

DIAGNOSTIC PAR IMAGERIE DES LÉSIONS DE LA RÉGION THORACOLOMBAIRE CHEZ LE CHEVAL

DIAGNOSTIC IMAGING OF EQUINE THORACOLUMBAR DISORDERS

Par Fabrice AUDIGIÉ¹, Virginie COUDRY, Sandrine JACQUET, Marie POUPOT, Jean-Marie DENOIX.
(Communication présentée le 19 décembre 2013)

RÉSUMÉ

Les affections vertébrales thoracolombaires représentent une cause fréquente de baisse de performances et/ou de troubles locomoteurs chez les chevaux de sport et de courses. Le développement des techniques d'imagerie ces 15 dernières années permet aujourd'hui au vétérinaire équin de diagnostiquer un grand nombre de lésions affectant la colonne thoracolombaire sur le cheval debout tranquilisé. La radiographie du dos du cheval constitue la modalité d'imagerie de premier choix par sa capacité diagnostique élevée. L'échographie complète la radiographie dans l'exploration des tissus mous et de la région lombaire caudale, cette dernière n'étant pas accessible par radiographie sur le cheval debout. La scintigraphie, technique plus onéreuse et plus contraignante, est envisagée pour des cas cliniques complexes. Les lésions les plus fréquemment diagnostiquées avec ces techniques d'imagerie sont représentées par les conflits et fractures des processus épineux, les arthroses synoviales intervertébrales, les spondyloses vertébrales et les lésions musculaires. La signification clinique de ces lésions doit être évaluée en considérant les signes cliniques du patient mais également sa discipline sportive.

Mots- clés: radiographie, échographie, scintigraphie, vertèbre, processus épineux, arthropathie, spondylose.

SUMMARY

Equine thoracolumbar conditions represent a major cause of poor performance and locomotor disorders in sports and race horses. Advances in diagnostic imaging during the last 15 years allow today to diagnose most equine back lesions in the standing sedated horse. Radiography is the first choice imaging modality due to its high diagnostic performance. Ultrasonography is a complementary modality to further investigate back soft tissues and the caudal lumbar area not evaluable radiographically in the standing horse. Bone scintigraphy is a more complex and expensive technique and is usually dedicated to complicated clinical cases. The most frequent injuries diagnosed using these 3 modalities are kissing spines, osteo-arthrosis of the synovial intervertebral joints, vertebral spondylosis and muscle injuries. Clinical significance of these lesions should be interpreted with care considering the clinical signs exhibited by the horse but also its sports or racing use.

Key-Words: radiography, ultrasonography, scintigraphy, vertebra, spinous process, arthropathy, spondylosis.

INTRODUCTION

Les affections de la région thoracolombaire représentent une cause fréquente de baisse de performances et/ou de troubles locomoteurs chez le cheval (Henson, 2009). Malgré leur fréquence élevée, le diagnostic précis des lésions à l'origine de ces troubles reste, dans la majorité des cas, complexe pour le vétérinaire équin. La première étape de cette démarche est un examen clinique détaillé

permettant d'identifier et de recenser les symptômes évocateurs de lésions dorsales, tels que raideur et douleur dorsales notamment. L'étape suivante consiste à établir un diagnostic lésionnel, en répertoriant le plus précisément possible l'ensemble des lésions de la région thoracolombaire par les techniques d'imagerie. Toutefois, l'imagerie de cette région étendue et volumineuse constitue un

(1) Centre d'Imagerie et de Recherche sur les Affections locomotrices équines (CIRALE), 14430 Goustranville Ou Unité Clinique équine - Département d'Élevage et Pathologie des Équidés et Carnivores, École Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA), 94704 Maisons-Alfort Cedex ;
Courriel : faudigie@vet-alfort.fr

défi technologique. L'amélioration des techniques d'imagerie durant ces 15 dernières années (Denoix *et al.*, 2004) permet cependant aujourd'hui de réaliser cet examen en routine sur le cheval debout tranquilisé sous réserve de disposer d'équipements adaptés. Les objectifs de cet article sont tout d'abord de présenter quelques aspects pratiques de l'imagerie du dos du cheval adulte et ensuite de décrire les images normales et pathologiques affectant les principales formations anatomiques de cette région.

ÉQUIPEMENTS ET PROTOCOLES D'EXAMEN

Trois procédés d'imagerie sont utilisables en routine chez le cheval adulte: la radiographie, l'échographie et la scintigraphie.

