



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

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

Direction des risques biologiques
et de la santé au travail

Avril 2014

AUTEURS

Spéro Abattan, agent de planification, de programmation et de recherche
Direction des risques biologiques et de la santé au travail

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, Marc Dionne, Luc Bhérer et Denis Laliberté, 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 : 978-2-550-70865-0 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2014)

RÉSUMÉ

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) 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.

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 Réseau de santé publique en santé au travail lors de la présentation des résultats des dépistages aux travailleurs.

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.

La technologie argentique est composée d'un récepteur comprenant un écran scintillateur et un film argentique. 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*). La radiographie argentique postéro-antérieure est la méthode de dépistage des pneumoconioses depuis le début du vingtième siècle. La technologie numérique transforme 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. 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*) inventée en 1975 et la radiographie détecteur-récepteur (DR ou *digital radiography*) développée au début des années 1990. 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. Les images numériques imprimées sur film doivent être comparées aux images imprimées standards du BIT 2000. Les images lues sur moniteur doivent être comparées aux standards numériques du BIT 2011-D (lus eux aussi sur

moniteur). La lecture des radiographies doit respecter des conditions bien précises et certaines approches sont non recommandées.

La technologie argentique présente les avantages d'être simple à réaliser, peu coûteuse et elle utilise une dose d'irradiation faible. Par contre, elle peut entraîner un taux de reprise élevé des radiographies, car elle est sujette à la sur ou à la sous-exposition. De plus, la gestion des films est un inconvénient important. La technologie numérique est rapide d'exécution et l'affichage de l'image est instantané. Elle offre une facilité d'accès et de manipulation des images, un archivage plus facile et peu coûteux. Cependant, son coût d'installation est élevé et il est nécessaire de standardiser les logiciels et les disques durs. La DR est plus avantageuse que la CR, car l'acquisition de l'image est instantanée, la dose d'irradiation est plus faible 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.

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 avec la DR image imprimée (DR *hard copy* ou DR HC) et la DR image moniteur (DR *soft copy* ou DR SC) sont en général supérieures aux images générées par la RA. Un peu moins d'études ont abordé la CR; la plupart d'entre elles montrent la supériorité de la CR image moniteur (CR *soft copy* ou CR SC) sur la RA ou son égalité. Dans deux études où la CR image imprimée (CR *hard copy* ou CR HC) et la RA ont été comparées, la RA est égale ou supérieure à la CR. Enfin, la qualité des images de la DR HC et de la DR SC sont respectivement supérieures à celles de la CR HC et de la CR SC. Les médecins du RSPSAT peuvent donc être rassurés sur la qualité des images radiologiques et sur 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.

Onze des 16 études retenues pour analyse ont permis de comparer, entre les différents types de radiographies, les résultats sur la détection des diverses anomalies pleuroparenchymateuses. Les radiographies numériques sont supérieures ou égales à la RA, sur le plan de la fiabilité et de la validité, et elles détectent plus ou autant d'anomalies parenchymateuses (toutes), de petites opacités (toutes) et de petites opacités de forme irrégulière par rapport aux rondes. Les radiographies numériques sont égales à la RA, sur le plan de la fiabilité ou de la validité et elles détectent autant d'opacités $\geq 1/0$, d'épaississements pleuraux diffus et d'oblitérations de l'angle costo-phrénique. Enfin, la RA détecte plus de petites opacités selon 12 scores de profusion que la CR HC, plus de grandes opacités que la DR SC et plus d'anomalies pleurales (toutes) que la DR HC, la DR SC et la CR SC. Les médecins du RSPSAT doivent donc s'attendre à ce que les radiographies numériques de dépistage des différentes anomalies parenchymateuses et pleurales détectent plus ou autant d'anomalies que la RA dans la majorité des cas.

Seulement trois études ont comparé les radiographies numériques entre elles. 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), de petites opacités selon 12 scores de profusion, de grandes

opacités et d'anomalies pleurales et autant d'épaississements pleuraux diffus et d'oblitérations de l'angle costo-phrénique. La comparaison de la DR HC et de la CR HC montre que la première technologie identifie plus de petites opacités selon 12 scores de profusion et que les deux types de radiographies sont aussi valides pour la détection des opacités $\geq 1/0$. Enfin, la CR HC est plus fiable que la DR HC pour la détection des petites opacités (toutes).

En général, la DR HC détecte donc 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.

Enfin, 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 à la suite des dépistages.

En 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.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	VII
GLOSSAIRE	IX
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES	XI
INTRODUCTION.....	1
1 BUT ET OBJECTIFS	3
2 MÉTHODES.....	5
3 RÉSULTATS	7
3.1 Techniques de prise des films argentiques et numériques et modalités d'interprétation	7
3.1.1 Technologie argentique	7
3.1.2 Technologies numériques	7
3.1.3 Production des images des technologies argentique et numériques.....	11
3.1.4 Modalités d'interprétation des radiographies numériques	11
3.2 Avantages et inconvénients des radiographies argentiques et numériques.....	13
3.2.1 Radiographie argentique	13
3.2.2 Radiographie numérique	13
3.3 Qualité de l'image radiologique et visibilité des structures anatomiques.....	14
3.3.1 Échelles de qualité et de visibilité et indicateurs utilisés	14
3.3.2 Qualité des radiographies.....	14
3.3.3 Visibilité des structures anatomiques.....	21
3.4 Anomalies détectées sur les radiographies	25
3.4.1 Indicateurs utilisés	25
3.4.2 Anomalies parenchymateuses.....	28
3.4.3 Anomalies pleurales	41
3.5 Anomalies non spécifiquement reliées à une pneumoconiose	49
3.6 Résumé des principales conclusions pour les médecins responsables	50
3.6.1 Qualité des images et visibilité des structures anatomiques	50
3.6.2 Anomalies pulmonaires et pleurales	51
4 DISCUSSION.....	55
4.1 Nombre d'études.....	55
4.2 Anomalies détectées.....	56
4.2.1 Anomalies parenchymateuses.....	56
4.2.2 Anomalies pleurales	59
4.2.3 Influence de la qualité des images radiologiques et de la visibilité des structures anatomiques.....	60
4.3 Implications pour les médecins du Réseau de santé publique en santé au travail	61
4.3.1 Type de radiographie numérique.....	61
4.3.2 Anomalies dépistées par les technologies numériques.....	62
CONCLUSION	65

RÉFÉRENCES	67
ANNEXE A RADIOGRAPHIES RÉALISÉES PAR LES SERVICES CLINIQUES DE DÉPISTAGE DE L'INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC.....	71
ANNEXE B CLASSIFICATIONS PROPOSÉES POUR L'INTERPRÉTATION DES KAPPAS	75
ANNEXE C ÉTUDES TRAITANT DE LA QUALITÉ DES IMAGES DES RADIOGRAPHIES ARGENTIQUES ET NUMÉRIQUES OU DE LA VISIBILITÉ DES STRUCTURES ANATOMIQUES	79
ANNEXE D ÉTUDES DÉCRIVANT LES ANOMALIES RELIÉES AUX PNEUMOCONIOSES SUR DES RADIOGRAPHIES ARGENTIQUES ET NUMÉRIQUES	89
ANNEXE E ÉTUDES DÉCRIVANT DIVERSES ANOMALIES PULMONAIRES NON SPÉCIFIQUEMENT RELIÉES AUX PNEUMOCONIOSES SUR DES RADIOGRAPHIES ARGENTIQUES ET NUMÉRIQUES.....	113
ANNEXE F FORMULAIRE D'INTERPRÉTATION DES RADIOGRAPHIES DE DÉPISTAGE DES PNEUMOCONIOSES	117
ANNEXE G SYNTHÈSE DES ÉTUDES DÉCRIVANT LES ANOMALIES RELIÉES À DES PNEUMOCONIOSES OU AUTRES SUR DES RADIOGRAPHIES ARGENTIQUES ET NUMÉRIQUES.....	121

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Qualité des radiographies, indicateurs utilisés et résultats.....	16
Tableau 2	Visibilité des structures anatomiques, indicateurs utilisés et résultats.....	22
Tableau 3	Études comparant les radiographies argentiques et numériques selon la population, les anomalies évaluées et les indicateurs utilisés	26
Tableau 4	Études comparant les anomalies parenchymateuses (toutes) sur des radiographies argentiques et numériques	28
Tableau 5	Études comparant les petites opacités parenchymateuses (toutes) sur des radiographies argentiques et numériques	30
Tableau 6	Études comparant les 12 scores de profusion des petites opacités parenchymateuses sur des radiographies argentiques et numériques	32
Tableau 7	Études comparant les quatre scores de profusion des petites opacités parenchymateuses sur des radiographies argentiques et numériques	33
Tableau 8	Études comparant les petites opacités parenchymateuses $\geq 1/0$ sur des radiographies argentiques et numériques	34
Tableau 9	Études comparant les autres petites opacités parenchymateuses sur des radiographies argentiques et numériques	36
Tableau 10	Études comparant la forme des petites opacités parenchymateuses sur des radiographies argentiques et numériques	38
Tableau 11	Études comparant la taille des petites opacités parenchymateuses sur des radiographies argentiques et numériques	39
Tableau 12	Études comparant les grandes opacités parenchymateuses sur des radiographies argentiques et numériques.....	40
Tableau 13	Études comparant les anomalies pleurales (toutes) sur des radiographies argentiques et numériques.....	42
Tableau 14	Études comparant les épaississements pleuraux diffus sur des radiographies argentiques et numériques.....	45
Tableau 15	Études comparant les oblitérations de l'angle costo-phrénique sur des radiographies argentiques et numériques	47
Tableau 16	Études comparant les plaques pleurales sur des radiographies argentiques et numériques	48
Tableau 17	Études comparant les autres anomalies pleurales sur des radiographies argentiques et numériques.....	49
Tableau 18	Étude comparant des anomalies non spécifiquement reliées à une pneumoconiose sur des radiographies argentiques et numériques	50
Tableau 19	Résumé des principaux résultats comparant les technologies argentique et numériques selon différentes anomalies parenchymateuses et pleurales.....	52

Tableau 20	Résumé des principaux résultats des trois articles comparant les technologies numériques entre elles selon différentes anomalies parenchymateuses et pleurales.....	54
------------	---	----

GLOSSAIRE

Coefficient de corrélation : nombre entre - 1 et + 1 exprimant la force de l'association linéaire entre deux variables numériques. Dans un échantillon, l'estimation est notée r . Un coefficient de corrélation de 0 indique qu'il n'y a pas de relation linéaire entre les deux variables. Un coefficient de corrélation de + 1 indique une relation linéaire positive parfaite, alors qu'un coefficient de corrélation de - 1 indique une relation linéaire négative parfaite.

