



RÉSUMÉ

Virage de la radiographie argentique vers la radiographie numérique pour le dépistage des pneumoconioses à l'Institut national de santé publique du Québec

INSTITUT NATIONAL
DE SANTÉ PUBLIQUE
DU QUÉBEC

AUTEURS

Spéro Abattan, agent de planification, de programmation et de recherche

Louise De Guire, médecin-conseil

Direction des risques biologiques et de la santé au travail

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier mesdames Alfreda Krupoves et Lise Boutin, docteurs Maurice Poulin, Bernard Pouliot, Luc Bhérer et Monique Isler, ainsi que monsieur Robert Arcand, pour leurs commentaires sur le document. Ils aimeraient également souligner la contribution de madame Marie-Cécile Gladel pour la mise en pages du rapport.

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

DÉPÔT LÉGAL – 3^e TRIMESTRE 2014
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA
ISBN : 978-2-550-70879-7 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2014)

Avant-propos

Ce document résume le rapport intitulé « Virage de la radiographie argentique vers la radiographie numérique pour le dépistage des pneumoconioses à l'Institut national de santé publique du Québec » (Abattan et De Guire, 2014). Le lecteur est invité à consulter le rapport pour obtenir plus d'information sur le sujet.

Problématique

Les Services cliniques de dépistage (SCD) de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) assurent le dépistage des pneumoconioses auprès des travailleurs du Québec depuis le début des années 1980. Le dépistage se fait par la radiographie pulmonaire argentique (RA), en suivant les directives du Bureau international du travail (BIT). Les radiographies sont interprétées par des médecins dont la compétence est identique à celle des lecteurs B du National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (Centers for Disease Control and Prevention, 2013) et l'interprétation se fait en comparant l'image du patient avec les images radiographiques standardisées du BIT. Les SCD passeront sous peu de la technologie argentique à la technologie numérique. C'est pourquoi l'INSPQ a jugé utile de décrire les changements que pourrait apporter ce virage technologique, dans l'identification des anomalies compatibles avec une pneumoconiose, afin d'outiller les médecins du Réseau de santé publique en santé au travail (RSPSAT) qui prescrivent les radiographies de dépistage.

Objectifs

Les objectifs poursuivis étaient les suivants : 1) décrire les techniques des radiographies argentiques et numériques; 2) résumer leurs avantages et inconvénients; 3) revoir les études épidémiologiques comparant les résultats des dépistages des pneumoconioses par radiographies argentiques et numériques et 4) résumer les principales conclusions de la revue des études pouvant aider les médecins du RSPSAT lors de la présentation des résultats des dépistages aux travailleurs.

Méthode

La méthode suivie a consisté en une recherche documentaire sur les bases de données bibliographiques PubMed, Santécom, 360 Search, Medline et Embase à l'aide de mots clés. Selon les bases de données, de 640

à 7 421 documents ont été répertoriés, pour n'en conserver finalement que 16 pour une analyse approfondie. Quelques documents issus de la littérature grise ont aussi été retenus afin de recueillir de l'information générale sur les techniques de radiographie.

Résultats

Techniques de prise des films argentiques et numériques, avantages et inconvénients

Technologie argentique

La technologie argentique est composée d'un récepteur comprenant un écran scintillateur et un film argentique (figure 1). Lorsque les rayons X frappent l'écran, celui-ci les absorbe puis émet un rayonnement lumineux qui permet la formation d'une image latente sur le film radiologique. Ce film est ensuite développé pour obtenir des images radiologiques définitives (*hard copy*) (Baudhuin *et al.*, 2010). La radiographie pulmonaire argentique postéro-antérieure est la méthode de dépistage des pneumoconioses depuis le début du vingtième siècle (Sen *et al.*, 2010).

Technologies numériques

Les technologies numériques transforment les images de rayonnement créées par le passage du rayon X à travers l'objet à radiographier en images numériques au moyen d'un récepteur qui permet cette numérisation (Baudhuin *et al.*, 2010). Les images peuvent ensuite être imprimées sur un film laser (image imprimée ou *hard copy*) ou lues sur un moniteur au moyen d'écrans (image moniteur ou *soft copy*). Il existe deux technologies numériques: la radiographie cassette-récepteur (CR ou *computed radiography*) (Kroft *et al.*, 2004; Baudhuin *et al.*, 2010) inventée en 1975 (Samei, 2008; Kroft *et al.*, 2004) et la radiographie détecteur-récepteur (DR ou *digital radiography*) développée au début des années 1990 (Samei, 2008). Chacune des technologies peut aboutir à la production d'images imprimées sur film ou lues directement sur un moniteur. On retrouve donc la CR image imprimée ou *hard copy* (CR HC), la CR image moniteur ou *soft copy* (CR SC), la DR image imprimée ou *hard copy* (DR HC) et la DR image moniteur ou *soft copy* (DR SC).