Radiographie

La largeur du dos du cheval comparativement à la faible taille des formations anatomiques de la colonne vertébrale rend l'examen radiographique de cette région particulièrement difficile. Un générateur puissant de rayons X de 80 à 100 kW est nécessaire pour examiner la colonne vertébrale de la 1^{ère} vertèbre thoracique (T1) jusqu'à environ la 4^e vertèbre lombaire (L4), le dernier segment L4-L6 ne pouvant être examiné en raison de sa superposition avec les os coxaux et les volumineux muscles adjacents. Depuis les présentations de la technique d'examen sur le cheval debout tranquilisé par Denoix (1999a), puis par Audigié *et al.* (2008), le protocole a connu quelques modifications ces dernières années grâce au développement de la radiographie numérique, notamment la grande dynamique de ces systèmes d'acquisitions permet de visualiser sur la même radiographie l'ensemble des vertèbres: du processus épineux au corps vertébral. À ces *vues globales* sont ajoutées le plus souvent une à deux *vues focalisées* sur les articulations synoviales intervertébrales épi-axiales (ASIVE), permettant d'accroître le contraste et la qualité diagnostique des radiographies pour ces formations d'une grande importance clinique. Au final, quatre à cinq radiographies numériques sont réalisées en routine pour explorer la région thoracolombaire (*figure 1*).

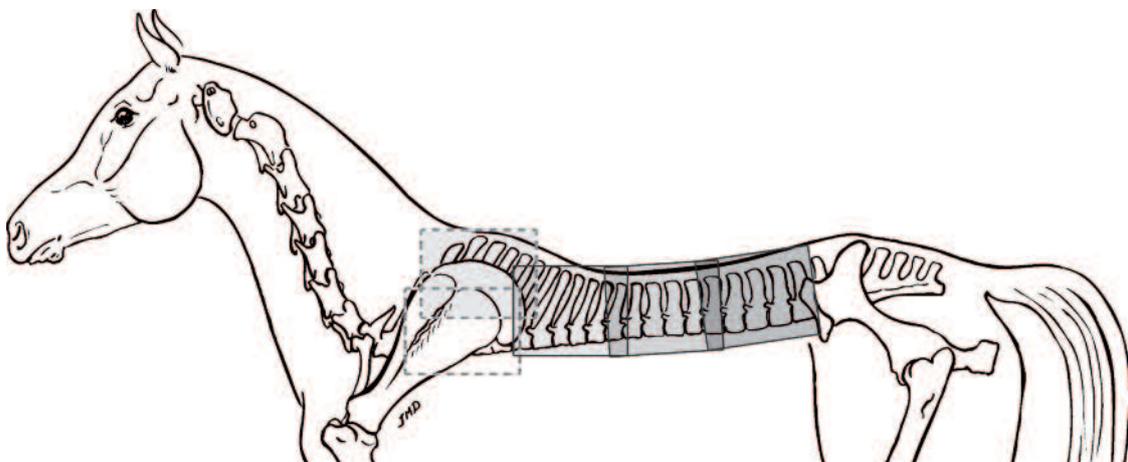


Figure 1 : Incidences radiographiques latéro-latérales du dos du cheval: trois images globales (rectangles grisés avec bords continus) sont acquises en routine (régions thoracique moyenne, caudale et lombaire) complétées habituellement par deux vues focalisées sur les ASIVE lombaire et de la jonction thoracolombaire. Lors d'indications plus spécifiques, des radiographies de la région du garrot et/ou du segment thoracique crânial (rectangles grisé et blanc à bords hachurés) peuvent être ajoutées.

Échographie

L'amélioration régulière de la qualité des échographes rend l'examen du dos du cheval réalisable par la majeure partie des praticiens équins. L'évaluation du ligament supra-épineux est effectuée avec une sonde linéaire ou convexe de 7,5 à 10 MHz (Denoix, 1996). L'évaluation des ASIVE, de la partie dorsale des côtes, des processus transverses et des muscles dorsaux est idéalement pratiquée avec une sonde convexe de 3 à 5 MHz (*figure 2*). Pour les ASIVE, la comparaison des coupes transverses droites et gauches apporte plus d'informations diagnostiques que celle des coupes longitudinales. Cet examen échographique par voie externe est mis en œuvre notamment lorsque des anomalies ont été identifiées sur les images radiographiques ou scintigraphiques préalables ou lors d'indications émanant de l'examen clinique.