Exactitude : dans le cadre d'un test diagnostique, proportion dans laquelle les résultats correspondent à ceux du test de référence choisi, c'est-à-dire somme des vrais positifs et des vrais négatifs divisée par la taille de l'échantillon de la population étudiée. En anglais *accuracy*.

Fiabilité : capacité d'un examen ou d'un test, effectué à plusieurs reprises et dans la même population, à produire le même résultat (fiabilité test/retest). En anglais *reliability*.

Kappa : mesure du degré de concordance entre deux mesures de la même variable catégorique en surcroît de la concordance due au simple fait du hasard. On peut mesurer la concordance entre deux examinateurs ou entre deux moments de mesure pour un même examinateur.

Sensibilité : caractéristique de la performance d'un test diagnostique, qui se définit comme la proportion des personnes qui ont un résultat de test positif parmi les malades; elle se calcule ainsi : $[\text{vrais positifs} \div (\text{vrais positifs} + \text{faux négatifs})]$. En anglais *sensitivity*.

Spécificité : caractéristique de la performance d'un test diagnostique, qui se définit comme la proportion des personnes qui ont un résultat de test négatif parmi les non malades; elle se calcule ainsi : $[\text{vrais négatifs} \div (\text{vrais négatifs} + \text{faux positifs})]$. En anglais *specificity*.

Surface sous la courbe : dans l'évaluation d'un test diagnostique ou de dépistage, représentation graphique de la relation entre la proportion de vrais positifs (sensibilité) et de faux positifs ($1 - \text{spécificité}$) pour différents seuils de positivité du test. L'aire sous la courbe ROC exprime la performance d'un test indépendamment de la population de patients et peut servir à comparer plusieurs tests. En anglais *Receiver operating characteristics* ou ROC.

Valeur prédictive négative : caractéristique de la performance d'un test, qui se définit comme la proportion des personnes qui n'ont pas la maladie parmi celles qui ont un résultat négatif à un test diagnostique; elle se calcule ainsi : $[\text{vrais négatifs} \div (\text{vrais négatifs} + \text{faux négatifs})]$.

Valeur prédictive positive : caractéristique de la performance d'un test, qui se définit comme la proportion des personnes qui ont la maladie parmi celles qui ont un résultat positif à un test diagnostique; elle se calcule ainsi : $[\text{vrais positifs} \div (\text{vrais positifs} + \text{faux positifs})]$.

Validité : capacité du résultat d'une mesure ou d'une étude à s'avérer juste et exempt de biais (d'erreurs systématiques).

Toutes les définitions utilisées dans cette page proviennent du Glossaire en évaluation des technologies de la santé.

Certaines d'entre elles s'appliquent non seulement au diagnostic, mais aussi au dépistage.

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

RA	Radiographie argentique
a-Se	Sélénium amorphe
a-Si	Silicium amorphe
BIT	Bureau international du Travail
CCD	<i>Charge-coupled device</i>
Csi	Iodure de césium
CR	<i>Computed radiography</i> ou radiographie cassette-récepteur
CR HC	Radiographie cassette-récepteur image imprimée
CR SC	Radiographie cassette-récepteur image moniteur
DQE	<i>Quantum detection efficiency</i> ou <i>detective quantum efficiency</i> ou efficacité quantique de détection
DR	<i>Digital radiography</i> ou radiographie détecteur-récepteur
DR HC	Radiographie détecteur-récepteur image imprimée
DR SC	Radiographie détecteur-récepteur image moniteur
ERLM	Écran radio luminescent à mémoire
<i>Hard copy</i>	Image imprimée
GadOx	Oxyde de gadolinium
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
m ²	Mètre carré
mm	Millimètre
mSy	Millisievert
NIOSH	National Institute for Occupational Health and Safety
PACS	<i>Picture archiving and communication system</i>
<i>Pixel pitch</i>	Pas du pixel au moniteur
RSPSAT	Réseau de santé publique en santé au travail
ROC	<i>Receiver operating characteristic</i>
SCD	Services cliniques de dépistage
<i>Soft copy</i>	Image moniteur
<i>Storage phosphor</i>	Scintillateur à mémoire
TFD	<i>Thin-film diodes</i> ou matrices de diodes
TFT	<i>Thin-film transistors</i> ou matrices de transistors

INTRODUCTION

Au Québec, le Règlement sur les examens de santé pulmonaire des travailleurs des mines, découlant de la Loi sur la santé et sécurité du travail, assure une surveillance médicale des travailleurs de ce secteur lorsqu'ils sont exposés à de l'amiante et à de la silice, en vue de la prévention et du dépistage des maladies pulmonaires causées par ces contaminants. Le Règlement prévoit entre autres que les travailleurs passent une radiographie pulmonaire postéro-antérieure et que les équipements de radiologie, ainsi que la procédure d'examen soient conformes aux instructions du Bureau international du Travail (BIT) de 1980. De plus, l'interprétation de la radiographie doit être basée sur la comparaison avec les films standardisés du BIT et sur le guide de classification des images radiographiques des pneumoconioses de cette organisation (Gouvernement du Québec, 2013).

Présentement, la radiographie pulmonaire de dépistage des pneumoconioses est réalisée sur un film argentique (technologie argentique ou analogique) et l'interprétation des images radiographiques est faite par deux radiologues qui ont été formés comme lecteurs B selon le programme du National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH) (Centers for Disease Control and Prevention, 2013). La participation à ce programme de formation est sanctionnée par un examen et la réussite de cet examen signifie que le lecteur est habilité à interpréter les radiographies de dépistage des pneumoconioses.

De 2006 à 2013, les Services cliniques de dépistage (SCD) de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) ont réalisé 28 826 radiographies de dépistage des pneumoconioses auprès de travailleurs provenant de 1 293 entreprises à travers le Québec (tableau A1, annexe A).

Compte tenu des difficultés qu'éprouvent présentement les SCD en matière d'approvisionnement en films argentiques et en pièces de remplacement des éléments défectueux, il a été décidé de passer de la technologie argentique à la technologie numérique.

1 BUT ET OBJECTIFS

La présente étude vise à décrire les changements que pourrait apporter le virage technologique de la radiographie argentique vers la radiographie numérique, 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 dépistages. Pour ce faire, il a fallu au préalable expliquer les différentes techniques radiologiques. Profitant des articles révisés pour ce travail, et à l'aide de publications plus générales, les auteurs ont aussi recueilli des informations qui pourraient éclairer les décideurs dans leur choix entre les différentes technologies disponibles.

Les objectifs de ce travail sont de :

1. décrire sommairement la technique de prise des films argentiques et numériques et les modalités d'interprétation des radiographies effectuées avec ces films;
2. résumer les avantages et les inconvénients de la prise de films argentiques et numériques;
3. revoir les études épidémiologiques comparant les résultats des radiographies argentiques et numériques effectuées dans le contexte du dépistage des pneumoconioses (qualité des images radiologiques, visibilité des structures anatomiques, anomalies détectées) et
4. résumer les principales conclusions issues de la revue des études épidémiologiques pouvant aider les médecins du RSPSAT qui prescrivent les radiographies de dépistage des pneumoconioses lors de la présentation des résultats aux travailleurs.

2 MÉTHODES

Une recherche documentaire a été réalisée en mai 2013 à l'aide des bases de données bibliographiques PubMed, Santécom, 360 Search, Medline et Embase.

Les combinaisons suivantes de mots clés en français ou en anglais ont été utilisées : *digital pneumoconiosis radiography*, *screening pneumoconiosis*, *comparison digital and film radiography in pneumoconiosis*, *imaging pneumoconiosis*, *comparative study radiography pneumoconiosis*, *chest radiography pneumoconiosis*, radiographie numérique pneumoconioses, comparaison radiographie conventionnelle et numérique dans pneumoconioses, dépistage radiographique des pneumoconioses.

Cette recherche a permis d'identifier de 640 à 7 421 documents selon la base de données consultée et les mots clés utilisés. Deux évaluateurs ont alors procédé à une première sélection des études sur la base de leur titre et de leur résumé. Par la suite, les articles publiés dans des langues autres que le français ou l'anglais et ceux décrivant d'autres techniques que la radiographie (tomographie, imagerie par résonnance magnétique, échographie, etc.) ont été éliminés. C'est ainsi que 65 articles ont été retenus. Enfin, en appliquant le critère de comparaison des deux technologies dans le cadre d'un dépistage, 16 études ont été conservées pour une analyse approfondie.

La littérature grise a été mise à contribution pour recueillir des informations générales sur les deux technologies et sur leur performance dans le dépistage des pneumoconioses. Il s'agit notamment des monographies du BIT et du NIOSH ainsi que du site web de la Société Française de Radiologie.

