

1^{ère} Journée des doctorants de la filière équine

Résumé des thèses présentées

Vendredi 13 mars 2015

**Journée co-organisée par
L'Institut français du cheval et de l'équitation
La fondation Hippolia
Le groupe filière équine de l'Inra**

Programme

09:30 Introduction par Bernard Coudurier			
10:00	Sciences économiques et sociales	La classe créative comme héritage des grands événements sportifs - <i>Fabien Clipet - Inra - Ifce</i>	1
10:13		Place du cheval dans les concours équestres et ses implications sur l'image du cheval et de la communauté équestre - <i>Servane le Clinche - Université Paris Sud</i>	2
10:26	Comportement	L'attention du cheval, un facteur à promouvoir dans les interactions cheval-cavalier - <i>Céline Rochais - Université de Rennes 1</i>	3
10:39		Etude des processus décisionnels lors des déplacements collectifs chez le cheval domestique (<i>Equus ferus caballus</i>) - <i>Léa Briard - Université de Strasbourg</i>	4
10:52	Equitation	Définir et expérimenter des dispositifs d'aide à l'apprentissage et à la performance d'une pratique sportive ludo-éducative : les NTIC appliqués à l'équitation - <i>Coline Rual - Université Bretagne Sud - Ifce</i>	5
11:05		Optimisation de l'interaction cavalier-cheval « Etudes des modes préférentiels de couplage sensorimoteur » - <i>Florie Bonneau - Université Paris Sud</i>	6
11:18 Pause			
11:45	Equitation	Analyse des interactions entre la selle et le dos du cheval à l'effort et son application à la conception de selles adaptées - <i>Pauline Martin - CWD - ENVA</i>	7
11:58		Niveau d'expertise d'équitation et influence sur la cinématique rachidienne du cavalier - <i>Patrick Dubrulle - Université d'Artois</i>	8
12:11	Génétique, élevage et reproduction	Effet de la nutrition maternelle sur la croissance et le développement du phénotype métabolique et ostéoarticulaire chez le poulain - <i>Morgane Robles - Inra - Ifce</i>	9
12:24		Production et qualité des spermatozoïdes équinés : rôles des œstrogènes et de leurs récepteurs - <i>Camille Gautier - Université de Caen</i>	10
12:37		Quel cadre théorique et pratique pour l'utilisation de la sélection génomique dans l'amélioration génétique des chevaux ? - <i>Sophie Brard - Inra - Ifce</i>	11
12:50 Déjeuner			
14:00	Pathologie	Evaluation de la surveillance épidémiologique des maladies équinés en France et proposition d'amélioration par interconnexion entre les dispositifs - <i>Jean-Philippe Amat - Anses - Ifce</i>	12
14:13		La grippe équine : caractérisation de la réponse immunitaire après vaccination - <i>Stéphanie Fougerolle - LABÉO Université de Caen - Ifce</i>	13
14:26		ERVIP (Virus respiratoires et contre-performance) - <i>Nadia Doubli-Bounoua - LABÉO Université de Caen</i>	14
14:39	Médecine sportive	Investigation multiplexe par « -omiques » de biomarqueurs potentiels lors de myopathies induites par l'exercice - <i>Simon Perrin - LABÉO Université de Caen</i>	15
14:52		Prévalence, diagnostic et impact sur les performances de l'hémorragie pulmonaire induite à l'exercice chez le cheval Trotteur Français - <i>Marianne Depecker - Oniris</i>	16
15:05		Nouvelles stratégies thérapeutiques des affections articulaires. Evaluation du potentiel des chondrocytes et des cellules souches de sang de cordon ombilical : vers l'industrialisation de cellules médicaments - <i>Mélanie Desancé - Université de Caen</i>	17
15:18		Développement de nouvelles stratégies thérapeutiques des affections articulaires. Evaluation du potentiel thérapeutique des chondrocytes et des cellules souches de moelle osseuse : Vers l'industrialisation de cellules médicaments en santé équine et humaine - <i>Thomas Branly - Université de Caen</i>	18
15:31 Pause			
15:45 remise des prix			

Fabien Clipet

Sous la direction d'Eric Barget et Céline Vial
Université de Limoges / Ifce - Inra Montpellier, UMR MOISA, Bat 26



Pourquoi organise-t-on de grands événements sportifs ? Et pourquoi les grandes villes se livrent-elles une bataille constante et acharnée pour les accueillir ? Depuis plusieurs années, les économistes montrent du doigt le faible (voir quasi nul) impact économique de ces grandes manifestations. En effet, les retombées économiques, souvent surestimées et hypothétiques, ne suffisent pas à expliquer les coûts d'organisation de plus en plus importants. Dans ce cas, il existerait une « autre raison » pour accueillir les grands événements sportifs. L'hypothèse formulée dans cette thèse est que l'« autre raison » s'appuie sur la classe créative mobilisée et attirée par ces manifestations. En effet, les créatifs utilisent l'événement sportif pour créer, inventer, développer des idées et des projets sur le territoire, aussi bien à court qu'à long terme. Il est alors nécessaire d'analyser cette classe créative, d'étudier ses dynamiques géographiques et de voir comment un événement sportif en lien avec le territoire sur lequel il se déroule peut jouer le rôle de « catalyseur » ou encore de diffusion des compétences et des talents. Pour valider ou infirmer cette hypothèse, nous nous appuyons sur un événement sportif international : les Jeux Equestres Mondiaux FEI Alltech 2014 en Normandie. Il s'agit alors d'étudier la classe créative au travers de trois dimensions :

- le comité d'organisation, afin de savoir si l'événement en lui-même a attiré et mobilisé des créatifs,
- la filière équine, support des Jeux. L'accent sera mis sur les liens développés par la classe créative dans le cadre de l'événement sportif,
- la filière touristique, mobilisée dans toutes les grandes manifestations sportives.

Cette étude approfondie nous permettra de répondre aux questions en suspens et de savoir si, finalement, la classe créative ne serait pas le véritable héritage des grands événements sportifs.

Place du cheval dans les concours équestres et ses implications sur l'image du cheval et de la communauté équestre

Servane Le Clinche

Sous la direction de Nicolas Chanavat et Michel Desbordes
UFR STAPS Université Paris-Sud

A l'heure actuelle, peu d'études en marketing portent sur le cheval et son lien avec les concours équestres (Hirschman, 1994). Ainsi, l'un des principaux objectifs de cette thèse est d'intégrer scientifiquement le cheval dans l'étude des concours équestres. Cela a pour optique d'apporter aux organisateurs un outil pour adapter leur communication auprès de leurs spectateurs.