Interprétation des radiographies numériques

Du fait de la difficulté inhérente à la reconnaissance des anomalies pulmonaires compatibles avec une pneumoconiose, les interprétations devraient être faites par des médecins qui ont l'expérience et la compétence

nécessaires dans la reconnaissance et la classification des pneumoconioses selon la classification internationale du BIT. Les lecteurs doivent démontrer une compétence

identique à celle des lecteurs B du NIOSH (NIOSH, 2011).

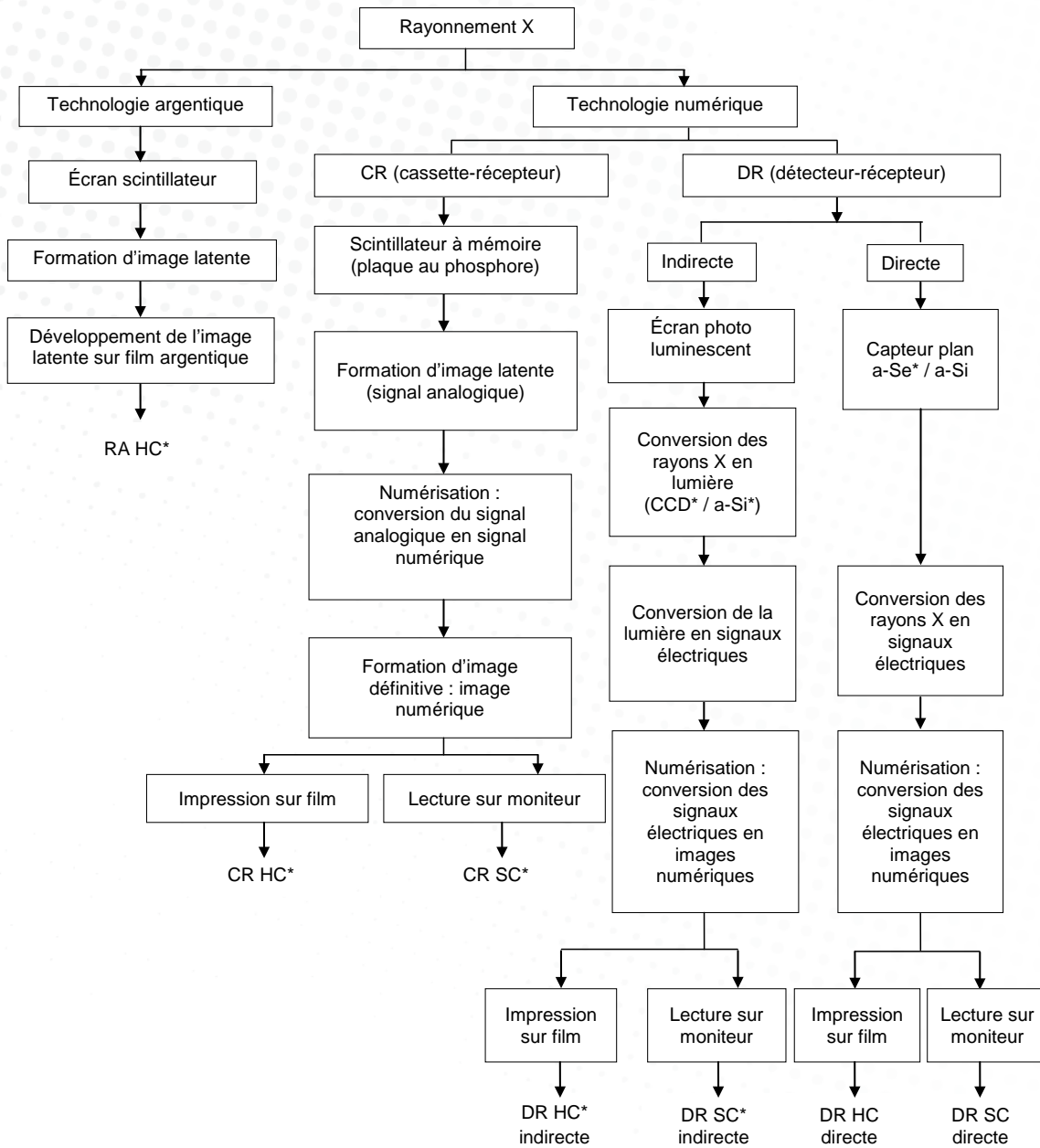


Figure 1 Caractéristiques des radiographies argentiques et numériques

* RA HC = radiographie argentique image imprimée; CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur; CCD = charge-coupled device; a-Si = silicium amorphe; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; a-Se = sélénium amorphe.

Depuis 2011, le NIOSH a rendu disponibles les critères d'interprétation des radiographies numériques et le BIT a édité des images numériques standards avec lesquelles la classification des radiographies numériques devrait se faire (International Labour Office, 2011a). Les images numériques imprimées sur film doivent être comparées aux images des films imprimés standards du BIT 2000. Les images lues sur moniteur doivent être comparées aux standards numériques du BIT 2011-D (lus eux aussi sur moniteur) (International Labour Office, 2011b).

Conditions d'interprétation des radiographies numériques

La lecture des radiographies doit respecter des conditions bien précises : écrans de lecture à peu près à 250 millimètres (mm) de distance du lecteur pour permettre de voir les opacités d'un mm de diamètre; lecteur confortablement assis; surface des écrans propre; conditions de luminosité optimales; environnement calme; images non réduites en dessous des deux tiers de la taille standard des images; images moniteur affichées sur des écrans spécifiques conçus pour le diagnostic radiologique, etc.

Approches non recommandées pour les radiographies numériques