3 RÉSULTATS

3.1 TECHNIQUES DE PRISE DES FILMS ARGENTIQUE ET NUMÉRIQUES ET MODALITÉS D'INTERPRÉTATION

3.1.1 Technologie argentique

Le système de radiographie conventionnelle est composé essentiellement d'un récepteur (cassettes radiographiques) comprenant un écran scintillateur et un film radiologique argentique. Lorsque les rayons X frappent l'écran scintillateur, 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 les images radiologiques définitives (Baudhuin *et al.*, 2010) (figure 1).

Dès le début du vingtième siècle, la radiographie argentique postéro-antérieure est devenue la méthode de dépistage des pneumoconioses (Sen *et al.*, 2010).

3.1.2 Technologies numériques

La technologie argentique, dont l'accessibilité et l'utilité ne sont plus à démontrer, est en voie de remplacement par les technologies numériques (Laney *et al.*, 2010). En effet, durant les trois dernières décennies, de nombreux centres médicaux de par le monde ont adopté différentes formes de radiographies numériques dans leur pratique clinique (Sen *et al.*, 2010), y compris dans le dépistage des pneumoconioses. Ceci a amené les deux organismes les plus importants impliqués dans la surveillance des pneumoconioses, le BIT et le NIOSH, à mettre à jour leurs normes et directives en la matière.

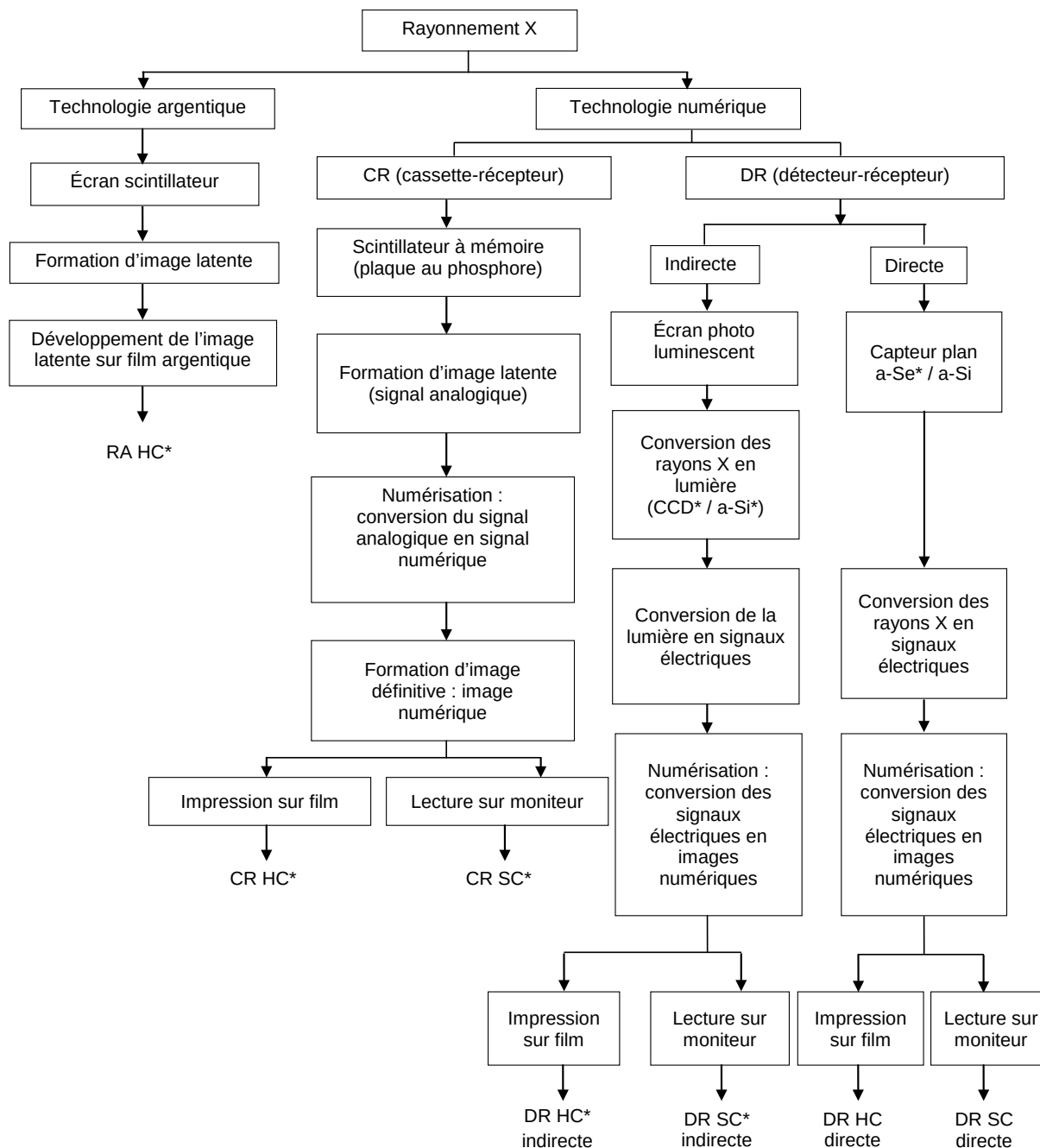


Figure 1 Caractéristiques des radiographies argentiques et numériques

* 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.

Les technologies numériques transforment les images de rayonnement créées par le passage du rayon X à travers l'objet à radiographier, en images numériques, par le remplacement du couple écran-film par un récepteur qui permet cette numérisation (Baudhuin *et al.*, 2010).

Globalement, on distingue deux technologies de radiographie numérique :

- la radiographie cassette-récepteur (CR) (ou *computed radiography* ou *storage phosphor computed radiography* ou *digital storage phosphor radiography* ou *photostimulable storage phosphor detector*) (Kroft *et al.*, 2004; Baudhuin *et al.*, 2010;) et
- la radiographie détecteur-récepteur (DR) (ou *digital radiography* ou *digital radiography systems*).

3.1.2.1 Radiographie cassette-récepteur ou CR

La CR, inventée en 1975 et commercialisée dès 1983, est la toute première forme de technologie numérique à remplacer la radiographie conventionnelle (Samei, 2008; Kroft *et al.*, 2004). La CR utilise le processus radiologique classique et numérise simplement l'image obtenue (Takashima *et al.*, 2007).

Le système de la CR est composé de cassettes avec écran radio luminescent à mémoire (ERLM), d'un lecteur, d'une station informatique avec des moniteurs de visualisation des images ainsi qu'un logiciel de traitement des images. La cassette comporte un écran photostimulable qui en fait est un scintillateur à mémoire (*storage phosphor*) dont le revêtement est constitué de cristaux de chlorure ou d'iodure de baryum fluoré renforcé à l'euporium (Baudhuin *et al.*, 2010).

La CR se déroule en deux étapes principales : la formation d'une image latente et la lecture de l'image latente (figure 1). Tout d'abord, en traversant le scintillateur, les rayons X interagissent avec les cristaux et provoquent une perte d'électrons proportionnelle à leur nombre et à leur intensité. Ces électrons accèdent à un niveau d'énergie supérieur et provoquent une instabilité énergétique des cristaux conduisant ainsi à la formation de l'image latente (Baudhuin *et al.*, 2010; Samei, 2008).

Ensuite, la cassette est insérée dans un lecteur qui balaie point par point l'ERLM à l'aide d'un faisceau de lumière (laser) ou d'un système qui émet une forte chaleur, dépendamment des techniques. Cette irradiation supplémentaire provoque le retour des cristaux à leur état stable libérant ainsi l'énergie stockée par l'ERLM sous la forme de photons captés par un guide de lumière. Ces photons sont convertis en signal électrique analogique dans un photomultiplicateur. Ce signal électrique analogique est à son tour amplifié et converti en signal numérique. Il s'ensuit un traitement informatique qui permet de visualiser l'image définitive sur un écran d'ordinateur.

La cassette est réutilisable après exposition à un faisceau d'initialisation qui supprime toute énergie rémanente (Baudhuin *et al.*, 2010; Samei, 2008).

En résumé, le fonctionnement de la CR est le suivant (Baudhuin *et al.*, 2010; Samei, 2008) :

- excitation du scintillateur par les rayons X (*phosphor excitation by X-rays*);
- formation d'image latente;
- stimulation par le faisceau lumière ou par la chaleur (*stimulation by light*);
- émission de lumière;

- collection de lumière et
- numérisation du signal et formation d'image définitive.

3.1.2.2 Radiographie détecteur-récepteur ou DR

La DR a été développée au début des années 1990 (Samei, 2008). Elle permet d'obtenir une image numérique directement sur l'écran d'ordinateur sans avoir à manipuler de cassette. Elle peut être directe ou indirecte selon l'utilisation ou non d'un scintillateur dans le processus de transformation du rayonnement X en signal électrique (Baudhuin *et al.*, 2010).

Radiographie détecteur-récepteur indirecte

À l'instar de la CR, la DR indirecte est aussi une technologie basée sur un scintillateur (figure 1). Le rayonnement X émis en direction du scintillateur ou de l'écran photoluminescent (iodure de césium ou CsI, oxyde de gadolinium ou GadOx) est converti instantanément en lumière (photons lumineux). La conversion des informations sous forme de signal électrique ne se fait que dans un second temps au moyen de caméras à CCD (*charge-coupled device*) ou de matrices de diodes lues par une matrice de transistors (*thin-film diodes* ou TFD et *thin-film transistors* ou TFT à base de silicium amorphe ou a-Si). Ces caméras permettent de réaliser une image de pixels après récupération de tous les signaux électriques ou chargés (Baudhuin *et al.*, 2010; Kroft *et al.*, 2004). La dernière étape est celle de l'amplification et de la conversion des signaux électriques en signaux numériques pour la formation d'images numériques définitives sur écran d'ordinateur (Samei, 2008).