Premièrement, une étude sociologique alimentée par des concepts marketing a été réalisée. Les 42 entretiens de spectateurs ont permis de souligner : (1) que le cheval est un élément prédominant des concours équestres, et (2) qu'une majorité des spectateurs développe un attachement voire un amour à l'égard du cheval. Secondement, une étude quantitative a été menée pour adapter au contexte français et aux sports équestres l'échelle sur les éléments d'attachement aux événements sportifs : *Points of Attachment Index* (Trail, Robinson, Dick, & Gillentine, 2003). Cette dernière a été traduite puis validée en intégrant la dimension « cheval ». Les 463 réponses ont montré que le cheval et la pratique de l'équitation sont les principaux éléments d'attachement au concours équestre. Au vu des résultats des deux études, il semblerait que les individus associent de plus en plus le cheval à un statut d'animal familial, voire de compagnie (Dashper, 2014; Digard, 1995). Ces mutations sociologiques et sociétales impactent l'image de la pratique qui se veut être dans la continuité du principe olympique *Sport pour tous*. Toutefois, il paraîtrait que cette démocratisation /massification de la pratique semble engendrer des bouleversements managériaux. Les répondants évoquent notamment une diminution du niveau pédagogique et technique perçu dans les centres équestres et des comportements ne correspondant pas aux valeurs olympiques. Pour conclure, les participants semblent soulever un problème de clarté dans le positionnement de la communauté équestre et ainsi des actions menées par la politique fédérale. En effet, selon leur propos, il y aurait un fossé entre les différentes philosophies de pratique enseignées : passion du cheval, de l'équitation, de la compétition, etc. Ainsi, quel avenir pour l'équitation avec un nouveau statut social du cheval?

Dashper, K. (2014). Tools of the trade or part of the family? Horse in competitive equestrian sport. *Society & Animals*, 22(4), 352-371.

Digard, J.-P. (1995). Cheval, mon amour : Sports équestres et sensibilités "animalitaires" en France. *Terrain*, 25, 49-60.

Hirschman, E. C. (1994). Consumers and their animal companions. *Journal of Consumer Research*, 20, 616-633.

Trail, G. T., Robinson, M. J., Dick, R. J., & Gillentine, A. J. (2003). Motives and Points of Attachment: Fans Versus Spectators in Intercollegiate Athletics. *Sport Marketing Quarterly*, 12(4), 217-227.

L'attention du cheval, un facteur à promouvoir dans les interactions cheval-cavalier

Céline Rochais

Sous la direction de Martine Hausberger
UMR CNRS 6552 "Ethologie Animale et Humaine", Université de Rennes 1

Ce travail porte sur l'attention chez le cheval domestique. Il vise, dans un premier temps, à évaluer les capacités d'attention des chevaux grâce au développement d'outils de mesure. Nous avons ainsi développé deux tests comportementaux permettant d'évaluer respectivement l'attention visuelle et auditive. Les résultats montrent que ces tests comportementaux permettent la mesure de caractéristiques attentionnelles stables au cours du temps et prédictives de l'attention et de la distractibilité du cheval dans d'autres contextes, à savoir lors d'un test d'attention communément utilisé chez d'autres espèces (the « 5-choice serial reaction time task »), mais aussi en contexte non expérimental comme lors du travail (*e.g.* exercice à la longe, en reprise). Nos résultats montrent, par ailleurs, des variations individuelles d'attention d'ordre qualitatif (structuration et niveau de l'attention) et quantitatif (durée d'attention). Dans un second temps, nous avons examiné certains facteurs de modulation (intrinsèques et extrinsèques) de l'attention du cheval. Les tests développés ont alors été appliqués dans différents sites équestres. Les résultats montrent que l'attention des chevaux est modulée : *i*) par des facteurs intrinsèques tels que la race, le sexe des individus ou encore leur état de bien-être; et *ii*) par des facteurs extrinsèques tels que les conditions de vie offertes aux chevaux, le travail et particulièrement la discipline d'équitation. Enfin, nous nous sommes interrogés sur la possibilité de promouvoir l'attention du cheval au travail via des actions humaines spécifiques. Nous avons ainsi montré que l'utilisation d'une récompense alimentaire augmente rapidement l'attention du cheval sur la tâche à réaliser, et en conséquence améliore ses performances d'apprentissage, tandis que de tels effets n'ont pas été obtenus avec une « récompense » tactile. L'ensemble de ce travail permet des avancées méthodologiques novatrices pour appréhender les capacités cognitives du cheval et ses facteurs de variation. Ces résultats permettront de conseiller les utilisateurs de chevaux en termes de choix d'animaux, de gestion des séances de travail et des conditions de vie.

Etude des processus décisionnels lors des déplacements collectifs chez le cheval domestique (*Equus ferus caballus*)

Léa Briard

Sous la direction d'Odile petit et Jean-Louis Deneubourg
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien, Université de Strasbourg / Université de Bruxelles

Les animaux doivent prendre régulièrement des décisions concernant l'exploitation de leur environnement. Chez les espèces sociales, les décisions que prennent les individus dépendent de leurs congénères : un groupe risque de se scinder si ses membres ne parviennent pas à une décision commune. Ainsi, afin de maintenir les avantages de la vie en groupe, les individus restent cohésifs en synchronisant leurs activités et leurs déplacements et en recherchant leur nourriture collectivement. Cependant, chez de nombreuses espèces et plus particulièrement chez les mammifères, les membres d'un groupe diffèrent généralement de par leur sexe, leur âge, leur expérience, leur tempérament, leur état reproducteur et physiologique, leur statut de dominance et leurs relations affiliatives. Par conséquent, leurs motivations et besoins peuvent sensiblement diverger. Ces différences entraînent des conflits d'intérêt que seules des décisions consensuelles peuvent résoudre. Etudier les groupes quand ils se déplacent est le meilleur moyen d'étudier les prises de décision par consensus car le risque de fission du groupe est alors maximal. L'objectif de cette thèse est d'étudier les processus décisionnels chez le cheval domestique et d'évaluer le poids des caractéristiques individuelles ainsi que des relations sociales sur la dynamique collective. Le cheval, de par son ubiquité et sa capacité à retourner à l'état féral, représente un modèle extrêmement intéressant dans l'étude des décisions collectives. Nous avons étudié 4 groupes de plus de 10 individus évoluant sur des vastes pâtures (entre 11 et 30ha) offrant une large variété de zones (abris naturels, point d'eau, relief) pour permettre, au maximum, l'expression de comportements naturels. En étudiant notamment des groupes familiaux (un étalon et plusieurs juments) nous souhaitons également mettre en évidence le rôle exact de l'étalon dans ces processus. En effet, l'imaginaire collectif continue à percevoir l'étalon comme le leader du groupe, et ce, malgré des observations qui semblent indiquer le contraire.



