe de rotation de l'articulation



3. Placer la branche du goniomètre contenant la flèche le long du radius du veau, dans le sens indiqué, puis placer le membre en flexion maximum (ne pas trop forcer, s'arrêter dès que ça résiste)



4. Ramener la deuxième branche du goniomètre le long de l'os métacarpien (tout en maintenant la flexion)
5. Vous pouvez maintenant lire la mesure directement

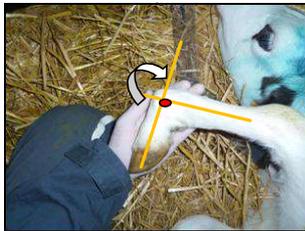
1.1.2 En extension :



1. Une fois la mesure prise en flexion, on étend alors le membre en extension. Lorsque l'on est face à une arcure réductible manuellement, étendre le membre jusqu'à une résistance importante. Ne pas chercher à réduire manuellement l'arcure lors de la prise de mesure.
2. Lire la mesure indiquée

1.2 Mesure des angles du boulet :

1.2.1 Mesures en flexion



1. Mobiliser l'articulation du boulet pour trouver l'axe de rotation (point rouge)
2. Aligner l'axe de rotation du goniomètre avec l'axe de rotation de l'articulation



3. Placer la branche du goniomètre contenant la flèche le long l'os métacarpien du veau, dans le sens indiqué, puis placer le membre en flexion maximum (ne pas trop forcer, s'arrêter dès que ça résiste)



4. Ramener la deuxième branche du goniomètre le long dans l'axe de la première phalange (tout en maintenant la flexion)
5. Vous pouvez maintenant lire la mesure directement

1.2.2 Mesures en extension



1. Une fois la mesure prise en flexion, on étend alors le membre en extension. Lorsque l'on est face à une bouleture réductible manuellement, étendre le membre jusqu'à une résistance importante. Ne pas chercher à réduire manuellement la bouleture lors de la prise de mesure.
2. Lire la mesure indiquée

2 Mesures sur veau debout

2.1 Mesure de l'angle d'aplomb du carpe



1. Vérifier que le veau adopte une position « normale », dans laquelle il paraît stable.
2. Avec les mêmes repères que pour la prise d'angle en extension, placer le goniomètre et lire l'angle.

NB1 : Les angles peuvent être supérieurs à 180°. Dans ce cas, additionnez la valeur obtenue à 180.

NB2 : Il est demandé trois mesures à chaque fois pour augmenter la fiabilité. En effet, on peut facilement prendre une mesure sans se rendre compte que la flexion (ou l'extension) était incomplète.

LES RÉTRACTIONS TENDINEUSES CHEZ LE VEAU NOUVEAU-NÉ (ARCURE, BOULETURE, PIED-BOT) : ÉTUDE DES TRAITEMENTS NON CHIRURGICAUX ET UTILISATION DE LA GONIOMÉTRIE.

GUIGUI Florian

Résumé

Ce travail de thèse, après avoir redéfini l'arcure/bouleture chez le veau, dresse dans un premier temps une étude bibliographique des traitements non chirurgicaux couramment utilisés face à cette affection. Afin de mieux percevoir la réalité de terrain, notamment l'attitude thérapeutique des vétérinaires vis-à-vis des veaux arqués et/ou bouletés et l'adaptation de celle-ci au degré de l'atteinte, un questionnaire en ligne a été envoyé à 145 cliniques vétérinaires « rurales ». Enfin, dans une troisième partie, une nouvelle approche pour quantifier le degré d'arcure et/ou de bouleture est proposée : il s'agit de la goniométrie. Une étude de la reproductibilité inter- et intra-opérateur de la technique a été réalisée chez des veaux sains. Suite aux résultats, il apparaît que l'utilisation de cette technique simple en routine pourrait être envisagée pour objectiver le degré d'atteinte articulaire afin d'évaluer l'amélioration de manière fine, voire de standardiser la démarche thérapeutique.

Mots clés : ARCURE / BOULETURE / PIED-BOT / TROUBLE LOCOMOTEUR / MALFORMATION CONGENITALE / GONIOMETRIE / BOVIN / VEAU

Jury :

Président : Pr.

Directeur : Dr RAVARY-PLUMIOËN Bérange

Assesseur : Pr CREVIER-DENOIX Nathalie

NEWBORN CALVES FLEXURAL DEFORMITIES (CONCERNING CARPAL, FETLOCK, PROXIMAL INTERPHALANGEAL JOINTS) : STUDY OF NON-SURGICAL TREATMENTS AND GONIOMETRIC MEASUREMENTS.

GUIGUI Florian

Summary

In this thesis work, as an introduction, it is redefined “flexural deformities” affecting young calves. First, a bibliographical study of non surgical methods usually used to treat this affection is drafted. A form has also been sent to 145 clinical facilities to assess the practical reality, such as veterinarian’s therapeutical routine regarding calves suffering from flexural deformities. In a third part, a new method in order to quantify to what degree young calves suffer from flexural deformities is proposed. This method is called goniometry. An analysis of the reproducibility of this technique has been conducted on sane calves. The results of this analysis, which by the way prove this technique simple and time saving, show that the latter could be considered in order to quantify the lack of joint motion acutely, even standardize the cure.

Keywords : FLEXURAL DEFORMITIES / LOCOMOTOR DISORDERS / CONGENITAL ANOMALY / GONIOMETRY / BOVINE / CALF

Jury :

President : Pr.

Director : Dr RAVARY-PLUMIOËN Bérange

Assessor : Pr CREVIER-DENOIX Nathalie