Enfin, l'évaluation échographique par voie transrectale est systématiquement effectuée dans notre Centre en complément des radiographies, afin d'examiner les derniers corps vertébraux lombaires (L4-L6), les disques intervertébraux (DIV) correspondants et le reste de la jonction lombosacrée. Cet examen se réalise pendant l'évaluation échographique de la région du bassin: il ne sera pas détaillé dans cet article en raison des liens anatomiques avec cette dernière région (articulation lombosacrée, nerfs segmentaires, muscles sous lombaires...).

Scintigraphie

L'examen du dos est conduit suivant un protocole classique. En phase osseuse (trois heures après l'injection du radio-traceur ^{99m}Tc-DPD), des incidences obliques dorso-latérales droites et gauches de la colonne thoracolombaire ainsi qu'une vue symétrique horizontale dorsale sont acquises en routine.

IMAGES DE RÉFÉRENCE ET PRINCIPALES LÉSIONS DE LA RÉGION THORACOLOMBAIRE

Les différentes formations anatomiques sont présentées de la partie dorsale vers la région ventrale des vertèbres.

Ligament supra-épineux (LSE)

Les images normales du LSE montrent des différences régionales avec notamment une taille supérieure en région lombaire comparativement à sa portion thoracique. Sur les coupes transverses, le LSE est encadré de chaque côté par le muscle *erector spinae* et l'insertion de la *fascia* thoracolombaire. Les coupes longitudinales sont particulièrement utiles pour évaluer l'architecture fasciculaire du ligament.

Les lésions du LSE sont plus fréquemment observées entre T14 et L3 (Jeffcott, 1980 ; Denoix, 1996) et génèrent souvent une déformation locale de la ligne médiane du dos et parfois une sensibilité dans les stades lésionnels aigus. Récemment, Henson *et al.* (2007) n'ont pas observé de différences dans la fréquence des lésions du LSE en région thoracique entre des chevaux montés, non montés ou présentant des signes de dorsalgie. Les images échographiques anormales incluent comme pour toutes les desmopathies et/ou enthésopathies: un épaissement, une altération de l'échogénicité et de l'architecture voire, les lésions de la surface dorsale des processus épineux. La sensibilité et la spécificité de l'examen échographique sont augmentées quand la région suspecte est comparée aux segments intervertébraux adjacents crânial et caudal.

Processus épineux (PE)

Les lésions les plus fréquentes sont représentées par les conflits et chevauchements des PE (Jeffcott 1980 ; Erichsen *et al.* 2004; Denoix & Dyson 2011 ; Zimmerman *et al.* 2011 et 2012). Cette entité pathologique regroupe différents types de lésions: rétrécissement de l'espace inter-épineux, conflits, voire chevauchement des PE et desmo/enthésopathies du ligament inter-épineux. Le site le fréquent est la région thoracique moyenne et caudale (T10-T18). La région lombaire est plus rarement affectée à l'exception de l'espace L5-L6: lésion fréquente à mettre en relation avec les changements d'orientation des derniers PE lombaires mais habituellement sans signification clinique.

L'examen radiographique constitue la technique d'imagerie dotée du meilleur rapport coût / bénéfice pour le diagnostic et l'appréciation de ces lésions. Celles-ci peuvent se classer selon un score radiographique de sévérité à quatre grades (Denoix & Dyson 2011). L'examen échographique a un intérêt moindre et peut être employé pour détecter un contact, des remodelages et remaniements, voire un défaut d'alignement des PE. La scintigraphie montre dans la plupart des cas une excellente corrélation avec les données radiographiques: à la fois pour la localisation et la sévérité des anomalies (Denoix & Dyson 2011 ; Zimmerman *et al.* 2011). Dans notre

expérience, les conflits / chevauchements de PE de grade 3 ou 4 sont systématiquement associés à des hyperfixations scintigraphiques, témoignant de leur probable signification clinique. Toutefois, il est important de souligner qu'une hyperfixation scintigraphique ne signifie pas systématiquement présence de douleur et que les chevaux atteints d'arthropathies synoviales intervertébrales thoracolombaires sont plus sujets à présenter des signes de dorsalgie que ceux souffrant uniquement de conflits / chevauchements de PE (Denoix & Dyson 2011 ; Zimmerman *et al.* 2012). Dans le même ordre d'idée, des lésions discrètes et modérées de conflits / chevauchements de PE peuvent s'observer chez des chevaux de sport et de course performants sans signes de douleur ni de raideur dorsales (Erichsen *et al.* 2004).