Définir et expérimenter des dispositifs d'aide à l'apprentissage et à la performance d'une pratique sportive ludo-éducative : les NTIC appliqués à l'équitation.

Coline Rual

Sous la direction de Christine Petr, Pascal Plantard et Franck Multon
Sciences Po Rennes, Université de Rennes 2
Thèse à débiter en septembre 2015



I) Position du problème :

L'équitation est de plus en plus pratiquée mais c'est quasi exclusivement une pratique de filles que l'on positionne avant tout comme un loisir et dans laquelle l'enseignant doit valoriser cavalier quand la performance est fonction du couple cheval-cavalier.

→ Il y a donc des écarts entre le positionnement de la discipline de l'équitation (en termes de représentations dominantes mais aussi en lien avec les campagnes de communication orientée vers la démocratisation et l'image d'une activité ludique) et les réalités de sa pratique sur du long terme (l'équitation est une pratique sportive exigeante qui implique d'apprendre la collaboration et la mise en confiance avec un animal beaucoup plus fort physiquement que l'humain qui le sollicite).

→ Ces écarts sont sources d'insatisfactions pour le cavalier-apprenant et causes probables de nombreux abandons de la pratique, mais aussi sources de difficultés pour le moniteur-enseignant qui manque de matériel technique et de solutions pédagogiques adaptées lui permettant d'aider le cavalier à comprendre et à compenser de tels écarts.

II) Objectifs scientifiques et techniques :

- Évaluer l'importance des écarts entre les représentations et la pratique pour les trois disciplines olympiques (CSO, CCE, Dressage).
- Faire une typologie des contextes idéologiques de l'enseignement des différentes disciplines olympiques.
- Proposer des dispositifs technologiques permettant d'aider le cavalier à améliorer ses performances et à gagner en autonomie.

Les bénéfices des dispositifs basés sur les TIC sont doubles :

- Le cumul du retour évaluatif humain et technique sur les performances permet, à long terme, d'accélérer l'apprentissage global de la pratique.
- La mise à disposition d'un système technique de retours sur un exercice en cours favorise l'autoévaluation de la performance au cours de l'entraînement.

III) Applications attendues :

En l'absence d'actions correctives à mettre en place rapidement pour repositionner la discipline de l'équitation, il y a un risque d'enfermement de la pratique sportive. Pour que le positionnement de l'équitation soit cohérent avec la réalité de sa pratique, ce travail doctoral vise à donner des orientations concrètes pour :

- s'inscrire en faux contre l'image d'un « loisir de filles »
- prouver qu'il s'agit d'une activité qui va au-delà du ludique et qui implique de l'entraînement et l'esprit de compétition.
- Souligner l'exigence de maturité émotionnelle nécessaire à la gestion de la relation à l'animal et à l'acceptation de la complexité induite par la collaboration avec l'animal.
- Soutenir le développement d'appareillages techniques susceptibles de donner une dimension moderne et mécanique (souvent recherchée et appréciée par les garçons) à la pratique de ce sport.

Optimisation de l'interaction cavalier-cheval « Etudes des modes préférentiels de couplage sensorimoteur »

Florie Bonneau

Sous la direction de Brice Isableu et Agnès Olivier
UFR STAPS, Université Paris Sud

L'équitation superpose deux êtres vivants multiarticulés que sont l'Homme et le cheval. Ces deux êtres vont devoir communiquer à travers divers sens afin de se comprendre et de former un couple homogène. Au sein de l'environnement, l'Homme reçoit de multiples stimulations sensorielles (auditives, visuelles et proprioceptives). L'intégration de ces informations lui permet d'adapter ses oscillations posturales aux perturbations et aux contraintes extérieures. Ainsi ces stimulations permettent au cavalier de s'orienter dans l'espace et de maintenir son équilibre postural. La posture du cavalier constitue une interface essentielle à une communication optimale avec sa monture (Peham et al., 2004 ; Schöllhorn et al., 2006). Aussi, nous savons que certains individus accorderont plus d'importances aux informations visuelles là où d'autres utiliseront davantage les informations proprioceptives (Isableu et al., 2010). Comment ces différents profils coordonnent-ils leurs mouvements à cheval ? Est-ce qu'une préférence sensorielle sera plus adéquate qu'une autre à la pratique de l'équitation ? Notre objectif consiste à mieux comprendre comment les cavaliers, en fonction de leurs différences interindividuelles identifient, puis priorisent les sources de bruit ou d'incertitude qui dégradent significativement le couplage cavalier-cheval. La mise en place de protocoles de recherche en condition expérimentale (en laboratoire) et écologique (sur le terrain) nous permettra de mieux marquer l'impact de ces différences interindividuelles dans le couplage cavalier-cheval. A première vue, le système proprioceptif serait le plus déterminant dans l'ajustement de la posture dans la mesure où le cavalier est en contact direct avec le tronc du cheval. Enfin, il serait intéressant de savoir si un rythme musical pourrait agir comme un attracteur qui synchroniserait nos deux systèmes multiarticulés (le cavalier et le cheval), tel un métronome qui harmonise l'ensemble des musiciens d'un orchestre.

Bibliographie

- Isableu, B., Ohlmann, T., Cremieux, J., Vuillerme, N., Amblard, B., & Gresty, M. a. (2010). Individual differences in the ability to identify, select and use appropriate frames of reference for perceptuo-motor control. *Neuroscience*, 169(3), 1199–215. doi:10.1016/j.neuroscience.2010.05.072
- Peham, C., Licka, T., Schobesberger H. & Meschan, E. (2004). Influence of the rider on the variability of the equine gait. *Human Movement Science*. **23**: 663-671.
- Schöllhorn, W.L., Peham, C., Licka, T., & Schield, M. (2006). A pattern recognition approach for the quantification of horse and rider interactions. *Equine Veterinary Journal*. **36**: 400-405.
- Sentija, D., Rakovac, M., & Babic, V. (2012). Anthropometric characteristics and gait transition speed in human locomotion. *Human Movement Science*. **31**: 662-682

Année
3

Saddle In Motion : Analyse des interactions entre la selle et le dos du cheval à l'effort et son application à la conception de selles adaptées.