En résumé, le fonctionnement de la DR indirecte est le suivant (Baudhuin *et al.*, 2010; Kroft *et al.*, 2004; Samei, 2008) :

- excitation du scintillateur par les rayons X (*detection by a phosphor CsI, GadOx*);
- conversion des rayons X en lumière visible;
- conversion de la lumière en signal électrique par une matrice de photodiodes ou caméras CCD et
- numérisation du signal et formation d'image définitive.

Radiographie détecteur-récepteur directe

La DR directe est une technologie qui fonctionne sans plaque au phosphore (Takashima *et al.*, 2007). Contrairement aux deux technologies précédentes, la DR directe est basée sur un détecteur à capteur plan (*photoconductor flat panel detector*) capable de convertir directement l'énergie transmise par les rayons X en un signal électrique (figure 1). Ces capteurs plans sont constitués d'un ensemble de sélénium amorphe et de silicium amorphe (a-Se/a-Si). Sous l'effet rayonnement X, la couche de sélénium est polarisée et il se produit des paires d'électrons-trous qui sont collectées sur une électrode. Ces charges capturées sont converties en signal électrique par un réseau de transistors TFT (Baudhuin *et al.*, 2010). Les signaux électriques, à leur tour, sont amplifiés et convertis en signaux numériques pour la formation des images numériques définitives sur écran d'ordinateur (Samei, 2008).

En résumé, le fonctionnement de la DR directe est le suivant (Kroft *et al.*, 2004; Samei E, 2008) :

- excitation du photoconducteur par les rayons X (*detection by a photoconductor Se*);
- conversion des rayons X directement en signal électrique par un réseau de transistor TFT et
- numérisation du signal et formation d'image définitive.

La DR est la deuxième étape d'évolution dans la technologie des radiographies numérisées.

3.1.3 Production des images des technologies argentique et numériques

L'image issue de la technologie argentique est imprimée sur un film argentique (*hard copy*). Les images produites par les deux technologies numériques peuvent être imprimées sur un film laser (*hard copy* ou image imprimée) ou elles peuvent être lues directement sur des moniteurs au moyen d'écrans (*soft copy* ou image moniteur).

3.1.4 Modalités d'interprétation des radiographies numériques

3.1.4.1 Qualification des lecteurs

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).

Dès 1974, le NIOSH a mis en place un programme de formation en vue de rendre les lecteurs compétents pour une interprétation des radiographies de qualité : c'est le programme des lecteurs B du NIOSH. En 1978, ce programme a été sanctionné par un examen de fin de formation, dont la réussite atteste de la compétence et de la qualification des lecteurs, à lire et à interpréter les radiographies pulmonaires présentant des anomalies compatibles avec une pneumoconiose. Pour être certifié lecteur B du NIOSH, il faut avoir classé 125 radiographies en six heures et avoir obtenu un score de 50 et plus sur un total de 100 points. Ce test évalue l'aptitude des lecteurs à classer correctement les anomalies dans les catégories suivantes : petites opacités (trois sections), grandes opacités, anomalies pleurales et autres anomalies. Avec le développement des nouvelles technologies de radiographie et surtout l'utilisation de la radiographie numérique dans le dépistage des pneumoconioses, le NIOSH a adapté les procédures de formation et d'évaluation des compétences des lecteurs B. Selon le NIOSH, les lecteurs B sont un choix approprié pour les programmes et activités de recherche, de surveillance et d'évaluation des travailleurs, à cause de leur compétence démontrée dans la classification des radiographies de pneumoconioses. Les lecteurs B doivent être réévalués tous les quatre ans pour garder leur statut (Centers for Disease Control and Prevention, 2013).

3.1.4.2 Méthode d'interprétation

Le dépistage des pneumoconioses se fait par la radiographie pulmonaire en suivant les critères du BIT. L'interprétation des images du patient est basée sur la comparaison avec des images radiographiques standardisées et sur le guide de classification des images radiographiques de pneumoconioses du BIT à la recherche d'anomalies pulmonaires compatibles avec une pneumoconiose. 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 désormais se faire (International Labour Office, 2011a). Lorsque les images du patient sont des images numériques imprimées sur film (*hard copy*), le BIT recommande de les comparer avec les images sur des films standards du BIT 2000 et lorsque ce sont des images lues sur moniteur (*soft copy*), ces images devraient être comparées aux standards numériques du BIT 2011-D (images lues sur moniteur) (International Labour Office, 2011b). Les images du patient ainsi que les standards de comparaison devraient être affichés simultanément, côte à côte, et dans des dimensions semblables.

3.1.4.3 Conditions d'interprétation

La lecture des radiographies doit respecter certaines conditions techniques bien précises pour garantir la bonne classification des images. Les écrans de lecture doivent être suffisamment proches pour permettre au lecteur de voir les opacités d'un millimètre (mm) de diamètre, ce qui suppose donc que ces écrans doivent être à peu près à 250 mm de distance du lecteur. Le lecteur doit être confortablement assis. La surface des écrans doit être propre et l'intensité de l'illumination uniformément répartie sur toute la surface. La luminosité générale de la salle de lecture doit être basse, sans éblouissement direct par la lumière du jour. L'environnement doit être calme, confortable et sans éléments de distraction. Les images imprimées sur film ne devraient pas être réduites en dessous des deux tiers de la taille standard des images. Quant aux images moniteur, elles doivent être affichées sur des écrans spécifiques (*medical-grade flat-panel monitor*) conçus pour le diagnostic radiologique, dont la diagonale devrait être au moins de 21 pouces (54 cm), avec un ratio de luminance égal à 50, un maximum de luminance d'au moins 250 candelas par mètre carré (m²), un « pas du pixel au moniteur » (*pixel pitch*) pas plus grand que 210 micromètres et une résolution d'au moins 2,5 lignes-paires par mm (International Labour Office, 2011b). Le NIOSH recommande plutôt une résolution de trois à cinq mégapixels pour les écrans d'affichage des radiographies numériques (NIOSH, 2011).

3.1.4.4 Approches non recommandées

Il n'est pas recommandé :

- d'afficher les images sur les écrans d'un ordinateur personnel portable ou non;
- de comparer les images numériques du patient avec des standards du BIT 2000 affichés sur de vieux négatoscopes;
- de lire les images numériques du patient ou les standards numériques du BIT 2011-D ou les deux dans des formats réduits à moins des deux tiers de leur taille totale et

- d'utiliser des images imprimées sur du papier pour la classification (International Labour Office, 2011b).

3.2 AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES RADIOGRAPHIES ARGENTIQUES ET NUMÉRIQUES

La radiologie numérique est en voie de devenir la technologie d'imagerie médicale de référence un peu partout dans le monde du fait des avantages fondamentaux qu'elle semble offrir par rapport à la radiographie argentique. Dans cette section, les avantages et les inconvénients des deux technologies seront présentés. Les aspects traitant de la qualité des images seront revus dans la section suivante.

3.2.1 Radiographie argentique

La radiographie argentique est simple à réaliser, de moindre coût et elle utilise une dose d'irradiation généralement faible (dose effective de 0,03 millisievert ou mSv) (Fedotov, 2008; van Heesewijk *et al.*, 1996; Bacher *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2011; Lee et Choi, 2012; Lee et Choi, 2013).

Elle présente le désavantage de ne fournir qu'une faible représentation simultanée des tissus ayant des capacités d'absorption substantiellement différentes (*limited exposure range*) (van Heesewijk *et al.*, 1996; Lee et Choi, 2012), ce qui produit à l'image des effets de sur ou de sous exposition ayant pour conséquence un taux élevé de reprise des radiographies (*high retake rate*) (Bacher *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2011; Lee et Choi, 2012). La gestion des films, de l'approvisionnement à la conservation, est aussi un important inconvénient.

3.2.2 Radiographie numérique

L'acquisition de l'image avec la radiographie numérique est rapide et l'affichage de l'image est instantané (Bacher *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2011; Chotas et Ravin, 2001). Du fait de sa grande dynamique d'image (*wide dynamic range*), elle améliore le contraste des structures ou des éléments situés dans les régions anatomiques à faible pénétration par les rayons X et permet une bonne représentation simultanée des tissus ayant des capacités d'absorption substantiellement différentes, ce qui offre l'avantage de ne pas refaire de clichés (Bacher *et al.*, 2003; Ganten *et al.*, 2003). De surcroît, la radiographie numérique offre une facilité d'accès et de manipulation des images (flexibilité dans le traitement et l'affichage des images), un archivage plus facile et peu coûteux (*picture archiving and communication system* ou PACS) et garantit peu de perte d'information. La radiographie numérique rend possible l'interprétation à distance des images du fait de leur transfert au moyen de réseaux de connexion (télédiagnostic/téléradiologie) et permet des diagnostics plus sûrs et précis (Chotas et Ravin, 2001; Fedotov, 2008). Elle entraîne un important gain de temps (Bacher *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2011; Chotas et Ravin, 2001), car l'archivage numérique supprime le temps lié à la manipulation des clichés radiologiques et offre un plus faible coût de l'image (Fedotov, 2008).

Les principaux inconvénients sont liés au coût d'installation élevé, à la nécessité de standardiser les logiciels et les disques durs (Fedotov, 2008) et au coût important d'acquisition du PACS (De Blacker *et al.*, 2004).