Les fractures des PE se produisent principalement dans la région du garrot suite à un traumatisme. La déformation fréquente de cette région constitue un signe clinique souvent évocateur. L'examen radiographique permet de déterminer le nombre de PE fracturés, l'étendue proximo-distale de ces dernières et les déplacements éventuels des parties fracturées. Malgré un aspect parfois dramatique à l'examen physique, le pronostic reste habituellement assez favorable avec un traitement conservateur, une période adéquate de repos / réduction d'activité (souvent quatre à six mois) et éventuellement l'emploi d'une selle adaptée (Piat *et al.* 2012).

Articulations synoviales intervertébrales épiaxiales (ASIVE)

Les ASIVE sont composées des processus articulaires (PA) caudaux de la vertèbre n et des PA crâniens de la vertèbre n+1, ainsi que des autres formations anatomiques de ce type d'articulation: cartilage articulaire, membrane et liquide synovial, capsule articulaire. Les ASIVE sont fréquemment touchées par des processus de type arthrosique et le diagnostic par imagerie de ces affections est une étape essentielle de l'examen du cheval dorsalgique et contre-performant.

Examen radiographique

L'aspect radiographique normal des ASIVE a été décrit dans différents travaux (Denoix 1998 ; Audigié *et al.* 2008,) et les variations morphologiques entre les régions thoracique et lombaire sont essentielles à considérer pour accroître la sensibilité et spécificité de cet examen.

Les lésions des ASIVE ont été classées radiographiquement en huit types (**tableau 1, figure 2**). Elles s'observent principalement à la jonction thoracolombaire et en région lombaire crâniale (T15-L3) avec généralement plusieurs segments intervertébraux affectés (Girodroux *et al.* 2009).

Ces différents types lésionnels se rencontrent chez des chevaux adultes mais également chez des sujets plus jeunes (deux à six ans) de courses et de sports. L'évolution dans le temps de ces lésions est généralement lente chez des adultes. Dans notre expérience, ces lésions représentent la principale cause de dorsalgie.

TYPES	Lésions	Anomalies radiographiques
1	Asymétrie	Espace artriculaire, marges articulaires mal définis ou dédoublés
2	Altération de la densité des PA	Sclérose sous-chondrale Augmentation de la densité des ASIVE
3		Images radiotransparentes osseuses sous-chondrales Densité hétérogène ou des ASIVE
4	Remodelages péri-articulaires	Proliférations péri-articulaires dorsales Hypertrophie des ASIVE + altération fréquente de la densité osseuse sous-chondrale
5		Proliférations péri-articulaires ventrales
6	Ankylose	Pont dorsal entre deux vertèbres adjacentes
7		Défaut d'identification de l'espace artriculaire (ostéolyse/pénie)
8	Fracture	Ligne radiotransparente dans les PA crâniaux / caudaux

Tableau 1: Classification radiographique des lésions affectant les ASIVE thoracolombaires (Denoix, 1998 ; Audigié et al. 2008).

Examen échographique

Des coupes transverses comparatives droite / gauche de chaque étage intervertébral sont particulièrement utiles pour détecter les lésions des ASIVE. Sur ces coupes, les images normales montrent une bonne symétrie droite / gauche, un profil osseux lisse et

régulier avec du côté médian vers le côté latéral: le PA caudal de la vertèbre n, l'espace artriculaire dorsal, le PA crânial de la vertèbre n+1 bordé latéralement par le processus mamillaire (*figure 2*).