Certaines approches sont non recommandées : affichage des images sur les écrans d'un ordinateur personnel portatif ou non; comparaison des images numériques du patient avec des standards du BIT 2000 affichés sur de vieux négatoscopes; lecture des images numériques du patient ou des standards numériques du BIT 2011-D ou des deux dans des formats réduits à moins des deux tiers de leur taille totale et utilisation des images imprimées sur du papier pour la classification (International Labour Office, 2011b; NIOSH, 2011).

Avantages et inconvénients de la technologie argentique

La technologie argentique présente les avantages d'être simple à réaliser, peu coûteuse et elle utilise une dose d'irradiation faible (Fedotov, 2008; van Heesewijk *et al.*, 1996; Bacher *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2011; Lee et Choi,

2012; Lee et Choi, 2013). Par contre, elle peut entraîner un taux de reprise élevé des radiographies, car elle est sujette à la sur ou à la sous-exposition (Bacher *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2011; Lee et Choi, 2012) et la gestion des films est un inconvénient important.

Avantages et inconvénients de la technologie numérique

La technologie numérique est rapide d'exécution et l'affichage de l'image est instantané (Bacher *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2011; Chotas et Ravin, 2001). Elle offre une facilité d'accès et de manipulation des images, un archivage plus facile et peu coûteux (Chotas et Ravin, 2001; Fedotov, 2008). Cependant, son coût d'installation (Fedotov, 2008) et le coût d'acquisition du système d'archivage (*picture archiving and communication system* ou PACS) (De Blacker *et al.*, 2004) sont élevés. De plus, il est nécessaire de standardiser les logiciels et les disques durs (Fedotov, 2008). La DR est plus avantageuse que la CR, car l'acquisition de l'image est instantanée, la dose d'irradiation est plus faible (Ganten *et al.*, 2003) et il n'y a pas de cassette à manipuler. Par contre, le coût d'installation de la DR est plus élevé. L'avantage de la CR est qu'elle peut être utilisée au chevet des patients à cause de sa mobilité (Kroft *et al.*, 2005).