La radiographie numérique de type DR présente quelques avantages sur la CR. L'acquisition de l'image est presque instantanée (quatre à six secondes), la dose d'irradiation est plus basse avec une efficacité quantique de détection plus élevée (65 % à 70 % pour la DR versus 25 % pour la CR) (Ganten *et al.*, 2003) et il n'y a pas de cassettes à manipuler. Par contre, le coût d'installation est plus élevé pour la DR que pour la CR. L'avantage de la CR réside dans le fait qu'elle peut être utilisée au chevet des patients, à cause de sa mobilité, contrairement à la DR (Kroft *et al.*, 2005).

3.3 QUALITÉ DE L'IMAGE RADIOLOGIQUE ET VISIBILITÉ DES STRUCTURES ANATOMIQUES

3.3.1 Échelles de qualité et de visibilité et indicateurs utilisés

La qualité de l'image radiologique et la visibilité des structures anatomiques ont été évaluées à l'aide d'échelles qui sont décrites aux tableaux 1 et 2. Pour la qualité, ces échelles utilisent directement les critères du BIT (1 = bonne; 2 = acceptable, ne présentant aucun défaut technique susceptible d'affecter la classification de la radiographie sur le plan de la pneumoconiose; 3 = acceptable en dépit de certaines imperfections techniques, mais néanmoins suffisante pour pouvoir être classifiée; 4 = inacceptable à des fins de classification) ou s'en inspirent. Pour la visibilité, les auteurs se sont inspirés des critères du BIT ou ils ont défini leurs propres critères.

La qualité et la visibilité 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. Les auteurs des publications décrites ci-dessous l'ont mesurée à l'aide de kappas d'agrément intra et interlecteurs, de scores de qualité, de coefficients de Spearman ou 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 ont aussi calculé des pourcentages de radiographies de bonne qualité, des ratios de prévalence ou des rapports de cotes.

Différentes valeurs de kappa ont été obtenues par les auteurs des articles révisés. L'interprétation de ces valeurs est inscrite dans les tableaux 1 et 2 lorsque les auteurs les ont mentionnées. Sinon, Szklo et Nieto ont résumé quelques échelles de classification des kappas qui peuvent être consultées à l'annexe B.

3.3.2 Qualité des radiographies

Nous avons trouvé 12 publications dans lesquelles les auteurs se sont intéressés à la qualité de l'image produite par les radiographies argentiques et numériques. Des scores de qualité ont été établis à partir de la classification des radiographies selon une échelle à deux ou cinq points ou selon les catégories du BIT. Dans la plupart des études, les radiographies ont été comparées entre elles (fiabilité), sauf pour une seule où la comparaison a été faite avec un

réfalon-or (validité) (Lee et Choi, 2013) (tableau 1). De l'information supplémentaire sur ces études peut être consultée aux annexes C et D.

Six de ces études ont comparé la DR et la RA (Hennigs *et al.*, 2001; Fink *et al.*, 2002; Franzblau *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2010; Mao *et al.*, 2011; Lee et Choi, 2013), trois ont examiné la CR et la RA (Laney *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2011; Larson *et al.*, 2012) et les trois dernières ont mis en parallèle les DR, les CR et les RA (Ganten *et al.*, 2003; Bacher *et al.*, 2003; Takashima *et al.*, 2007) (tableau 1).

Sur les neuf études qui ont comparé la DR avec les autres types de radiographies, cinq (Hennigs *et al.*, 2001; Fink *et al.*, 2002; Bacher *et al.*, 2003; Mao *et al.*, 2011; Lee et Choi, 2013) montrent que la DR (HC ou SC) produit des images de meilleure qualité que la RA ou que l'agrément interlecteurs est meilleur; deux trouvent des images de qualité égale entre la DR HC et la RA (Ganten *et al.*, 2003, Takashima *et al.*, 2007) et une conclut à un meilleur agrément sur la qualité de l'image de la RA sur les DR HC et SC (Sen A *et al.*, 2010). Enfin, le dernier article montre que les images de la DR HC sont de qualité supérieure aux images de la DR SC et de la RA et que les images sont d'égale qualité entre la DR SC et la RA (Franzblau *et al.*, 2009).

Tableau 1 Qualité des radiographies, indicateurs utilisés et résultats

Étude Indicateurs Échelle ou catégorie définie ou utilisée	Résultats	Conclusion
<i>Hennigs SP et al., 2001, Allemagne</i>		
Pourcentage de radiographies Agrément intra et interlecteurs (coefficient de corrélation de Spearman) Échelle à cinq points 1 = DR HC bien meilleure que RA; 2 = DR HC meilleure que RA; 3 = DR HC égale à RA; 4 = DR HC moins bonne que RA; 5 = DR HC beaucoup moins bonne que RA	Apparence , première lecture DR HC bien meilleure ou meilleure que RA; $p < 0,001$ Comparaison de la deuxième lecture par rapport à la première : DR HC = RA; $p = 0,298$ Variabilité interlecteurs, première lecture Coefficients de Spearman de - 0,18 à 0,58 pour une moyenne de 0,23 (variabilité modérée) Variabilité intra lecteur, première lecture DR HC = RA dans 68 % des cas	DR HC* > RA*
<i>Fink C et al., 2002, Allemagne</i>		
Score de qualité Agrément interlecteurs (coefficient de corrélation de Spearman) Échelle à cinq points 1 = insatisfaisant; 2 = faible; 3 = passable; 4 = bon; 5 = excellent	Score moyen DR HC = 4,11 Score moyen RA = 3,74 Différence de scores $p = 0,0001$	DR HC > RA
<i>Bacher K et al., 2003, Belgique</i>		
Pourcentage de radiographies Échelle à deux points 1 = clairement visible; 2 = non visible	Agrément interlecteurs : $p = 0,034$ Score moyen global DR SC (95 %) et CR SC (85 %), $p = 0,0339$ DR SC (95 %) et RA (82 %), $p = 0,0129$ CR SC (85 %) et RA (82 %), $p = 0,7032$	DR SC* > CR SC* et RA CR SC = RA

Tableau 1 Qualité des radiographies, indicateurs utilisés et résultats (suite)

Étude Indicateurs Échelle ou catégorie définie ou utilisée	Résultats	Conclusion
<i>Ganten M et al., 2003, Allemagne</i>		
Score de qualité Échelle à cinq points 1 = insatisfaisant; 2 = faible; 3 = passable; 4 = bon; 5 = excellent	Différences de score moyen global DR HC et CR HC = 0,2; p n.s.* DR HC et RA = 0; p n.s. CR HC et RA = 0,2; p n.s. Coefficient de corrélation interlecteurs 0,42 à 0,65 pour la qualité des images et pour la visibilité des structures anatomiques	DR HC = CR HC* = RA
<i>Takashima Y et al., 2007, Japon</i>		
Score d'évaluation subjective Échelle à cinq points non précisée	Différences de score d'évaluation subjective des trois lecteurs RA et DR HC : scores de -0,133 à 0,259, différences n.s. RA et CR HC : scores de 0,300 à 0,867, différences s.s.* DR HC et CR HC : scores de 0,433 à 0,800, différences s.s.	DR HC = RA CR HC < RA DR HC > CR HC
<i>Franzblau A et al., 2009, États-Unis</i>		
Rapport de cotes Catégories du BIT* 1 = bonne; 2 = acceptable sans défaut technique; 3 = acceptable avec défaut technique; 4 = inacceptable	Catégories de qualité de l'image 1 versus 2, 3 et 4 RA versus DR HC : RC = 0,67; IC 95 % = 0,49-0,92 RA versus DR SC : RC = 1,11; IC 95 % = 0,85-1,45 DR HC versus DR SC: RC = 1,66; IC 95 % = 1,39-1,96 Catégories de qualité de l'image 1 et 2 versus 3 et 4 RA versus DR HC : RC = 0,47; IC 95 % = 0,31-0,73 RA versus DR SC : RC = 0,89; IC 95 % = 0,56-1,41 DR HC versus DR SC: RC = 1,87; IC 95 % = 1,53-2,30 Mêmes constats lorsque ces comparaisons sont ajustées pour l'âge, le sexe, l'IMC* et les paquets-années de cigarettes	DR HC > RA DR SC = RA DR HC > DR SC

Tableau 1 **Qualité des radiographies, indicateurs utilisés et résultats (suite)**

Étude Indicateurs Échelle ou catégorie définie ou utilisée	Résultats	Conclusion
Sen A et al., 2010, États-Unis		
Agrément intra et interlecteurs (kappa et différences de kappas) Kappa < 0,40 = faible; 0,40 - 0,75 = passable à bon; > 0,75 = excellent Catégories du BIT	Agrément interlecteurs, première lecture Kappas interlecteurs plus élevés pour RA que pour DR SC et que pour DR HC Différences de kappa s.s. seulement pour : RA et DR HC (catégorisation ordinale à quatre niveaux): 0,155; IC 95 % = 0,046-0,250 RA et DR HC (catégories de qualité 1 et 2 versus 3 et 4) : 0,217; IC 95 % = 0,010-0,376 RA et DR SC (catégories de qualité 1 et 2 versus 3 et 4) : 0,250; IC 95 % = 0,032-0,417 Agrément interlecteurs, deuxième lecture Kappas interlecteurs en général plus élevés pour RA que pour DR SC et que pour DR HC, mais tous faibles. Pas de différence s.s. de kappas Agrément intra lecteur pour un même type de radiographie Kappa RA de 0,49 à 0,54 (bon) Kappa DR HC de 0,38 à 0,41 (faible à bon) Kappa DR SC de 0,29 à 0,48 (faible à bon) Agrément intra lecteur entre les différents types de radiographies Kappa RA versus DR HC de 0,13 à 0,16 (faible) Kappa DR HC versus DR SC de 0,23 à 0,28 (faible) Kappa RA versus DR SC de 0,13 à 0,21 (faible)	DR HC et DR SC < RA