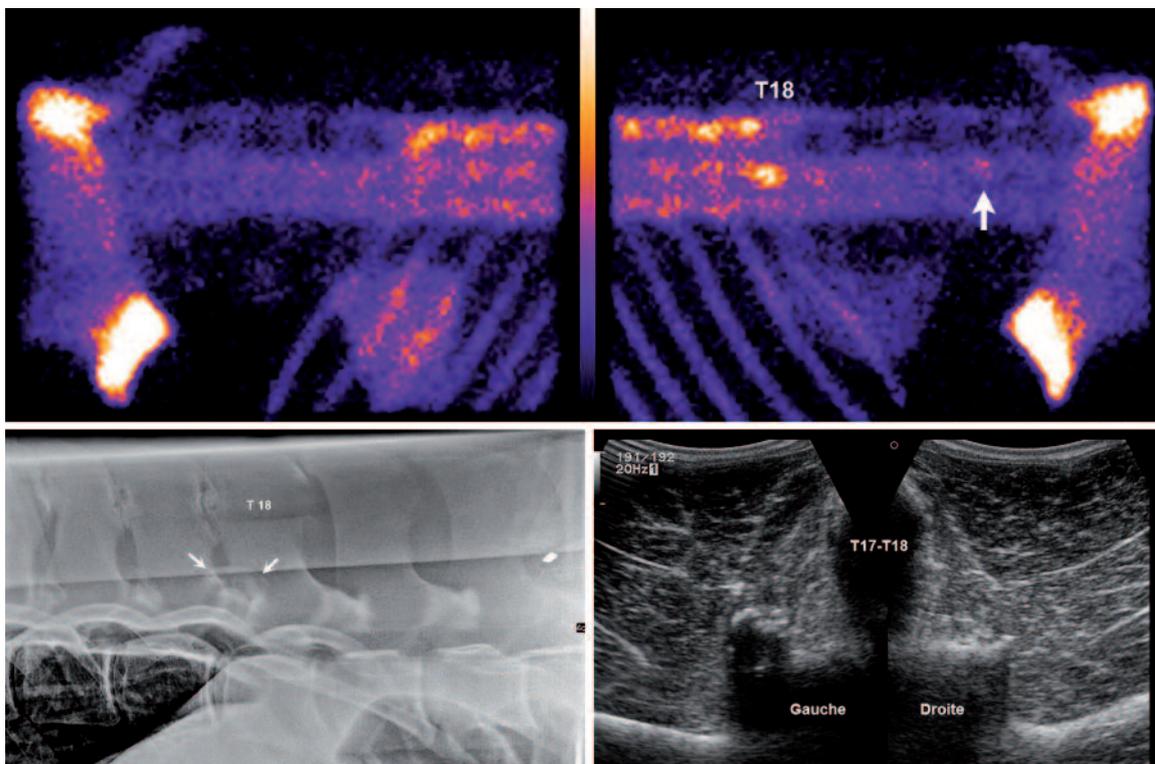


Figure 2: Pur-sang anglais de trois ans (activité: courses de plat) présenté pour contre-performance et défaut de propulsion des postérieurs. **Images supérieures:** projections scintigraphiques en phase osseuse dorso-latérales droite et gauche respectivement, démontrant une hyperfixation intense des PE thoraciques caudaux et de l'ASIVE T17-T18 gauche. Une discrète hyperfixation est également visible en regard de l'ASIVE L3-L4 gauche (flèche). Noter que ce cheval n'a que cinq vertèbres lombaires. **Image inférieure gauche:** projection radiographique confirmant les conflits / chevauchements marqués des PE et la lésion d'arthrose ankylosante de type 6 (flèches) de l'ASIVE T17-T18 gauche. **Image inférieure droite:** coupes transverses échographiques gauche et droite confirmant une arthropathie évoluée T17-T18 gauche avec hypertrophie et proliférations péri-articulaires dorsales étendues.

En échographie, les lésions des ASIVE se manifestent le plus souvent par une hypertrophie, des ostéophytes et des proliférations péri-articulaires dorsales des ASIVE pathologiques. Par rapport aux incidences radiographiques de profil, l'échographie permet notamment une latéralisation des lésions. Enfin, cette modalité autorise un examen des ASIVE de la région lombaire caudale, inaccessible par radiographie sur le cheval debout tranquilisé à cause de leur superposition avec les os iliums.

Examen scintigraphique

En projection oblique dorsolatérale, les ASIVE apparaissent normalement plus actives que les PE et la région des corps vertébraux. De plus, chez des chevaux de sport et de courses, les ASIVE de la jonction thoracolombaire sont habituellement légèrement plus actives que celles des autres segments dorsaux.

Les lésions des ASIVE se manifestent par une augmentation focale de l'activité scintigraphique uni- ou bilatérale: les interférences d'activité droite / gauche étant relativement faibles (l'activité résiduelle sur le côté opposé ne dépassant pas 10 à 20% de l'activité originale). Ces anomalies scintigraphiques sont parfois rencontrées sur des ASIVE ne présentant pas d'anomalies radiographiques et échographiques significatives. La corrélation scintigraphie / imagerie de routine (radiographie + échographie) pour les lésions des ASIVE est inférieure à celle observée pour les PE. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette différence:

- *anatomique* : la faible taille et la localisation des ASIVE en profondeur des volumineux muscles dorsaux (*erector spinae*, partie lombaire du muscle fessier moyen) pénalisent l'évaluation de ces formations anatomiques par scintigraphie;
- *pathologique* : les processus arthrosiques affectant les ASIVE sont le plus souvent chroniques et lentement évolutifs, donc relativement peu actifs en scintigraphie;
- *biomécanique* : la diminution de mobilité d'un segment vertébral lésé peut augmenter les contraintes biomécaniques sur les ASIVE adjacentes, aboutissant à une augmentation de fixation du traceur sans processus arthrosique identifiable.