Qualité des images radiologiques et visibilité des structures anatomiques

La qualité des images radiologiques (établie à partir d'échelles de points ou à partir des catégories du BIT) et la visibilité des structures anatomiques sont évaluées à travers des paramètres tels que la fiabilité et la validité (Szklo et Nieto, 2000). La fiabilité consiste en la comparaison de radiographies entre elles. Dans les 14 publications décrites ci-dessous, la fiabilité a été mesurée à l'aide de kappas d'agrément intra et interlecteurs, de scores de qualité, de coefficients de Spearman ou par une combinaison de ces différents indicateurs. La validité a été évaluée par la comparaison avec un étalon-or à l'aide de kappas. Enfin, dans certains cas, les auteurs des publications ont aussi calculé des pourcentages de radiographies de bonne qualité, des ratios de prévalence ou des rapports de cotes.

RA = radiographie argentique

DR HC = radiographie digitale image imprimée ou *hard copy*

DR SC = radiographie digitale image moniteur ou *soft copy*

CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée ou *hard copy*

CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur ou *soft copy*

Que ce soit en termes de qualité des images radiologiques ou de visibilité des structures anatomiques, la majorité des études montrent la supériorité de la DR HC ou de la DR SC sur la RA (Woodard *et al.*, 1997; Hennigs *et al.*, 2001; Fink *et al.*, 2002; Bacher *et al.*, 2003; Franzblau *et al.*, 2009; Mao *et al.*, 2011; Lee et Choi, 2012; Lee et Choi, 2013) ou encore l'égalité entre ces techniques (Ganten *et al.*, 2003; Takashima *et al.*, 2007; Franzblau *et al.*, 2009).

Un peu moins d'études ont abordé la technique CR et elles décrivent principalement la qualité des images radiologiques. La plupart de ces études montrent la supériorité de la CR SC sur la RA (Laney *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2011; Larson *et al.*, 2012) ou son égalité avec la RA (Bacher *et al.*, 2003). Dans deux études où la CR HC et la RA ont été comparées, la RA est égale (Ganten *et al.*, 2003) ou supérieure (Takashima *et al.*, 2007) à la CR.

Enfin, toujours sur le plan de la qualité, la DR HC (Takashima *et al.*, 2007; Franzblau *et al.*, 2009) et la DR SC (Bacher *et al.*, 2003) sont respectivement supérieures à la CR HC et à la CR SC.

Les médecins du RSPSAT peuvent donc être rassurés sur la qualité des images radiologiques et la visibilité des structures anatomiques lorsque les SCD passeront de la technologie argentique à la technologie numérique, car les radiographies numériques sont en général de meilleure qualité. Les deux seules études qui ont comparé les technologies numériques entre elles montrent la supériorité de la qualité de la DR sur la CR.

Anomalies pulmonaires et pleurales

Comparaison des radiographies numériques et argentiques

Comme pour la qualité des images radiologiques ou pour la visibilité des structures anatomiques, la détection des anomalies a été évaluée à l'aide de la fiabilité mesurée par des kappas d'agrément intra et interlecteurs ou intra radiographies, des pourcentages d'agrément ou des coefficients de Spearman. La validité a été évaluée par des surfaces sous les courbes (ROC ou *receiver operating characteristic*), la sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive, la valeur prédictive négative, l'exactitude de détection ou des kappas d'agrément inter radiographies ou par une combinaison de ces différents indicateurs. Enfin, des pourcentages de radiographies présentant des anomalies, des ratios de prévalence, des scores de détection des anomalies et des rapports de cotes ont aussi été présentés.

Onze études ont permis de comparer, entre les différents types de radiographies, les résultats sur la détection de 14 anomalies pleuroparenchymateuses. Pour cinq d'entre elles, basées sur peu d'études ou décrivant trop d'anomalies distinctes les unes des autres, il est difficile de déterminer quelle technologie surpasse l'autre. C'est le cas :

- de la taille des petites opacités parenchymateuses (deux études) (Laney *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2011),
- des plaques pleurales (deux études) (Larson *et al.*, 2012; Lee WJ et Choi, 2013),
- des petites anomalies parenchymateuses autres (Takashima *et al.*, 2007; Laney *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2011; Mao *et al.*, 2011),
- des anomalies pleurales autres (Schaeffer *et al.*, 1990) et
- des anomalies non spécifiquement reliées à une pneumoconiose (van Heeswijk *et al.*, 1996).

Les résultats sur les anomalies étudiées dans plus de deux articles sont présentés au tableau 1.

