Comment fonctionne la radiologie numérique ?

De nombreux systèmes de radiologie numérique sont désormais présents sur le marché vétérinaire. Leur technologie reste néanmoins méconnue des praticiens. C'est une clé utile, pourtant, pour choisir son équipement.

La radiographie conventionnelle demeure encore largement utilisée. Néanmoins le développement de la radiographie numérique tend à rendre le système film écran complètement obsolète dans un futur proche. De nombreux systèmes numériques sont proposés aux vétérinaires mais leur technologie reste souvent obscure ou mal comprise. Ce sont ces principes de fonctionnement que nous vous présentons dans cet article.

L'équipement principal en radiologie, qu'il soit analogique ou numérique se compose toujours d'une source à rayons X, d'un détecteur (ou récepteur) et d'un système de traitement de l'image. La source de Rayons X représentée par le tube et le générateur reste la même, quel que soit le système. Ce qui change, c'est la nature du détecteur (ou récepteur) et le traitement de l'image.

CR ou DR ?

On distingue deux groupes de détecteurs : analogiques ou numériques. Dans le système analogique, le détecteur est représenté par le traditionnel couple écran-film contenu dans une cassette. Ces écrans constitués de sels fluorescents (terre rares) ont la propriété sous l'effet du rayonnement X (RX) d'émettre un rayonnement lumineux qui impressionne le film. Les écrans ont un rôle amplificateur de l'effet photochimique des RX. Le film doit ensuite être développé par un procédé chimique pour révéler l'image.

La radiographie dite «numérique» se décompose, elle, en 2 grands systèmes : CR (computed radiography) et DR (digital radiography).
Les détecteurs numériques CR, sont appelés également plaques photo-stimulables, ou plaques ERLM (écrans radio-luminescents à mémoire) ou encore, improprement, «cassettes au phosphore» (en référence au terme anglais «Phosphor» qui est synonyme de scintillateur).

Le fonctionnement de ces plaques photo-stimulables à mémoire est analogue aux écrans renforçateurs utilisés en technique conventionnelle. Ce système est composé de cassette renfermant des écrans constitués de cristaux (fluoroaldehyde de baryum active à l'europium). Ces écrans à la différence des écrans conventionnels, ne fournissent pas immédiatement de la lumière quand ils reçoivent des rayons X. Les électrons arrachés par les rayons X restent piégés au niveau du cristal et forment une image latente.

Cette dernière n'est révélée qu'après balayage de l'écran par un faisceau laser. L'énergie libérée est ensuite captée par un tube photomultiplicateur qui produit un signal électrique analogique qui est amplifié, converti en signal numérique et enregistré sur un ordinateur. Le retour à l'état initial de la plaque s'effectue par l'exposition de quelques secondes sous une lumière visible, permettant ainsi sa réutilisation.

Dans le système CR la méthode d'obtention d'image est donc indirecte car elle nécessite deux temps distincts : la fabrication de l'image latente sur cassette et sa révélation par balayage laser de la plaque dans un lecteur spécifique.

Capteurs plans DR

Face aux plaques ERLM, on trouve la technologie DR (plus connue sous le nom de «capteurs plans»). Elle permet de visualiser quasi instantanément l'image acquise sur une console de diagnostic.

On distingue deux types de capteurs DR : à conversion directe et indirecte. Les capteurs à conversion directe transforment les rayons X directement en signal électrique au contact d'une plaque de sélénium amorphe. Ils sont très peu, voire pas du tout, commercialisés sur le marché vétérinaire.

Les détecteur DR à conversion « indirecte » fonctionnent, eux, en deux temps. Ces capteurs convertissent d'abord les rayons X en photons lumineux, comme pour les ERLM ou les couples écrans-film. La conversion des informations sous forme de signal électrique ne se fait que dans un second temps.

A nouveau, il faut distinguer deux types de capteurs dans cette catégorie : les capteurs plans matriciels à base de silicium amorphe et les capteurs associés à des caméras CCD.

Silicium et césium

Les capteurs plans matriciels au silicium sont composés d'une couche de silicium amorphe sur laquelle a été déposée une matrice de photodiodes et de transistors TFT (thin film transistor). Superposé a la matrice, un écran fluorescent (= scintillateur), lui-même composé d'un cristal d'iodure de césium ou d'oxysulfide de gadolinium, transforme l'énergie des RX en lumière. Le silicium amorphe transforme ensuite la lumière en signal électrique. Ces signaux électriques sont récupérés ligne par ligne, amplifiés et convertis en signal numérique.

L'iodure de Césium a une structure particulière en aiguilles qui dirige, tels des fibres optiques, les rayons vers la matrice TFT. Cette structuration limite la diffusion lumineuse et augmente la résolution spatiale. De plus, le numéro atomique élevé de l'iodure de césium (55,5) permet une très bonne absorption des RX. Son rendement est bien supérieur à celui de l'oxysulfure de Gadolinium.

>>> Le capteur plan Perkin Elmer, proposé par Coveto, utilise une technologie DR indirecte à l'iodure de césium.

Caméras CCD

Second type de capteurs DR, les capteurs associés à des caméras CDD sont constitués de 3 éléments : un scintillateur, un système optique sophistiqué composé d'un guide de lumière et d'une ou plusieurs caméras CCD («charge coupled devices»).

Dans ce type de capteurs, l'énergie des rayons X est aussi transformée en énergie lumineuse par le scintillateur. Cette lumière est dirigée vers le (ou les) capteur(s) CCD par des lentilles de focalisation ou des fibres optiques, car la zone de réception de ces capteurs est de taille inférieure par rapport au scintillateur. Les capteurs CDD sont formés d'une grille en silicium qui forme une matrice au-dessus d'une couche photosensible. L'énergie électrique est donc reçue dans cette matrice et transformée par la couche photosensible en énergie électrique. Cette énergie est ensuite amplifiée et convertie en signal numérique.

Chacun de ces systèmes présente des avantages et des inconvénients. Une installation de radiologie numérique ne se limite pas au détecteur. Elle est une chaine d'acquisition et de traitement d'images composée de plusieurs éléments.

La performance ou la fiabilité d'un élément de la chaîne est un critère essentiel, mais il ne garantit pas la performance du système entier.
Le juge de paix, pour comparer les systèmes numériques entre eux reste de se focaliser sur l'élément principal obtenu en bout de chaine : l'image radiologique.

Fouzia Stambouli
Directrice technique imagerie médicale

Cet article est accessible par cette URL : http://www.coveto.fr/article-comment-fonctionne-la-radiologie-numerique---1585-278.html