Ainsi Gillen *et al.* (2009) rapportent que chez des chevaux dorsalgiques, 26% des ASIVE présentant des signes radiographiques d'arthrose ont une fixation scintigraphique dans les normes. Aussi dans notre Centre, les chevaux dorsalgiques référés pour un examen scintigraphique ont toujours un examen radiographique du dos, même des régions présentant un profil scintigraphique normal.

Autres lésions

Corps et disques intervertébraux (DIV)

À l'exception des corps et des DIV de la région lombaire caudale (L4-S1), ces formations sont évaluées lors de l'examen radiographique. Ce dernier est facilité par la présence des poumons en région thoracique et compliqué en région lombaire par leur superposition avec les viscères abdominaux.

Les lésions des corps vertébraux sont rarement observées dans l'espèce équine (Jeffcott, 1980 ; Denoix, 2005 et 2007, Meehan *et al.* 2009 ; Denoix & Dyson, 2011). Elles se rencontrent sont associées à des anomalies des DIV correspondants lors de malformations congénitales thoracolombaires qui d'ailleurs ne génèrent que rarement des troubles neurologiques. Les fractures des corps vertébraux se rencontrent lors de chutes ou traumatismes sévères. Elles peuvent être associées à des fractures des arcs vertébraux et être à l'origine de myélopathie compressive induisant une parésie et une ataxie postérieure. Les lésions septiques des corps vertébraux et/ou les spondylodiscites thoracolombaires peuvent se diagnostiquer chez des poulains présentant des signes neurologiques et des manifestations de douleur (Denoix, 2005), elles sont rares chez des chevaux adultes. La scintigraphie peut s'avérer utile par rapport à la radiographie pour établir un diagnostic précoce lors de fracture ou de lésion septique vertébrale.

Les lésions de spondylose constituent l'entité pathologique des corps vertébraux la plus souvent rencontrée chez des chevaux adultes, même si leur prévalence reste faible chez des individus dorsalgiques: seulement 3,5% des chevaux dorsalgiques selon Meehan *et al.* (2009). Ces anomalies (**figure 3**) se localisent le plus souvent entre T8 et T15 et seulement rarement en région lombaire (Jeffcott, 1980 ; Denoix, 2007; Butler *et al.* 2008). Fréquemment, plusieurs espaces intervertébraux sont touchés, Meehan *et al.* (2009) rapportant un nombre moyen d'espaces lésés de 2,3. La scintigraphie permet l'évaluation du métabolisme osseux au sein de ces lésions, notamment lorsqu'elles sont étendues: seulement 33% des sites de spondylose ont une activité scintigraphique accrue (Meehan *et al.* 2009). Ces lésions de spondylose sont responsables de raideur et/ou douleur dorsales mais également de ces mêmes manifestations en région cervicale mais elles peuvent également représenter des découvertes radiographiques notamment chez des chevaux de petits niveaux sportifs.

Autres formations anatomiques

Des lésions de la partie dorsale des côtes, des processus transverses, telles que fractures, conflits, anomalies transitionnelles, peuvent être diagnostiquées par imagerie. L'échographie et la scintigraphie présentent enfin un intérêt particulier dans la détection et l'évaluation des lésions musculaires dorsales traumatiques ou de fatigue, que celles-ci soient associées ou non à des altérations des profils enzymatiques musculaires de base (Audigié *et al.* 2009).

CONCLUSION

La radiographie, l'échographie et la scintigraphie constituent des techniques d'imagerie complémentaires essentielles pour établir un diagnostic de lésions vertébrales chez des chevaux souffrant de dorsalgies ou d'autres signes cliniques compatibles avec des lésions axiales. L'interprétation de la signification clinique des ces lésions doit toutefois se faire à la lumière