Les radiographies **numériques sont supérieures ou égales aux RA** sur le plan de la fiabilité ou de la validité et elles **détectent plus ou autant** :

- d'anomalies parenchymateuses (toutes) (mesurées par les rapports de cotes, les pourcentages et les kappas d'agrément pour la fiabilité) (Franzblau *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2010; Larson *et al.*, 2012),
- de petites opacités (toutes) (mesurées par les kappas d'agrément pour la fiabilité et la validité) (Takashima *et al.*, 2007; Laney *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2011; Mao *et al.*, 2011; Lee et Choi, 2012; Lee et Choi, 2013) et
- de petites opacités de forme irrégulière par rapport aux rondes (mesurées par des rapports de cote et des kappas d'agrément pour la fiabilité et la validité) (Laney *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2011; Mao *et al.*, 2011).

Les **radiographies numériques sont égales aux RA** sur le plan de la fiabilité ou de la validité et elles **détectent autant** :

- d'opacités $\geq 1/0$ (mesurées par des pourcentages et des surfaces sous les courbes pour la validité) (Takashima *et al.*, 2007; Laney *et al.*, 2010; Lee et Choi, 2013),

- d'épaississements pleuraux diffus (mesurés par les rapports de cotes et pour la fiabilité et la validité, par les pourcentages d'agrément et par les kappas d'agrément) (Franzblau *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2010; Larson *et al.*, 2012; Lee et Choi, 2013) et
- d'oblitérations de l'angle costo-phrénique (mesurées par les rapports de cotes et les pourcentages d'agrément et les kappas d'agrément pour la fiabilité et la validité) (Franzblau *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2010; Larson *et al.*, 2012; Lee et Choi, 2013).

Finalement, la **RA détecte plus** que :

- la CR HC de petites opacités selon 12 scores de profusion (mesurées par les différences de scores moyens) (Takashima *et al.*, 2007),
- la DR SC de grandes opacités (mesurées par les rapports de cotes) (Franzblau *et al.*, 2009) et
- les DR HC, DR SC et CR SC d'anomalies pleurales (toutes) (mesurées par les rapports de cotes et les différences de pourcentages d'anomalies) (Franzblau *et al.*, 2009; Laney *et al.*, 2010).

Tableau 1 Résumé des principaux résultats comparant les technologies argentique et numériques selon différentes anomalies parenchymateuses et pleurales

Anomalies	Mesure	DR HC*	DR SC*	CR HC*	CR SC*
Anomalies parenchymateuses (toutes)	Fréquence*	> RA*	= RA	-	> RA
	Fiabilité*	= RA	= RA	-	-
Petites opacités (toutes)	Fiabilité	> RA	> RA	> RA	-
	Validité*	-	≥ RA	-	= RA
Petites opacités selon 12 scores de profusion	Fréquence	≥ RA	= RA	< RA	-
	Fiabilité	= RA	= RA	-	-
Petites opacités ≥ 1/0	Fréquence	-	-	-	= RA
	Validité	= RA	= RA	= RA	-
Forme irrégulière/ronde des petites opacités	Fréquence	-	= RA	-	> RA
	Fiabilité	-	-	-	= RA
	Validité	-	-	-	= RA
Grandes opacités	Fréquence	> RA	≤ RA	-	-
	Fiabilité	= RA	= RA	-	-
	Validité	-	= RA	-	-
Anomalies pleurales (toutes)	Fréquence	< RA	< RA	> RA	≤ RA
	Fiabilité	= RA	= RA	-	= RA
	Validité	-	-	> RA	= RA
Épaississements pleuraux diffus	Fréquence	= RA	= RA	-	-
	Fiabilité	= RA	= RA	-	= RA
	Validité	-	= RA	-	-
Oblitération de l'angle costo-phrénique	Fréquence	= RA	= RA	-	-
	Fiabilité	= RA	= RA	-	= RA
	Validité	-	= RA	-	-

* DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur; fréquence = ratio de prévalence, pourcentage d'anomalie, rapport de cote, différence de score moyen de profusion; différence de score pleural; RA = radiographie argentique; fiabilité = kappas d'agrément intra ou interlecteurs, intra ou inter radiographies, pourcentage d'agrément; validité = kappas inter radiographies ou surfaces sous la courbe (ROC).