Pauline Martin

Sous la direction de Laurence Chèze et Henry Château
Université de Lyon et Ecole nationale vétérinaire de Maisons-Alfort

Réalisé en partenariat avec la cellule recherche et développement de l'entreprise CWD spécialisée dans la conception de selles haute-performance le projet de recherche Saddle In Motion (SIM) a pour objectifs :

- d'accroître les connaissances sur les mouvements du dos du cheval à l'effort, notamment lors du mouvement du saut,
- d'analyser les modèles de répartitions des pressions exercées à la fois sur les composants de la selle et sur le dos du cheval,
- de mettre sur le marché une gamme de produits innovants, performants et sécuritaires répondant à la demande des professionnels.

Elément majeur de l'équipement du cavalier, la selle est un outil de performance dont l'ergonomie doit être aussi bien adaptée au cavalier qu'à son cheval avec le double objectif de répondre aux attentes du cavalier tout en protégeant le dos du cheval (particulièrement sensible aux affections ostéo-articulaires) et en améliorant le geste sportif. Dans ce contexte, le projet SIM a pour objet de répondre à cette demande en élaborant de nouveaux produits performants et innovants sur la base de connaissances scientifiques nouvelles sur la biomécanique du dos à l'effort.

Le niveau d'expertise en équitation influence-t-il la cinématique rachidienne du cavalier ?

Patrick Dubrulle

Sous la direction de Gilles Bui Xuan
Unité Recherche ER3S, Université D'artois

Considérant l'importance de la position du cavalier, de son adaptation, qui conditionne la qualité du geste technique, il nous a semblé intéressant de pouvoir étudier son implication directe sur les mouvements pelvi rachidiens. Mais loin de nous l'idée de proposer une nouvelle approche équestre, ni de confirmer ou d'infirmer telle ou telle méthode ; il s'agit simplement d'apporter le regard clinicien du kinésithérapeute sur le fonctionnement de la colonne vertébrale du cavalier afin d'envisager ensuite des répercussions techniques, pédagogiques, médico rééducatives et sportives.

Pour ce faire, l'utilisation de nouveaux outils d'analyse et enregistrement du mouvement tels que les capteurs inertiels nous permettent d'appréhender avec un maximum de précision le déplacement segmentaire rachidien, ici dans le plan sagittal uniquement. Le choix de la monture s'est fait en faveur d'un cheval mécanique, pour uniquement des raisons de reproductibilité des analyses, éliminant ainsi au maximum les facteurs parasites extérieurs. C'est donc, sur une séquence reproduisant le galop que les tests ont été réalisés sur une population de 47 cavaliers répartis en 3 groupes : NOVICES (A) – CONFIRMES (B) – EXPERTS (C). Dans un souci de tester des attitudes les plus naturelles possibles, les candidats ont eu le choix de la selle et de la longueur des étrivières.

Les cavaliers de chaque groupe ont été testés, via les capteurs inertiels placés sur l'axe rachidien, dans 4 situations précises : durant la MARCHÉ, en SITUATION ASSISE STATIQUE sur le cheval mécanique, en POSITION DITE « BASSE » (correspondant au 1er temps du galop) et enfin en POSITION « HAUTE » (correspondant au 3ème temps du galop). Les résultats ont été tout à fait représentatifs des stéréotypes classiquement énoncés. En effet, la population NOVICE présente un comportement assez hétérogène, avec une grande mobilité des niveaux rachidiens supérieurs (cervical et thoracique) et un complexe lombo pelvien figé. Chez les CONFIRMES, la tendance évolue vers un début de fixité supérieure alors que la ceinture pelvienne s'oriente vers un début de fluidité dynamique. Enfin, les EXPERTS présentent une fixité quasi-totale des étages cervicaux et thoraciques tandis que l'étage lombo pelvien affiche la plus grande mobilité de l'étude, assurant cette fluidité tant recherchée. Il convient également de signaler que ces recherches ont généré une franche interrogation quant à l'importance à donner au rôle de l'articulation coxo fémorale dans la posture équestre.

Année
1

Effet de la nutrition maternelle sur la croissance et le développement du phénotype métabolique et ostéoarticulaire chez le poulain



Morgane Robles

Sous la direction de Pascale Chavatte Palmer
UMR BDR – Inra de Jouy en Josas



Il est connu que la résistance à l'insuline (qui est un composant du syndrome métabolique équin) est liée à des pathologies qui impactent fortement la filière telles que la fourbure, le syndrome de Cushing et l'ostéochondrose. Il a été montré que certaines pratiques d'élevage, comme le fait de nourrir les juments gestantes avec des concentrés dans le dernier tiers de gestation étaient liées à des modifications du métabolisme du poulain et pouvaient jouer un rôle dans le développement de l'ostéochondrose.

L'objectif de ma thèse est donc d'étudier l'impact de ces pratiques nutritionnelles chez la jument en fin de gestation sur la structure et la fonction de l'unité placentaire à terme ainsi que sur la croissance, le métabolisme glucidique et le développement de lésions d'ostéochondrose chez les poulains jusqu'à l'âge de 2 ans.

Pour cela, 24 juments ont été séparées en 2 groupes : un groupe recevant de l'orge aplatie et des fourrages (groupe C, n=13) et un groupe recevant uniquement des fourrages (groupe F, n=11) du 7^{ème} mois de gestation jusqu'au poulinage.

Les juments du groupe C ont maintenu une note d'état optimale de 3.5 durant toute la fin de la gestation tandis que les juments du groupe F ont perdu de l'état jusqu'à atteindre une note d'état de 2,25 au poulinage. Les juments du groupe C présentaient des pics postprandiaux de glycémie et d'insulinémie tandis que les juments du groupe F ont présenté des augmentations transitoires des acides gras non estérifiés, traduisant une lipomobilisation.

Aucun effet du régime n'a été observé sur la biométrie fœto-placentaire. Cependant le volume des vaisseaux des microcotyledons, qui sont les structures d'échange placentaires, était augmenté chez les placentas F, traduisant une possible adaptation pour optimiser les échanges fœto-maternels chez les juments sous-nourries. Certains gènes de vascularisation (ENG et KDR) et de croissance et développement (IGF2 et IGF1-R) étaient sous-exprimés uniquement dans les placentas des poulains femelles du groupe F.