Tableau 1 **Qualité des radiographies, indicateurs utilisés et résultats (suite)**

Étude Indicateurs Échelle ou catégorie définie ou utilisée	Résultats	Conclusion
<i>Laney AS et al., 2010, États-Unis</i>		
Pourcentage de radiographies Catégories du BIT	Radiographies de bonne qualité CR SC = 72,5 %; RA = 61,9 %; ne sait pas si différence s.s.	CR SC > RA
<i>Laney AS et al., 2011, États-Unis</i>		
Ratio de prévalence Agrément sur les radiographies (kappa) Qualification des kappas non définie par les auteurs Radiographies de bonne qualité Catégories du BIT	Ratio de prévalence des radiographies de bonne qualité CR SC versus RA = 1,5; IC 95 % = 1,4-1,6 Agrément sur les radiographies de bonne qualité Kappa = 0,40; IC 95 % = 0,35-0,45	CR SC > RA
<i>Mao L et al., 2011, Chine</i>		
Pourcentage de radiographies Échelle à quatre points 1 = bonne; 2 = acceptable sans défaut technique; 3 = acceptable avec défaut technique; 4 = inacceptable	Radiographies de bonne qualité DR SC = 92,6 %; RA = 82,6 %; ne sait pas si différence s.s.	DR SC > RA
<i>Larson TC et al., 2012, États-Unis</i>		
Pourcentage de radiographies Catégories du BIT	Radiographies de bonne qualité CR SC = 66,0 %; RA = 61,6 %; p < 0,01	CR SC > RA

Tableau 1 **Qualité des radiographies, indicateurs utilisés et résultats (suite)**

Étude Indicateurs Échelle ou catégorie définie ou utilisée	Résultats	Conclusion
Lee WJ et Choi BS, 2013, Corée		
Agrément interlecteurs (kappa par rapport à un étalon-or) Kappa $\leq 0,41$ = faible; 0,41 - 0,75 (sic) = bon; 0,75 - 1,00 = parfait Échelle à deux points regroupant les catégories du BIT 1 = qualité satisfaisante (catégories 1 et 2); 2 = qualité insatisfaisante (catégorie 3)	Agrément interlecteurs sur la qualité satisfaisante des images des petites opacités par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,66; IC 95 % = 0,62-0,70 (bon) Kappa RA = 0,52; IC 95 % = 0,48-0,56 (bon)	DR SC > RA

* DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; RA = radiographie argentique; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; n.s. = non significatif; s.s. = statistiquement significatif; BIT = Bureau international du Travail; IMC = indice de masse corporelle.

Ces résultats peuvent être schématisés de la façon suivante :

DR HC ou DR SC > RA (cinq études) DR HC = RA (deux études) DR HC < RA (une étude) DR HC > DR SC et RA; DR SC = RA (une étude)
--

La majorité des études montrent que les DR HC et SC sont de qualité supérieure ou égale à la RA.

En ce qui concerne la CR, les résultats sont plutôt mitigés. Deux études trouvent une qualité d'image égale entre la CR SC (Bacher *et al.*, 2003) ou HC (Ganten *et al.*, 2003) et la RA; trois montrent la supériorité de la CR SC sur la RA (Laney *et al.*, 2010, Laney *et al.*, 2011, Larson *et al.*, 2012) et la dernière trouve que la qualité de l'image de la CR HC est moins bonne que celle de la RA (Takashima *et al.*, 2007).

CR HC ou SC = RA (deux études) CR SC > RA (trois études) CR HC < RA (une étude)

Par ailleurs, lorsque les DR et les CR sont comparées, la DR (tous formats considérés) produit des images de meilleure qualité que la CR (tous formats considérés) ou un agrément interlecteurs supérieur dans deux études (Takashima *et al.*, 2007; Bacher *et al.*, 2003) et des images de qualité égale dans une autre publication (Ganten *et al.*, 2003).

DR HC > CR HC (une étude) DR SC > CR SC (une étude) DR HC = CR HC (une étude)

3.3.3 Visibilité des structures anatomiques

Six études ont évalué la visibilité des structures anatomiques (tableau 2) et elles montrent toutes la supériorité de la DR (HC ou SC) sur la RA (Woodard *et al.*, 1997, Hennigs *et al.*, 2001, Fink *et al.*, 2002, Bacher *et al.*, 2003, Ganten *et al.*, 2003, Lee et Choi, 2012) (tableau 2). Deux d'entre elles montrent une meilleure visibilité avec la DR (HC ou SC) qu'avec la CR (HC ou SC) (Bacher *et al.*, 2003; Ganten *et al.*, 2003). Ces études sont décrites avec plus de détails aux annexes C et D. Elles peuvent être résumées de la façon suivante :

DR HC ou SC > RA (six études) DR HC ou SC > CR HC ou SC (deux études)
--

Tableau 2 Visibilité des structures anatomiques, indicateurs utilisés et résultats

Étude Indicateurs Échelle ou catégorie	Résultats	Conclusion
Woodard PK et al., 1997, États-Unis		
Score de visibilité des structures anatomiques Agrément interlecteurs (coefficient de Spearman) Échelle à cinq points 1 = RA* bien meilleure que DR HC; 2 = RA un peu meilleure que DR HC; 3 = pas de différence entre RA et DR HC; 4 = DR HC une peu meilleure que RA; 5 = DR HC bien meilleure que RA	Score moyen pour DR HC sur RA Structures anatomiques normales, radiographies postéro-antérieures 3,6; IC 95 %* = 3,5-3,7 Structures anatomiques normales, radiographies latérales 3,4; IC 95 % = 3,3-3,5 Les différences sont plus élevées pour les radiographies postéro-antérieures que pour les latérales Visibilité des anomalies du poumon, des tissus mous et des os Entre 3,5 et 3,6; $p < 0,001$ Agrément interlecteurs Coefficient de Spearman r de - 0,18 à 0,65 pour une moyenne de 0,20 (agrément modéré)	DR HC* > RA*
Hennigs SP et al., 2001, Allemagne		
Pourcentage de radiographies Échelle à cinq points 1 = DR HC bien meilleure que RA; 2 = DR HC meilleure que RA; 3 = DR HC égale à RA; 4 = DR HC moins bonne que RA; 5 = DR HC beaucoup moins bonne que RA	Pourcentage des radiographies Radiographies postéro-antérieures, première lecture DR HC est meilleure que RA pour neuf des 11 structures anatomiques normales; $p < 0,001$ Radiographies latérales, première lecture Pas de différence significative entre DR HC et RA pour quatre des neuf structures anatomiques normales DR HC significativement pire que RA pour trois des neuf structures anatomiques DR HC significativement meilleure que RA pour deux des neuf structures anatomiques	DR HC > RA

Tableau 2 Visibilité des structures anatomiques, indicateurs utilisés et résultats (suite)

Étude Indicateurs Échelle ou catégorie	Résultats	Conclusion
<i>Fink C et al., 2002, Allemagne</i>		
Score de visibilité des structures anatomiques Agrément interlecteurs (coefficient de corrélation de Spearman) Échelle à cinq points 1 = insatisfaisant; 2 = faible; 3 = passable; 4 = bon; 5 = excellent	Radiographies postéro-antérieures et latérales Scores moyens DR HC significativement plus élevés que RA; $p = 0,0001$, sauf pour un élément en postéro-antérieur Pour la plupart des structures anatomiques, agrément s.s.* par le coefficient de Spearman	DR HC > RA
<i>Bacher K et al., 2003, Belgique</i>		
Score de visibilité des structures anatomiques Échelle à deux points 1 = clairement visible; 0 = non visible	DR SC versus CR SC : scores moyens significativement plus élevés pour quatre des 12 structures anatomiques DR SC versus RA : scores moyens significativement plus élevés pour cinq des 12 structures anatomiques (dont les quatre mêmes que dans la comparaison DR SC et CR)	DR SC* > CR SC* et RA

Tableau 2 Visibilité des structures anatomiques, indicateurs utilisés et résultats (suite)

Étude Indicateurs Échelle ou catégorie	Résultats	Conclusion
<i>Ganten M et al., 2003, Allemagne</i>		
Score de visibilité des structures anatomiques Échelle à cinq points 1 = insatisfaisant; 2 = faible; 3 = passable; 4 = bon; 5 = excellent	DR HC versus CR HC : scores moyens DR HC significativement plus élevés pour six des 10 structures anatomiques DR HC versus RA : scores moyens DR HC significativement plus élevés pour six des 10 structures anatomiques (dont cinq mêmes que pour la comparaison précédente) CR HC versus RA : scores moyens CR HC significativement plus élevés pour quatre des 10 structures anatomiques Score moyen de la visibilité des 10 structures anatomiques DR HC = 3,6 CR HC = 3,5 RA = 3,3	DR HC > CR HC* DR HC > RA CR HC > RA
<i>Lee WJ et Choi BS, 2012, Corée</i>		
Score de visibilité des structures anatomiques Échelle à cinq points 1 = insatisfaisant; 2 = faible; 3 = passable; 4 = bon; 5 = excellent	Score global moyen DR SC = 4,23 RA = 3,30 p < 0,0001	DR SC > RA

* DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; RA = radiographie argentique; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %; s.s. = statistiquement significatif; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur; CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée.