Les médecins du RSPSAT doivent donc s'attendre à ce que les radiographies numériques de dépistage des différentes anomalies parenchymateuses et pleurales que l'on recherche habituellement chez les travailleurs exposés à des poussières ou atteints de pneumoconiose détectent autant ou plus d'anomalies que la RA dans la majorité des cas. Font exception, les petites opacités selon 12 scores de profusion, les grandes opacités et les anomalies pleurales (toutes) qui semblent être plus fréquemment identifiées par la RA que par les radiographies numériques.

Comparaison des radiographies numériques entre elles

La comparaison des radiographies numériques entre elles n'a été abordée que par trois auteurs et par conséquent, les résultats doivent être interprétés avec prudence (Takashima *et al.*, 2007; Franzblau *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2010) (tableau 2).

En général, la **DR HC est égale à la DR SC** sur le plan de la fiabilité et elle **identifie plus** :

- d'anomalies parenchymateuses (toutes) (mesurées par les rapports de cotes et les kappas d'agrément pour la fiabilité),
- de petites opacités selon 12 scores de profusion (mesurées par les différences de scores moyens et les kappas d'agrément pour la fiabilité),
- de grandes opacités (mesurées par les rapports de cotes et les kappas d'agrément pour la fiabilité) et
- d'anomalies pleurales (toutes) (mesurées par les rapports de cotes et les kappas d'agrément pour la fiabilité).

La **DR HC est égale à la DR SC** sur le plan de la fiabilité et elle **identifie autant** :

- d'épaississements pleuraux diffus (mesurés par les rapports de cotes et les kappas d'agrément pour la fiabilité) et
- d'oblitérations de l'angle costo-phrénique (mesurés par les rapports de cotes et les kappas d'agrément ainsi que par les pourcentages d'agrément pour la fiabilité)

La **DR HC détecte plus que la CR HC** :

- de petites opacités selon 12 scores de profusion (mesurées par les différences de scores moyens).

La **DR HC est aussi valide que la CR HC** pour :

- les opacités $\geq 1/0$ (mesurées par les surfaces sous la courbe).

Enfin, la **CR HC est supérieure à la DR HC** sur le plan de la fiabilité pour :

- les petites opacités (toutes) (mesurées par les kappas d'agrément).

Tableau 2 Résumé des principaux résultats des trois articles comparant les technologies numériques entre elles selon différentes anomalies parenchymateuses et pleurales

Anomalies	Mesure	DR HC*	Référence	CR HC*	Référence
Anomalies parenchymateuses (toutes)	Fréquence*	> DR SC*	Franzblau <i>et al.</i> , 2009	-	
	Fiabilité*	= DR SC	Sen <i>et al.</i> , 2010	-	
Petites opacités (toutes)	Fiabilité	-		> DR HC	Takashima <i>et al.</i> , 2007
Petites opacités selon 12 scores de profusion	Fréquence	> DR SC	Franzblau <i>et al.</i> , 2009	< DR HC	Takashima <i>et al.</i> , 2007
	Fiabilité	= DR SC	Sen <i>et al.</i> , 2010	-	
Petites opacités $\geq 1/0$	Validité*	-		= DR HC	Takashima <i>et al.</i> , 2007
Grandes opacités	Fréquence	> DR SC	Franzblau <i>et al.</i> , 2009	-	
	Fiabilité	= DR SC	Sen <i>et al.</i> , 2010	-	
Anomalies pleurales (toutes)	Fréquence	> DR SC	Franzblau <i>et al.</i> , 2009	-	
	Fiabilité	= DR SC	Sen <i>et al.</i> , 2010	-	
Épaississements pleuraux diffus	Fréquence	= DR SC	Franzblau <i>et al.</i> , 2009	-	
	Fiabilité	= DR SC	Sen <i>et al.</i> , 2010	-	
Oblitération de l'angle costo-phrénique	Fréquence	= DR SC	Franzblau <i>et al.</i> , 2009	-	
	Fiabilité	= DR SC	Sen <i>et al.</i> , 2010	-	

* DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée; fréquence = rapport de cotes, différence de score moyen de profusion; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; fiabilité = kappas d'agrément interlecteurs et intra et inter radiographies; validité = surfaces sous la courbe (ROC).

En général, la DR HC détecte plus ou autant d'anomalies que la DR SC et que la CR HC. Les médecins doivent cependant être prudents face à ces résultats, car ils reposent sur peu d'études.