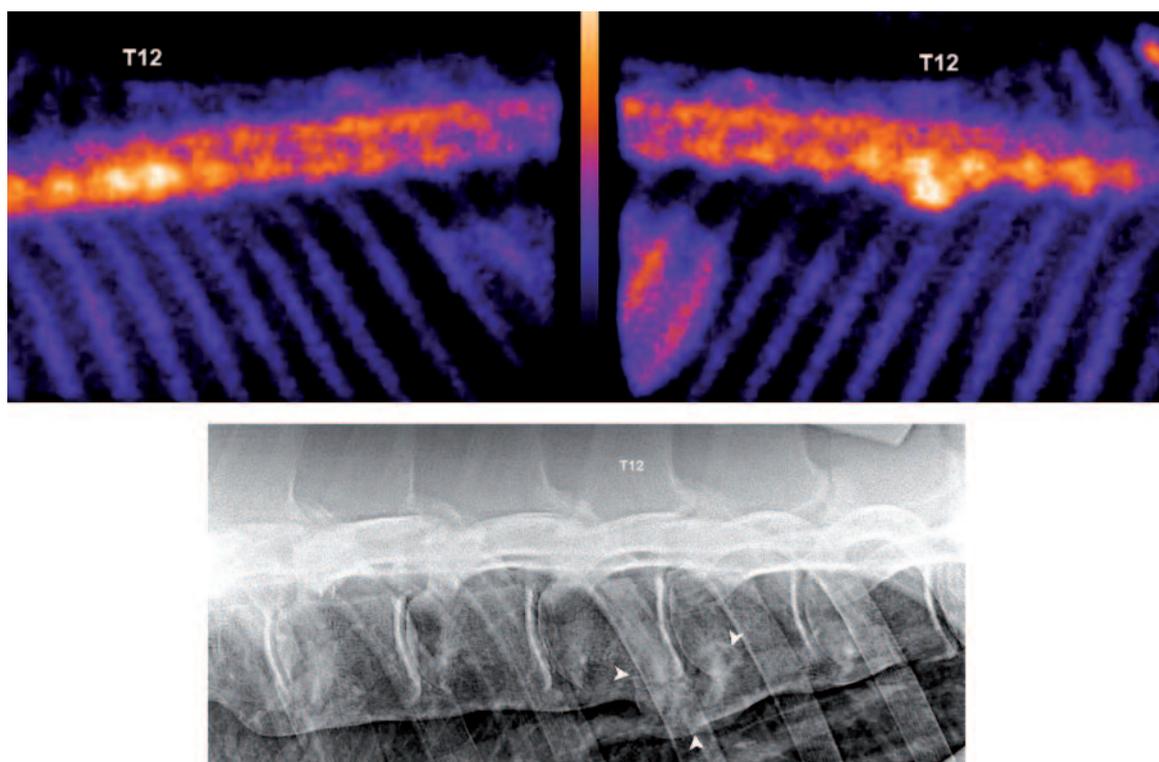


Figure 3 : Cheval Selle-Français de 12 ans de sauts d'obstacles, présentant des difficultés au galop à main droite et des réactions de défense à la réception des obstacles. **Images supérieures :** vues dorso-latérales obliques gauche et droite respectivement montrant une augmentation marquée d'activité des corps vertébraux en région thoracique moyenne, notamment en T12-T13. **Image inférieure :** radiographie de profil de la région thoracique moyenne révélant une spondylose évoluée, étendue de T9 à T14 avec une lésion plus volumineuse et de densité hétérogène en T12-T13 (têtes de flèches).

de données cliniques précises, en tenant compte de la race et de la discipline sportive du cheval. Ainsi dans notre expérience, les Pur-Sangs anglais présentent le plus fréquemment des lésions, avec des anomalies souvent marquées en imagerie mais inversement, ils manifestent une tolérance élevée à ces lésions. A l'inverse, la fréquence et la gravité en imagerie des lésions identifiées chez des chevaux Trotteurs sont très inférieures mais ces chevaux tolèrent souvent mal ces lésions dont les images ne sont que modérément anormales. Les chevaux de

sport occupent une position intermédiaire entre ces deux extrêmes en termes de fréquence, sévérité des lésions et tolérance clinique.

Enfin, l'imagerie du dos a récemment trouvé de nouvelles applications dans le domaine de la thérapeutique par le développement de techniques d'injections profondes échoguidées des sites lésionnels (Denoix 1999b, Fuglbjerg *et al.* 2010) et par l'évaluation échographique des effets de protocoles de physiothérapie sur la musculature axiale (Stubbs *et al.* 2011).

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Conseil Régional de Basse-Normandie and les fonds européens FEDER pour leur soutien financier ainsi que la Fondation de Coopération Scientifique Hippolia pour son aide technique.