Malgré une même croissance, les poulains du groupe C tendaient à présenter une clairance du glucose réduite comparé aux poulains du groupe F uniquement à 3 jours. Par la suite, et au moins jusqu'à 6 mois, plus aucune différence d'homéostasie glucidique n'a été observée. Plus de poulains du groupe C présentaient au moins une lésion d'ostéochondrose que les poulains du groupe F à 6 mois.

Un challenge alimentaire est actuellement mis en place sur les poulains âgés de 18 mois afin d'observer l'effet d'une suralimentation sur la croissance, l'homéostasie glucidique et les lésions d'ostéochondrose de ces individus jusqu'à 24 mois.



Camille Gautier

Sous la direction d'Hélène Bouraïma-Lelong
EA2608-USC INRA2006, OeReCa, Université de Caen

La qualité du gamète mâle dépend du succès de plusieurs étapes. En premier lieu, la spermatogenèse qui s'effectue dans le testicule et plus particulièrement dans les tubes séminifères. Celle-ci est sous le contrôle de facteurs endocrines (LH et FSH) qui régulent les fonctions des cellules de Leydig et cellules de Sertoli. Ces cellules sécrètent elles-mêmes des facteurs paracrines comme la testostérone qui contrôlent la spermatogenèse. Puis les spermatozoïdes doivent subir des maturations successives qui se déroulent dans le tractus génital mâle puis femelle ce qui lui permet *in fine* d'acquérir sa capacité de fécondance. Chez l'étalon, les facteurs paracrines impliqués dans le contrôle de ces événements sont très peu connus. Les œstrogènes sont de très bons candidats, étant synthétisés en quantité très importante dans le testicule notamment par les cellules de Leydig (Almadhidi *et al.*, 1995) et pouvant agir en se fixant sur leurs récepteurs (ESR1 ou ER α , ESR2 ou ER β), localisés dans les cellules somatiques ainsi que germinales (Parlevliet *et al.*, 2006). De plus, dans une étude récente réalisée au laboratoire, nous avons mis en évidence que les spermatozoïdes eux-mêmes pouvaient être cibles des œstrogènes car ils possèdent les trois récepteurs décrits ESR1, ESR2 et GPER (Arkoun *et al.*, soumis).

Nous proposons donc d'étudier le rôle des œstrogènes dans le contrôle de la prolifération, de l'apoptose et de la stéroïdogénèse du testicule équin. Nous étudierons ces effets sur des cellules somatiques, les cellules de Leydig qui sont la source principale des œstrogènes mais qui peuvent y répondre, étant positives pour la détection des récepteurs ESR1 et ESR2, nous réaliserons les mêmes études (prolifération, apoptose) sur les cellules de Sertoli et les cellules germinales, ces cellules étant également positives pour la détection des récepteurs aux œstrogènes (Pearl *et al.*, 2011).

Ces études seront réalisées par analyse moléculaire et cellulaire *in vitro* à partir de cellules testiculaires récupérées après castration. Les testicules d'animaux prépubères ou pubères seront dissociés mécaniquement et enzymatiquement afin d'isoler d'une part les cellules de Leydig et d'autre part les tubes séminifères contenant cellules de Sertoli et cellules germinales qui garderont leurs associations spécifiques. Les différents types cellulaires seront alors cultivés selon un protocole décrit dans la littérature (Roser *et al.*, ...). La prolifération sera évaluée par incorporation de BrDU et l'apoptose par activation des caspases 3 et 7. L'implication des récepteurs sera étudié par utilisation d'agonistes et antagonistes spécifiques de chaque forme (ICI antagoniste ESR1 et 2, PPT agoniste ESR1, DPN agoniste ESR2). Les mécanismes de signalisation associés aux récepteurs (génomiques ou no-génomiques) seront également étudiés et notamment les interactions des récepteurs aux œstrogènes avec la signalisation calcique qui seront étudiées en collaboration avec le Pr Fatima Silva, UFSC, Florianopolis, Brésil. Nous nous intéresserons également à la localisation et la contribution potentielle du récepteur à 7 domaines transmembranaires GPER, qui est capable de lier les œstrogènes. Il n'a jamais été étudié chez l'étalon et nous n'avons aucune donnée sur sa possible localisation dans le testicule. Nous étudierons donc sa localisation par immunohistochimie.

Dans la seconde partie l'objectif sera de déterminer les implications des œstrogènes dans les maturations post-éjaculation du spermatozoïde et l'utilisation potentielle des récepteurs aux œstrogènes en tant que marqueurs moléculaires de la qualité du gamète. Les maturations subies par le spermatozoïde dans le tractus génital femelle pour acquérir sa capacité de fécondance (capacitation, hyperactivation, réaction acrosomique) seront analysées en présence d'œstrogènes. Une étude mécanistique sera effectuée en utilisant les agonistes et antagonistes spécifiques de chaque récepteur afin d'évaluer la part respective de chaque récepteur. L'implication des œstrogènes dans le contrôle de la mobilité et la protection contre l'apoptose seront également étudiées. Ces études seront réalisées *in vitro*. Pour l'étude du lien potentiel entre taux des récepteurs et qualité du gamète, les récepteurs aux œstrogènes seront quantifiés par cytométrie en flux sur des échantillons de mobilité variable, de résistance à la congélation variable et de races différentes.

Pour l'ensemble de ces études les échantillons de spermatozoïdes seront obtenus grâce à une collaboration avec la jumenterie du Pin (IFCE) initiée depuis juin 2010, et avec la société Equitechnic. Les testicules seront récupérés auprès de vétérinaires.

L'ensemble de ces études permettra donc de mieux comprendre l'implication des œstrogènes dans l'obtention d'un spermatozoïde de qualité.

Quel cadre théorique et pratique pour l'utilisation de la sélection génomique dans l'amélioration génétique du cheval ?