Finalement, advenant l'apparition d'une nouvelle anomalie à la radiographie chez un travailleur inscrit dans un programme de dépistage depuis plusieurs années, le médecin devra se demander si cette nouvelle image résulte de l'évolution naturelle de la maladie ou d'une technologie plus sensible. La même question se posera au niveau des bilans collectifs qui seront réalisés suite à des dépistages.

Conclusion

Il est assez clair que le passage au numérique amènera une meilleure qualité de l'image et une plus grande visibilité des structures anatomiques. Pour la détection des anomalies pleuropulmonaires, la radiographie numérique pourra entraîner une détection plus élevée de certaines anomalies, une détection égale de certaines autres anomalies et une diminution de l'identification d'autres anomalies. Il faut cependant être prudent, car ces résultats reposent sur peu d'études. Enfin, il apparaît important d'observer les directives essentielles à une bonne réalisation et une bonne interprétation des radiographies numériques qui sont clairement définies par le BIT et le NIOSH.

Références

Abattan S, De Guire L. Virage de la radiographie argentique vers la radiographie numérique pour le dépistage des pneumoconioses à l'Institut national de santé publique du Québec. Institut national de santé publique du Québec. Montréal. Avril 2014.

Bacher K, Smeets P, Bonnarens K, De Hauwere A, Verstraete K, Thierens H. Dose reduction in patients undergoing chest imaging: digital amorphous silicon flat-panel detector radiography versus conventional film-screen radiography and phosphor-based computed radiography. *AJR* 2003; 181: 923-9.

Baudhuin P, Nuzzo V, Zimmermann N. Radiologie numérique-le numérique devient conventionnel. Société Française de Radiologie : mise à jour le 13/08/2010. <http://www.sfrnet.org/sfr/professionnels/2-infos-professionnelles/10-rsna/2003/aspect-technologique/article.phtml?id=rc%2Forg%2Fsfnet%2Fhtm%2FArticle%2F2004%2Fmie-20040223-000000-07586>. [Consulté en ligne le 19 juin 2013].

Centers for Disease Control and Prevention. Chest radiography: the NIOSH B reader program. 2013. <http://www.cdc.gov/niosh/topics/chestradiography/breader.html>. [Consulté en ligne le 6 août 2013].

Chotas HG, Ravin CE. Digital chest radiography with a solid-state flat-panel X-ray detector: contrast-detail evaluation with processed images printed on film hard copy. *Radiology* 2001; 218: 679-82.

De Backer AI, Mortelē KJ, De Keulenaer BL. Picture archiving and communication system – Part 2 cost benefit considerations for picture archiving and communication system. *JBR-BTR* 2004; 87: 296-9.

Fedotov IA. Perspectives for revision of the ILO 2000 classification of radiographs. CDC-NIOSH scientific workshop: application of the ILO international classification of radiographs of pneumoconioses to digital chest radiographic images. Centers for Disease Control and Prevention. DHHS (NIOSH) Publication Number 2008-139. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2008-139/Fedotov-ILOPerspective.html>. [Consulté en ligne le 6 août 2013].

Fink C, Hallscheidt PJ, Noeldge G, Kampschulte A, Radeleff B, Hosch WP *et al.* Clinical comparative study with a large-area amorphous silicon flat-panel detector: image quality and visibility of anatomic structures on chest radiography. *AJR* 2002; 178: 481-6.

Franzblau A, Kazerooni EA, Sen A, Goodsitt MM, Lee SY, Rosenman KD *et al.* Comparison of digital radiographs with film radiographs for classification of pneumoconiosis. *Acad Radiol* 2009; 16: 669-77.

Ganten M, Radeleff B, Kampschulte A, Daniels MD, Kauffmann GW, Hansmann J. Comparing image quality of flat-panel chest radiography with storage phosphor radiography and film-screen radiography. *AJR* 2003; 181: 171-6.

Hennigs SP, Garmer M, Jaeger HJ, Classen R, Jacobs A, Gissler HM *et al.* Digital chest radiography with a large-area flat-panel silicon X-ray detector: clinical comparison with conventional radiography. *Eur Radiol* 2001; 11: 1688-96.

International Labour Office. Guidelines for the use of the ILO international classification of radiographs of pneumoconioses: ILO standard digital images (ILO 2011-D) in dicom format. 2011a.

http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/--dgreports/--dcomm/--publ/documents/publication/wcms_168337.pdf. [Consulté en ligne le 7 janvier 2013].