3.4 ANOMALIES DÉTECTÉES SUR LES RADIOGRAPHIES

Onze articles ont comparé les radiographies argentiques et numériques en termes d'identification des différentes anomalies pulmonaires (tableau 3). Dix de ces études ont été menées auprès de populations atteintes de pneumoconioses ou exposées à des poussières. La onzième (van Heesewijk *et al.*, 1996) a décrit les opacités pulmonaires, les anomalies interstitielles, médiastinales et pleurales sans lien identifié avec des pneumoconioses ou avec une exposition aux poussières. Les détails de ces études sont présentés aux annexes D et E. Parmi ces études, six décrivent les mêmes populations : patients atteints de silicose (Franzblau *et al.*, 2009 et Sen *et al.*, 2010), mineurs de charbon (Laney *et al.*, 2010 et Laney *et al.*, 2011) et travailleurs exposés à des poussières inorganiques (Lee et Choi, 2012 et Lee et Choi, 2013).

Sur les 10 premières études, trois ont évalué les anomalies parenchymateuses seulement (Takashima *et al.*, 2007; Laney *et al.*, 2011; Lee et Choi, 2012); six, les anomalies parenchymateuses et pleurales (Franzblau *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2010; Mao *et al.*, 2011; Larson *et al.*, 2012; Lee et Choi, 2013) et la dernière, les anomalies pleurales uniquement (Schaeffer *et al.*, 1990).

Les neuf études qui ont évalué la présence d'anomalies parenchymateuses les ont décrites soit dans leur ensemble, c'est-à-dire toutes anomalies confondues, soit en s'attardant aux petites opacités (toutes, densité selon 12 scores de profusion, densité selon quatre scores de profusion, densité $\geq 1/0$, densités autres, taille des petites opacités, forme des petites opacités) ou aux grandes opacités (Takashima *et al.*, 2007; Franzblau *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2011; Mao *et al.*, 2011; Larson *et al.*, 2012; Lee et Choi, 2012; Lee et Choi, 2013). Les sept études qui ont décrit les anomalies pleurales les ont présentées dans leur ensemble, c'est-à-dire toutes anomalies confondues, ou ont détaillé les épaississements pleuraux diffus, l'oblitération de l'angle costo-phrénique, les plaques pleurales ou d'autres anomalies pleurales (Schaeffer *et al.*, 1990; Franzblau *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2011; Mao *et al.*, 2011; Larson *et al.*, 2012; Lee et Choi, 2013). La consultation du formulaire d'interprétation des radiographies de dépistage utilisé présentement au Québec pourra aider le lecteur à identifier les anomalies décrites dans cette section du rapport (annexe F).

3.4.1 Indicateurs utilisés

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 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.

Tableau 3 Études comparant les radiographies argentiques et numériques selon la population, les anomalies évaluées et les indicateurs utilisés

Auteur, année de publication, pays	Population	Anomalies évaluées	Indicateurs utilisés*
Schaeffer CM <i>et al.</i>, 1990, États-Unis	32 hommes exposés à l'amiante, suivis dans une clinique de santé au travail Neuf hommes non exposés à l'amiante, sans anomalie à la tomodensitométrie pulmonaire	Anomalies pleurales	Surface sous la courbe (ROC) Score pleural
van Heesewijk HP <i>et al.</i>, 1996, Pays-Bas	104 patients (81 hommes et 23 femmes) avec des anomalies pulmonaires connues ou suspectées	Opacités pulmonaires, anomalies interstitielles, médiastinales et pleurales	Surface sous la courbe (ROC)
Takashima Y <i>et al.</i>, 2007, Japon	20 patients exposés à des poussières minérales 10 sujets sains sans exposition professionnelle aux poussières minérales	Anomalies parenchymateuses	Kappa d'agrément interlecteurs Différence de scores (12 et quatre scores de profusion) Surface sous la courbe (ROC)
Franzblau A <i>et al.</i>, 2009, États-Unis	107 patients (86 hommes et 21 femmes) suivis ou connus pour une silicose avec des anomalies parenchymateuses et pleurales	Anomalies parenchymateuses et pleurales	Prévalence Rapport de cotes estimé par régression logistique pour comparer les prévalences Différence de scores (12 et quatre scores de profusion)
Sen A <i>et al.</i>, 2010, États-Unis	107 patients (86 hommes et 21 femmes) suivis ou connus pour une silicose avec des anomalies parenchymateuses et pleurales	Anomalies parenchymateuses et pleurales	Différence de scores (12 et quatre scores de profusion) Kappa d'agrément interlecteurs Kappa d'agrément intra lecteur, intra et inter radiographies
Laney AS <i>et al.</i>, 2010, États-Unis	1 388 mineurs de charbon	Anomalies parenchymateuses et pleurales	Kappa d'agrément inter radiographies Pourcentage de radiographie présentant les anomalies Rapport de cotes Pourcentage d'agrément Kappa d'agrément interlecteurs

Tableau 3 Études comparant les radiographies argentiques et numériques selon la population, les anomalies évaluées et les indicateurs utilisés (suite)

Auteur, année de publication, pays	Population	Anomalies évaluées	Indicateurs utilisés*
Laney AS et al., 2011, États-Unis	172 mineurs de charbon retenus sur la base de la présence de petites opacités > 0/0	Anomalies parenchymateuses	Kappa d'agrément inter radiographies Ratio de prévalence
Mao L et al., 2011, Chine	192 travailleurs (183 hommes et neuf femmes) (161 avec une pneumoconiose et 31 exposés aux poussières minérales sans diagnostic connu de pneumoconiose)	Anomalies parenchymateuses et pleurales	Kappa d'agrément inter radiographies Pourcentage de radiographie présentant les anomalies Ratio de prévalence
Larson TC et al., 2012, États-Unis	200 patients (143 hommes et 57 femmes) traités pour des symptômes pulmonaires après exposition à de la vermiculite contaminée par de l'amiante et ayant passé une tomodensitométrie à haute résolution	Anomalies parenchymateuses et pleurales	Pourcentage de radiographie présentant les anomalies Kappa d'agrément intra lecteur Pourcentage d'agrément Surface sous la courbe (ROC)
Lee WJ et Choi BS, 2012, Corée	50 hommes avec une exposition antérieure à des poussières inorganiques	Anomalies parenchymateuses	Kappa interlecteurs Kappa intra lecteur Kappa d'agrément intra lecteur par rapport à un étalon-or
Lee WJ et Choi BS, 2013, Corée	349 travailleurs retraités ayant des antécédents d'exposition aux poussières inorganiques	Anomalies parenchymateuses et pleurales	Kappa d'agrément interlecteurs Kappa d'agrément par rapport à un étalon-or Surface sous la courbe (ROC) Sensibilité Spécificité Valeur prédictive positive Valeur prédictive négative Exactitude

* Information sur les indicateurs à la section 3.4.1 et aux annexes D et E.

3.4.2 Anomalies parenchymateuses

3.4.2.1 Anomalies parenchymateuses (toutes anomalies confondues)

Sur les trois études qui ont évalué la présence d'anomalies parenchymateuses (toutes anomalies confondues) (tableau 4), deux ont comparé la fréquence des anomalies identifiées par les différents types de radiographies (Franzblau *et al.*, 2009; Larson *et al.*, 2012) et la troisième a établi des kappas d'agrément inter et intra lecteurs ainsi qu'intra et inter radiographies, mesurant ainsi la fiabilité (Sen *et al.*, 2010). Deux des trois études ont décrit la même population composée de 107 patients en qualifiant les résultats d'abord à l'aide de rapports de cotes (Franzblau *et al.*, 2009), puis avec des kappas d'agrément (Sen *et al.*, 2010).

La DR HC (Franzblau *et al.*, 2009) et la CR SC (Larson *et al.*, 2012) détectent significativement plus d'anomalies parenchymateuses que la RA (respectivement 25,0 % et 3,1 %). La DR HC en détecte également plus que la DR SC (22,0 %) (Franzblau *et al.*, 2009). Par contre, il n'y a pas de différence significative en termes de fréquence des anomalies détectées par la DR SC et la RA (Franzblau *et al.*, 2009). Que ce soit pour la DR HC, la DR SC ou la RA, les kappas d'agrément sont bons et il n'y a pas de différence significative entre eux (Sen *et al.*, 2010).

Tableau 4 Études comparant les anomalies parenchymateuses (toutes) sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, résultats	Conclusion
Franzblau A <i>et al.</i>, 2009, États-Unis	
Rapport de cotes (RC)	
RA* versus DR HC*	DR HC > RA
RC = 0,75; IC 95 %* = 0,65-0,86	DR SC* = RA
RA versus DR SC	DR HC > DR SC
RC = 0,91; IC 95 % = 0,80-1,45	
DR HC versus DR SC	
RC = 1,22; IC 95 % = 1,09-1,35	
Sen A <i>et al.</i>, 2010, États-Unis	
Agrément interlecteurs	
Kappas entre 0,536 et 0,646 (bon); différences n.s.*	DR HC = DR SC = RA
Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies	
Kappas entre 0,65 et 0,77 (bon); différence n.s.	
Larson TC <i>et al.</i>, 2012, États-Unis	
Pourcentage d'anomalies	
CR SC* = 14,5 %	CR SC > RA
RA = 11,4 %	
p < 0,01	

* RA = radiographie argentique; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; n.s. = non significatif; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur.

De façon schématique, les résultats peuvent être résumés de la façon suivante :

Comparaison des radiographies numériques et argentiques

- en termes de fréquence des anomalies parenchymateuses détectées
DR HC > RA (une étude)
CR SC > RA (une étude)
DR SC = RA (une étude)
- en termes d'agrément (fiabilité)
DR HC = DR SC = RA (une étude)

Comparaison des radiographies numériques entre elles

- en termes de fréquence des anomalies parenchymateuses détectées
DR HC > DR SC (une étude)

En se basant sur trois publications seulement, les radiographies numériques détectent plus, ou à tout le moins autant, d'anomalies parenchymateuses que la RA et les différentes mesures d'agrément (fiabilité) sont bonnes. La DR HC serait aussi plus performante que la DR SC.