Sophie Brard

Sous la direction d'Anne Ricard
Ifce - UMR1388 GenPhySE, Inra Toulouse



La sélection génomique (SG) substitue à la connaissance de la généalogie celle des séquences d'ADN et connaît un succès spectaculaire dans la sélection des bovins laitiers. En équin, le gain de précision pour les valeurs génétiques en CSO a été estimé faible entre la généalogie et la génomique (1^{er} projet JUMPSNP), éventuellement à cause des particularités des populations d'apprentissage et de validation. L'objectif est de définir pour les races équines les conditions d'efficacité et de fonctionnement de la SG. Le travail a porté sur des aspects théoriques et pratiques. La partie théorique a consisté en une méta-analyse afin de comprendre le lien entre précision théorique et observée en fonction des paramètres des populations. L'étude a montré l'importance du nombre efficace de marqueurs M_e . Ce paramètre spécifique de la population, de la structure génomique et de la parenté doit être évalué, au même titre que l'héritabilité en génétique classique. D'un point de vue pratique, le 1^{er} levier pour améliorer l'estimation des valeurs génétiques en CSO était d'utiliser le Single-Step, méthode qui combine l'information génomique des étalons génotypés et la généalogie de l'ensemble des chevaux non génotypés utilisés pour l'indexation. L'évaluation pour le CSO a donc été revisitée. Malgré le re-calcul de l'héritabilité et l'application des points sur toute la période, le gain en précision reste faible. La 2nde voie d'amélioration était de rechercher des gènes à effet majeur sur l'aptitude au CSO (ou au CCE). Aucun gène majeur n'a été localisé malgré des détections significatives. Récemment, un gène majeur agissant sur l'aptitude à trotter (*DMRT3*) a été identifié. Malgré l'effet très négatif d'un allèle sur la qualification et les performances précoces, le Trotteur français (TF) est polymorphe pour le gène à cause d'un effet positif de ce même allèle sur les performances tardives. La sélection classique et la SG ont été comparées en incluant ou non dans le modèle un marqueur lié à *DMRT3*, nous permettant d'identifier la meilleure combinaison de modèle et de méthode à utiliser pour estimer les valeurs génétiques du TF.

Année
2

Evaluation de la surveillance épidémiologique des maladies équine en France et proposition d'amélioration par interconnexion entre les dispositifs



Jean-Philippe Amat

Sous la direction de Jackie Tapprest et Agnès Leblond
Anses Laboratoire de Pathologie Equine de Dozulé / Inra de Theix



La surveillance épidémiologique des maladies infectieuses animales est nécessaire afin de connaître leur prévalence et leur incidence et de mettre en place des mesures de lutte, dès lors que ces maladies ont un impact significatif sur la santé animale voire humaine et/ou sur l'économie d'une filière ou d'un pays. L'anémie infectieuse des équidés (AIE), l'artérite virale équine (AVE) et la métrite contagieuse équine (MCE) sont trois maladies actuellement surveillées sur le territoire national du fait de leurs conséquences économiques et sanitaires chez les équidés. Ces trois maladies sont présentes en France et sont à déclaration obligatoire. En complément de la surveillance événementielle (passive) assurée par les vétérinaires praticiens et permettant de détecter les animaux infectés présentant des signes cliniques, plusieurs dispositifs de surveillance programmée (active) ont été mis en place : dépistage des reproducteurs, test avant achat, contrôle avant exportation ou importation, enquête épidémiologique en cas de foyer.

Les objectifs de cette thèse sont d'évaluer la qualité de la surveillance de ces trois maladies et de proposer une méthode d'interconnexion des dispositifs en vue d'améliorer la surveillance. Au cours de la première année de thèse, la surveillance des trois maladies a été évaluée de manière comparative par la méthode semi-quantitative « OASIS ». Ce travail a permis d'identifier les forces et faiblesses de chaque surveillance et de proposer des synergies à mettre en place entre les dispositifs afin d'améliorer l'efficacité et l'efficience de la surveillance. D'autres travaux sont en cours ou à venir pour évaluer de manière quantitative la sensibilité de la surveillance et pour identifier les facteurs influençant la détection (méthodes de capture-recapture et arbres de scénarios), ainsi que pour développer une méthode d'interconnexion des dispositifs de surveillance.

La grippe équine : caractérisation de la réponse immunitaire après vaccination



Stéphanie Fougerolle

Sous la direction de Stéphane Pronost
U2RM Labéo Frank Duncombe, Université de Caen



Le virus influenza équin (EIV), plus communément appelé virus de la grippe équine, est le pathogène respiratoire le plus important des équidés. Les sous-types H7N7 et H3N8 ont été isolés chez le cheval, mais seul ce dernier semble circuler à ce jour. Chez le cheval l'infection par le virus grippal entraîne une morbidité importante et de rares cas de mortalité sont décrits, le plus souvent dus à une infection secondaire par des bactéries. Bien qu'il existe des vaccins depuis les années soixante, des épidémies sont enregistrées un peu partout dans le monde, Suède, Japon, Australie et France. La vaccination reste le moyen de lutte le plus efficace face à la maladie. Comme chez l'homme, un suivi régulier des souches circulant dans les différents pays permet de faire évoluer la composition des vaccins pour une réponse vaccinale optimale. Malgré cela, on observe que certains chevaux ne répondent pas de façon optimale et cette problématique a été classée comme une priorité pour la filière lors du dernier congrès d'infectiologie à Lexington (9th International Conference on Equine Infectious Diseases, Lexington, USA October 2012). Nous avons choisi de suivre une cohorte de poulains pendant leur première année de vaccination avec trois objectifs : 1/ définir la fréquence des individus n'ayant pas développé une réponse immunitaire optimale 2/ évaluer le potentiel impact au niveau de la population équine en Normandie 3/ tenter d'identifier les facteurs influençant la réponse immunitaire induite par la vaccination et ainsi déterminer l'origine de l'absence de réponse immunitaire ou de la présence d'une réponse insuffisante chez ces chevaux.

Au cours de cette première année de thèse, la réponse immunitaire humorale a été mesurée chez 118 poulains répartis dans 3 haras différents (H#1 à H#3) après la primo-vaccination contre l'EIV. L'âge à la première vaccination varie de 4 à 8 mois. Les sérums ont été testés par hémolyse radiale simple (SRH) contre la souche A/equine/Jouars/4/2006 (Floride clade 2) au moment de la première vaccination (V1), 2 semaines et 3 mois après la seconde vaccination (V2), deux jours et trois mois après la troisième immunisation (V3).

Les niveaux d'anticorps SRH à court (V2 + 2 semaines) et à moyen terme (V3 + 3 mois) sont différents entre les haras avec H#1 < H#3 < H#2. Les titres anticorps SRH du H#1 sont en-dessous du seuil de protection (c'est-à-dire 85 mm²) à tous les points de prélèvements étudiés. Les niveaux d'anticorps SRH induits par la vaccination EIV sont liés à l'âge des poulains à la première immunisation (H#1 âge médian 143 jours, H#2 âge médian 181 jours et H#3 âge médian 156 jours), mais sont indépendants de la présence d'anticorps maternels dérivés (MDA). Compte tenu des résultats du H#1, une immunisation de rappel (V4) a été réalisée pour rétablir les niveaux d'anticorps protecteurs.