International Labour Office. Guidelines for the use of the ILO international classification of radiographs of pneumoconioses. Revised edition 2011. 2011b.

http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_168260.pdf. [Consulté en ligne le 6 août 2013].

Kroft LJM, Veldkamp WJH, Mertens BJA, Boot MV, Geleijns J. Comparison of eight different digital chest radiography systems: variation in detection of simulated chest disease. *AJR* 2005; 185: 339-46.

Laney AS, Petsonk EL, Wolfe AL, Attfield MD. Comparison of storage phosphor computed radiography with conventional film-screen radiography in the recognition of pneumoconiosis. *Eur Respir J* 2010; 36: 122-7.

Laney AS, Petsonk EL, Attfield MD. Intramodality and intermodality comparisons of storage phosphor computed radiography and conventional film-screen radiography in the recognition of small pneumoconiotic opacities. *Chest* 2011; 140: 1574-80.

Larson TC, Holiday DB, Antao VC, Thomas J, Pinheiro G, Kapil V *et al.* Comparison of digital with film radiographs for the classification of pneumoconiotic pleural abnormalities. *Acad Radiol* 2012; 19: 131-40.

Lee WJ, Choi BS, Kim SJ, Park CK, Park JS, Tae S *et al.* Development of standard digital images for pneumoconiosis. *J Korean Med Sci* 2011; 26: 1403-8.

Lee WJ, Choi BS. Utility of digital radiography for the screening of pneumoconiosis as compared to analog radiography: radiation dose, image quality, and pneumoconiosis classification. *Health Phys* 2012; 103: 64-9.

Lee WJ, Choi BS. Reliability and validity of soft copy images based on flat-panel detector in pneumoconiosis classification: comparison with the analog radiographs. *Acad Radiol* 2013; 20: 746-51.

Mao L, Laney AS, Wang ML, Sun X, Zhou S, Shi J *et al.* Comparison of digital direct readout radiography with conventional film-screen radiography for the recognition of pneumoconiosis in dust-exposed Chinese workers. *J Occup Health* 2011; 53: 320-6.

NIOSH. NIOSH Guideline. Application of digital radiography for the detection and classification of pneumoconiosis. DHHS (NIOSH) Publication Number 2011-198. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-198/pdfs/2011-198.pdf>. [Consulté en ligne le 6 août 2013].

Samei E. Acquisition of digital chest images for pneumoconiosis classification: methods, procedures, and hardware. CDC 2008. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2008-139/pdfs/Pres-Samei-Acquisition.pdf>. [Consulté en ligne le 6 août 2013].

Schaeffer CM, Greene R, Oliver LC, Lanza RC, Hall D, Lindemann SR *et al.* Screening for asbestos-related pleural disease with digital storage phosphor radiography. *Invest Radiol* 1990; 25: 645-50.

Sen A, Lee SY, Gillespie BW, Kazerooni EA, Goodsitt MM, Rosenman KD *et al.* Comparing film and digital radiographs for reliability of pneumoconiosis classifications: a modeling approach. *Acad Radiol* 2010; 17: 511-9.

Szklo M, Nieto FJ. *Epidemiology beyond the basics*. Gaithersburg: Aspen publishers; 2000.

Takashima Y, Suganuma N, Sakurazawa H, Itoh H, Hirano H, Shida H *et al.* A flat-panel detector digital radiography and a storage phosphor computed radiography: screening for pneumoconioses. *J Occup Health* 2007; 49: 39-45.

van Heesewijk HPM, van der Graaf Y, de Valois JC, Vos JA, Feldberg MAM. Chest imaging with a selenium detector versus conventional film radiography: a CT-controlled study. *Radiology* 1996; 200: 687-90.

Woodard PK, Slone RM, Gierada DS, Reiker GG, Pilgram TK, Jost RG. Chest radiography: depiction of normal anatomy and pathologic structures with selenium-based digital radiography versus conventional screen-film radiography. *Radiology* 1997; 203: 197-201.



EXPERTISE
CONSEIL



INFORMATION



FORMATION

www.inspq.qc.ca



RECHERCHE
ÉVALUATION
ET INNOVATION



COLLABORATION
INTERNATIONALE



LABORATOIRES
ET DÉPISTAGE

Institut national
de santé publique

Québec