BIBLIOGRAPHIE

- Audigié F, Didierlaurent D, Carnicer D, Denoix JM. Examen radiographique du dos du cheval. *Pratique Vétérinaire Equine*, N° spécial Pathologie du rachis chez les équidés. 2008 ; 40: 55–61.
- Audigié F, Didierlaurent D, Jacquet S, Coudry V, Denoix JM. Comparison between scintigraphic and ultrasonographic assessment of muscle injuries in sport and race horses. *Vet Radiol Ultrasound*. 2009 ; 50: 112.
- Butler JA, Colles CM, Dyson SJ, Kold SE, Poulos PW. Chapter X: The spine. In *Clinical radiology of the horse*, 3rd edition. Chichester: John Wiley & Sons Ltd; 2008, pp. 505–72.
- Denoix JM. Ligament injuries of the axial skeleton in the horse: supraspinal and sacroiliac desmopathies. In *Proceedings of the 1996 Dubai International Equine Symposium* ; 1996 March 27–30, Dubai. 1996, pp 273–286.
- Denoix JM. 1998. Radiographic evaluation of the articular process joints in the thoracolumbar spine of the horse. In *Proceedings of the 37th British Equine Veterinary Association Congress* ; 1998 September 10-13, Birmingham. 1998, pp 124–5.
- Denoix JM. Lesions of the vertebral column in poor performance horses. In *Proceedings of the 6th Congress of the World Equine Veterinary Association* ; 1999 September 30- October 3, Paris. 1999a, pp 99–109.
- Denoix JM. Ultrasonographic evaluation of back lesions. *Vet Clin North Am: Equine pract*. 1999b; 15: 131–159.
- Denoix JM. Thoracolumbar malformations or injuries and neurological manifestations. *Equine Vet. Edu*. 2005; 17: 191–194.
- Denoix JM. Discovertebral pathology in horses. *Equine Vet. Edu*. 2007; 19: 72–73.
- Denoix JM, Audigié F. Imaging of the musculoskeletal system in horses. In *Equine Sport Medicine and Surgery*. Hinchcliff KW, Kaneps AJ, Geor RJ editors. New York: Saunders Co Ltd; 2004, pp. 161–187.
- Denoix JM & Dyson S. Thoracolumbar spine. In *Diagnosis and management of lameness in the horse*, 2nd edition. Ross M & Dyson S. Philadelphia: Elsevier-Saunders; 2011, pp. 592–605.
- Erichsen C, Eksell P, Holm KR, Lord P, Johnston C. Relationship between scintigraphic and radiographic evaluations of spinous processes in the thoracolumbar spine in riding horses without clinical signs of back problems. *Equine Vet J*. 2004; 36: 458–65.
- Fuglbjerg V, Nielsen JV, Thomsen PD, Berg LC. Accuracy of ultrasound-guided injections of thoracolumbar articular process joints in horses: a cadaveric study. *Equine Vet J*. 2010; 42: 18–22.
- Gillen A, Dyson S, Murray R. Nuclear scintigraphic assessment of the thoracolumbar synovial intervertebral articulations. *Equine Vet J*. 2009; 41: 534–40.
- Girodroux M, Dyson S, Murray R. Osteoarthritis of the thoracolumbar synovial intervertebral articulations: clinical and radiographic features in 77 horses with poor performance and back pain. *Equine Vet J*. 2009; 41: 130–8.
- Henson FMD. *Equine Back Pathology*. Chichester, Wiley-Blackwell; 2009, 280 pages.
- Henson FM, Lamas L, Knezevic S, Jeffcott LB. Ultrasonographic evaluation of the supraspinous ligament in a series of ridden and unriden horses and horses with unrelated back pathology. *BMC Vet Res*. 2007; 3:3.
- Jeffcott LB. Disorders of the thoracolumbar spine of the horse - a survey of 443 cases. *Equine Vet. J*. 1980; 12: 197–210.
- Meehan L, Dyson S, Murray R. Radiographic and scintigraphic evaluation of spondylosis in the equine thoracolumbar spine: a retrospective study. *Equine Vet J*. 2009; 41: 800–7.
- Piat P, Blond L, Spriet M, Galuppo L, Laverty S. Fractures of the withers in horses. *Equine vet Educ*. 2012; 24: 582–8.
- Stubbs NC, Kaiser LJ, Hauptman J, Clayton HM. Dynamic mobilisation exercises increase cross sectional area of musculus multifidus. *Equine Vet J*. 2011; 43: 522–9.
- Zimmerman M, Dyson S, Murray R. Comparison of radiographic and scintigraphic findings of the spinous processes in the equine thoracolumbar region. *Vet Radiol Ultrasound*. 2011; 52: 661–671.
- Zimmerman M, Dyson S, Murray R. Close, impinging and overriding spinous processes in the thoracolumbar spine: the relationship between radiological and scintigraphic findings and clinical signs. *Equine Vet J*. 2012; 44: 178–84.