Indépendamment de la présence de MDA, l'âge des poulains à la première vaccination joue un rôle important dans l'établissement d'un taux d'anticorps adéquats. La deuxième phase des travaux de thèse, nous permettra de collecter d'avantages de données afin d'affiner les résultats précédemment obtenus mais aussi de cibler les poulains « faibles répondeurs » et ainsi explorer les facteurs génétiques potentiels responsables de cette faible réponse à la vaccination.



Nadia Doubli-Bounoua

Sous la direction de Guillaume Fortier
U2RM Labéo Frank Duncombe, Université de Caen

La performance sportive des chevaux, quelle que soit leur discipline, fait l'objet de nombreuses spéculations. Un cheval faisant une contre-performance peut être à l'origine de pertes financières considérables. Celle-ci peut se traduire, suivant la discipline, par l'interruption d'une course, une baisse d'accélération en fin de course ou encore un saut dévié.

Il devient alors nécessaire de porter une attention particulière à ces signes et d'en comprendre les causes. La première cause non-locomotrice de contre-performance concerne les voies respiratoires profondes. Une respiration de mauvaise qualité peut être due à une inflammation des voies respiratoires causée par la présence d'allergènes, de bactéries ou bien de virus. L'implication potentielle des virus dans l'inflammation respiratoire a été recherchée dans la contre-performance du cheval athlète, mais reste actuellement mal évaluée (Wood *et al.*, 2005). Les virus respiratoires équins suivants ont été recherchés : influenza, α -herpèsvirus équins (HVE-1 et HVE-4), rhinovirus équins -A et -B, et adénovirus-1. À ce jour, les γ -herpèsvirus équins (HVE-2 et HVE-5), les coronavirus et l'adénovirus-2 n'ont jamais été investigués malgré leur implication reconnue dans différents troubles respiratoires notamment pour les γ -herpèsvirus (Fortier *et al.*, 2009). Les travaux de thèse qui s'inscrivent dans le cadre du projet ERViP (Equine Respiratory Viruses and Performance) ont pour but de déterminer, par q-(RT)-PCR, l'importance des principaux virus respiratoires équins dans la contre-performance. Dix virus connus pour causer des troubles respiratoires sont recherchés périodiquement dans les voies respiratoires de cinquante chevaux athlètes: influenza virus équin, α -herpèsvirus équins (HVE-1 et HVE-4), γ -herpèsvirus équins (HVE-2 et HVE-5), rhinovirus équins -A et -B, adénovirus équins -1et -2 et coronavirus équin.

Investigation multiplexe par « -omiques » de biomarqueurs potentiels lors de myopathies induites par l'exercice.



Simon Perrin

Sous la direction de Bruno Sesboüé
U2RM Labéo Frank Duncombe, Université de Caen

La Rhabdomyolyse Récurrente induite par l'Exercice (RER) est la myopathie la plus fréquente chez le Trotteur. Ce syndrome se manifeste par des crises aiguës entraînant une perte d'entraînement et, dans 50% des cas, une incapacité à concourir pendant 1 à 10 semaines. Les formes subcliniques de la RER, 5 fois plus fréquentes que les formes cliniques, constituent la seconde cause non locomotrice de contre-performance (24% des cas, 86% des crises de RER survenant chez des chevaux à un niveau d'entraînement adéquat pour la compétition). Les méthodes usuelles ne permettent ni de poser précocement un diagnostic ni de prédire la survenue prochaine d'une crise aiguë. La gestion préventive de l'exercice apparaît comme une solution pour accorder cette pathologie à la vie de l'athlète équin. Cette gestion repose sur le suivi régulier de paramètres biochimiques et nécessite la connaissance préalable du profil physiologique de réponse à l'exercice du trotteur. Le projet ChiMyosite vise à caractériser le profil physiologique réponse du Trotteur à l'exercice (1) puis à définir des critères permettant de diagnostiquer précocement la RER et d'en pronostiquer une crise aiguë (2) ; enfin l'intérêt de moyens préventifs sera objectivé via leur impact sur le profil physiologique réponse à l'exercice par un nouveau suivi longitudinal (3). La *phase 1* implique 5 chevaux autour d'un exercice standardisé sur tapis. La *phase 2* constitue une étude en double aveugle pour laquelle 12 paires de chevaux ont d'abord été soumis à prélèvement autour d'un exercice standardisé sur piste (étape ponctuelle) puis suivis lors prélèvements répartis sur 2 mois (suivi longitudinal). La *phase 3* est une étude cross-over en double aveugle au cours de laquelle les chevaux recevront aléatoirement un moyen préventif ou un placebo. Des prélèvements sanguins et musculaires sont utilisés pour la réalisation d'analyses multiplexes par approches non ciblées offrant une plus grande liberté dans le choix des critères. Les procédures permettant l'extraction et l'analyse du protéome et du métabolome de l'athlète équin ont été développées ou sont en cours de développement. Les résultats issus de ces analyses sont rapprochés de dosages participant classiquement à l'évaluation de l'état de forme de l'athlète. Les molécules ayant potentiellement un caractère biomarqueur de la RER sont discriminées par une étape de statistiques descriptives. Ce caractère est confirmé ou infirmé par le développement de dosages pour chacun de ces candidats. Les premiers résultats ont permis de corréliser la cinétique de certains métabolites au temps de prélèvement post-exercice. Des résultats préliminaires de la phase 2 semblent confirmer la capacité des approches ~omiques à définir des biomarqueurs de la RER.

Prévalence, diagnostic et impact sur les performances de l'hémorragie pulmonaire induite à l'exercice chez le cheval Trotteur Français

Marianne Depecker

Sous la direction d'Anne Couroucé-Malblanc et Eric Richard
Oniris / Labéo Frank Duncombe

Les affections des voies respiratoires représentent la seconde cause de contre-performance chez les chevaux athlètes. Plus particulièrement, l'hémorragie pulmonaire induite par l'exercice (HPIE) est fréquemment rapportée chez les chevaux de course. Bien qu'économiquement importante, de nombreuses interrogations persistent sur cette affection. Le projet de recherche vise à déterminer la prévalence et l'impact sur les performances de l'HPIE, diagnostiqués par lavage bronchoalvéolaire (LBA) dans les poumons droit et gauche (sous contrôle endoscopique) chez le Trotteur Français.

Le protocole a été réalisé en 3 étapes :

- *1^{ère} partie*: Étude prospective sur 138 chevaux à l'entraînement, issus de 11 écuries différentes (64 chevaux pendant le meeting d'été de 2011, 74 chevaux pendant le meeting d'été de 2012) ;
- *2^{ème} partie*: Suivi longitudinal de 14 chevaux issus de 2 écuries différentes sur une saison de courses, pendant 3 mois (juillet-Septembre 2012)
- *3^{ème} partie*: Suivi longitudinal sur 1 année de 8 chevaux issus de la même écurie (juillet 2012 - juillet 2013).

Les premiers résultats ont permis de montrer l'importance du prélèvement dans les 2 poumons afin d'être le plus représentatif possible du statut du cheval et afin d'obtenir un diagnostic précis des affections pulmonaires (inflammation et hémorragie). L'évaluation des performances n'a pas mis en évidence d'association avec la présence de l'HPIE, mais une association avec l'inflammation pulmonaire. Enfin, l'étude longitudinale a démontré une augmentation de la prévalence de l'HPIE sur l'ensemble de la population au cours de la saison de courses, indiquant que la majorité des trotteurs présentent un certain degré d'hémorragie à un moment donné sans répercussion évidente sur les performances.

Année
2

Nouvelles stratégies thérapeutiques des affections articulaires. Evaluation du potentiel des chondrocytes et des cellules souches de sang de cordon ombilical : vers l'industrialisation de cellules médicaments



Mélanie Desancé

Sous la direction de Philippe Galéra, Magali Demoor et Fabrice Audigié
UMR Milpat, Université de Caen / CIRALE-Enva

L'ingénierie du cartilage représente chez l'Homme, mais aussi chez le cheval athlète, une nouvelle stratégie pour le traitement des lésions cartilagineuses liée à l'arthrose ou aux chocs traumatiques. Le cheval est un excellent modèle d'étude de pathologies ostéo-articulaires car les caractéristiques structurales et biochimiques du cartilage équin, la cellularité, l'épaisseur, les contraintes mécaniques imposées au tissu, sont très proches de celles du cartilage humain. Le cartilage articulaire permet une mobilité sans douleur ni frottement des pièces osseuses. Cependant, il ne possède que de très faibles capacités d'autoréparation, il est donc nécessaire de trouver des cellules pouvant constituer un substitut cartilagineux à des fins de thérapie et permettant de soulager la composante inflammatoire induite par des lésions. Les cellules souches mésenchymateuses (CSMs) de sang de cordon ombilical (SCO) sont un candidat prometteur. Ces cellules peuvent être utilisées sous forme d'injections intra-articulaire pour un effet anti-inflammatoire et antalgique grâce aux propriétés immunomodulatrices et sous forme de cellules différenciées en chondrocytes dans un patch cartilagineux pour restaurer le cartilage lésé. Ces deux approches thérapeutiques sont complémentaires en médecine équine. Les CSMs isolées du SCO sont amplifiées en culture et caractérisées par leur capacité proliférative, leur multipotence et par immunophénotypage. Afin de développer un substitut cartilagineux, les CSMs sont cultivées dans un biomatériau qui sert de support 3D (éponge de collagène de type I) afin de mimer l'environnement physiologique, et en présence de facteurs chondrogéniques (BMP-2 et TGF- β_1) avec différentes tensions d'oxygène. Dans l'optique d'injections intra-articulaire des CSMs, des expériences de tolérance à ces injections sont réalisées sur des chevaux afin de s'assurer de l'innocuité des cellules. Des échantillons de liquides synoviaux sont prélevés à différents temps post-injection pour étudier les éventuelles réactions inflammatoires ainsi que le temps après lequel les cellules injectées ne sont plus retrouvées dans le liquide synovial. Le devenir des CSMs sera étudié par marquage et suivi IRM afin de déterminer si celles-ci sont recrutées en site lésionnel à des fins réparatrices. L'objectif final sera de déterminer quel sera le meilleur candidat, injection intra-articulaire de CSMs ou patch cartilagineux, pour traiter les chocs traumatiques et réparer le cartilage, tout en n'excluant pas la possibilité que la combinatoire des deux approches soit la meilleure.

Année
2

Développement de nouvelles stratégies thérapeutiques des affections articulaires. Evaluation du potentiel thérapeutique des chondrocytes et des cellules souches de moelle osseuse : Vers l'industrialisation de cellules médicaments en santé équine et humaine.



Thomas Branly

Sous la direction de Philippe Galéra, Magali Demoor et Jean-Marie Denoix
UMR Milpat, Université de Caen / CIRALE-Enva

L'incidence socio-économique de l'arthrose résulte du faible potentiel de réparation du cartilage et les thérapies réparatrices actuelles ne restaurent pas les propriétés du cartilage. A ce jour, beaucoup d'espairs sont portés par l'ingénierie tissulaire du cartilage, qui vise à implanter un substitut biologique cultivé *in vitro* au sein de lésions focales du cartilage. Cette stratégie innovante basée sur les propriétés thérapeutiques des chondrocytes et des cellules souches mésenchymateuses (CSMs), définies pour les lésions chondrales humaines, sont transposées actuellement, par ce projet, au modèle équin, et l'objectif est d'évaluer la faisabilité de telles thérapies et de faire la preuve du concept. Notre projet vise à développer *-une approche intégrée pour le traitement de l'ostéoarthropathie chez le cheval, et -un traitement des lésions du cartilage chez l'homme*. Il s'agit de proposer une offre allant de l'outil de diagnostic précoce à la chirurgie du cartilage, en passant par le traitement préventif et des affections mineures. Les objectifs du sujet de thèse sont de : 1) déterminer le meilleur type cellulaire à employer (chondrocytes ou CSMs de moelle osseuse (MO) différenciées en chondrocytes) dans les substituts biologiques pour le traitement des lésions chondrales, 2) définir les propriétés immunomodulatrices des CSMs indifférenciées de MO, afin de les utiliser en injection intra-articulaire pour leurs potentiels effets anti-inflammatoires/ antalgiques et sur la tolérance des greffes, 3) définir les contours des greffes allogéniques chez le cheval, 4) étudier de nouveaux biomarqueurs, des micro-ARNs, potentiellement utilisables à des fins de diagnostic/pronostic/thérapie dans l'arthrose.