3.4.2.2 Petites opacités parenchymateuses (toutes opacités confondues)

Six publications ont étudié les petites opacités parenchymateuses (toutes opacités confondues) et toutes ont mesuré l'agrément évaluant la fiabilité (agrément inter ou intra lecteurs) ou la validité (agrément inter radiographies) (tableau 5).

Une seule étude a comparé la DR HC, la CR HC et la RA et elle montre un agrément interlecteurs (fiabilité) significativement meilleur pour la DR HC et la CR HC que pour la RA. Elle suggère également un meilleur agrément pour la CR HC que pour la DR HC (Takashima *et al.*, 2007).

Deux autres études ont comparé la CR SC à la RA. Elles ont toutefois porté sur la même population de mineurs de charbon considérée d'abord dans son ensemble ($n = 1\ 388$) (Laney *et al.*, 2010), puis pour un sous groupe de travailleurs présentant de petites opacités ($n = 172$) (Laney *et al.*, 2011). Elles montrent toutes deux de bons agréments inter radiographies (validité).

Finalement, trois études ont comparé la DR SC à la RA (Mao *et al.*, 2011; Lee et Choi, 2012; Lee et Choi, 2013). La première montre un bon agrément entre les deux types de radiographies (validité). Les deux autres études portent sur la même population, d'abord sur un échantillon de 50 travailleurs (Lee et Choi, 2012), puis sur un groupe augmenté à 349 personnes (Lee et Choi, 2013). Elles montrent toutes deux un agrément (interlecteurs, intra lecteur (fiabilité) et intra lecteur par rapport à un étalon-or (validité)) supérieur pour la DR SC que pour la RA.

Tableau 5 Études comparant les petites opacités parenchymateuses (toutes) sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, résultats	Conclusion
Takashima Y et al., Japon, 2007	
Agrément interlecteurs Kappa CR HC* = 0,64 (bon) $p < 0,001$ Kappa DR HC = 0,62 (bon) $p < 0,001$ Kappa RA = 0,55 (modéré) $p < 0,001$	CR HC > DR HC* CR HC > RA* DR HC > RA
Laney AS et al., 2010	
Agrément inter radiographies Kappa pondéré = 0,49; IC 95 %* = 0,44-0,54 (bon) (probablement CR SC versus RA)	CR SC* = RA
Laney AS et al., 2011	
Agrément inter radiographies Kappa = 0,58; IC 95 % = 0,54-0,62 (modéré à bon)	CR SC = RA
Agrément inter radiographies d'un lecteur à l'autre Kappa de 0,39 à 0,72 Pour chaque lecteur, agrément similaire pour le CR SC et RA, intra ou inter radiographie. Pas de différence s.s.*	
Mao L et al., 2011	
Agrément inter radiographies Kappa pondéré = 0,77; IC 95 % = 0,75-0,80 (bon)	DR SC* = RA
Lee WJ et Choi BS, 2012, Corée	
Agrément interlecteurs Kappa DR SC = 0,54; IC 95 % = 0,51-0,57 Kappa RA = 0,42; IC 95 % = 0,40-0,45	DR SC > RA
Agrément intra lecteur Kappa moyen DR SC versus RA = 0,50; IC 95 % = 0,47-0,54 (passable)	
Agrément intra lecteur par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,66; IC 95 % = 0,63-0,71 Kappa RA = 0,49; IC 95 % = 0,45-0,52	

Tableau 5 Études comparant les petites opacités parenchymateuses (toutes) sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude, résultats	Conclusion
Lee WJ et Choi BS, 2013, Corée	
Agrément interlecteurs Kappa DR SC = 0,50; IC 95 % = 0,47-0,53 (bon) Kappa RA = 0,39; IC 95 % = 0,36-0,41 (faible)	DR SC > RA
Agrément intra lecteur Kappa DR SC versus RA = 0,52; IC 95 % = 0,48-0,56 (bon)	
Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,66; IC 95 % = 0,61-0,67 (bon) Kappa RA = 0,51; IC 95 % = 0,47-0,54 (bon)	

* CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; RA = radiographie argentique; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur; s.s. = statistiquement significatif; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur.

De façon schématique, les résultats peuvent être résumés de la façon suivante :

Comparaison des radiographies numériques et argentiques

- en termes d'agrément sur les petites opacités détectées
DR HC et CR HC > RA (une étude) (fiabilité)
CR SC et DR SC = RA (deux études) (validité)
DR SC > RA (deux études) (fiabilité et validité)

Comparaison des radiographies numériques entre elles

- en termes d'agrément (fiabilité) sur les petites opacités détectées
CR HC > DR HC (une étude)

À la lumière de ces études, il semble qu'en général, l'agrément (intra ou interlecteurs (fiabilité), inter radiographies ou par rapport à un étalon-or (validité)) pour les DR HC, les DR SC et les CR HC soit supérieur à la RA et que l'agrément (validité) pour les CR SC soit égal à la RA. De plus, la CR HC présente un meilleur agrément (fiabilité) que la DR HC, mais sur la base d'une seule étude.

3.4.2.3 Petites opacités parenchymateuses selon 12 et quatre scores de profusion

Trois études ont comparé les résultats sur les petites opacités selon les 12 scores de profusion possibles. Toutes trois ont examiné la DR HC et la RA (tableau 6). Les deux premières publications ont utilisé des différences de scores moyens comme indicateurs et donnent deux résultats dissemblables: la DR HC est égale à la RA dans un cas (Takashima *et al.*, 2007) et la DR HC est meilleure que la RA dans l'autre cas (Franzblau *et al.*, 2009). La troisième étude (Sen *et al.*, 2010), qui porte sur la même population que la deuxième, montre une absence de différence significative entre les kappas d'agrément (fiabilité) entre les deux techniques de radiographies.

Seuls Takashima *et al.* (2007) ont comparé la CR HC et la RA : ils ont mis en évidence des scores moyens significativement plus élevés pour la RA. Ces auteurs ont aussi examiné la DR HC et la CR HC : ils montrent également la supériorité de la DR HC sur la CR HC.

Franzblau *et al.* (2009) et Sen *et al.* (2010) ont étudié la DR HC et la DR SC. Les scores moyens sont significativement plus élevés avec la DR HC qu'avec la DR SC, mais les kappas d'agrément inter et intra lecteurs et intra et inter radiographies (fiabilité) ne diffèrent pas. Ces auteurs obtiennent des résultats semblables lorsque les petites opacités parenchymateuses sont analysées selon quatre scores de profusion (tableau 7).

Finalement, Franzblau *et al.* (2009) et de Sen *et al.* (2010) ne montrent pas de différence significative de scores moyens ou de kappas d'agrément interlecteurs (fiabilité) entre la DR SC et la RA pour les 12 et les quatre scores de profusion.

Tableau 6 Études comparant les 12 scores de profusion des petites opacités parenchymateuses sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, résultats	Conclusion
Takashima Y et al., Japon, 2007	
Différence de score moyen intra lecteur	
RA* versus DR HC* : 0,133 à 0,167; p de 0,134 à 0,305	DR HC = RA
RA versus CR HC* : 0,567 à 0,600; p ≤ 0,001	CR HC < RA
DR HC versus CR HC : 0,400 à 0,433; p = 0,002 à 0,008	DR HC > CR HC
Franzblau A et al., 2009, États-Unis	
Différence de score moyen	
RA et DR HC : - 0,381; p < 0,0001	DR HC > RA
RA et DR SC* : - 0,028; p = 0,6771	DR SC = RA
DR HC et DR SC : 0,353; p = < 0,0001	DR HC > DR SC
Sen A et al., 2010, États-Unis	
Agrément interlecteurs	
Kappas entre 0,225 et 0,288 (faible); différence n.s.*	DR HC = DR SC = RA
Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies	
Kappas entre 0,29 et 0,39 (faible); différence n.s.	

* RA = radiographie argentique; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; n.s. = non significatif.

Tableau 7 Études comparant les quatre scores de profusion des petites opacités parenchymateuses sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, résultats	Conclusion
<i>Franzblau A et al., 2009, États-Unis</i>	
Différence de score moyen RA* et DR HC* : - 0,136; $p < 0,0001$ RA et DR SC* : - 0,015; $p = 0,5596$ DR HC et DR SC : 0,122; $p < 0,0001$	DR HC > RA DR SC = RA DR HC > DR SC
<i>Sen A et al., 2010, États-Unis</i>	
Agrément interlecteurs Kappas entre 0,425 et 0,468 (bon); différence n.s.*	DR HC = DR SC = RA
Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies Kappas entre 0,48 et 0,61 (bon); différence n.s.	

* RA = radiographie argentique; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; n.s. = non significatif.

De façon schématique, les résultats peuvent être résumés de la façon suivante :

Comparaison des radiographies numériques et argentiques - en termes de différence de score moyen de profusion - DR HC = RA (une étude) - DR HC > RA (une étude) - CR HC < RA (une étude) - DR SC = RA (une étude) - en termes d'agrément (fiabilité) sur les scores de profusion - DR HC et DR SC = RA (une étude)
Comparaison des radiographies numériques entre elles - en termes de différence de score moyen de profusion - DR HC > CR HC (une étude) - DR HC > DR SC (une étude) - en termes d'agrément (fiabilité) sur les scores de profusion - DR HC = DR SC (une étude)

Ces trois études suggèrent que la DR HC pourrait être égale ou supérieure à la RA, supérieure à la CR HC et à la DR SC, que la RA pourrait surpasser la CR HC et que la DR SC serait égale à la RA dans la détection des petites opacités selon 12 scores de profusion. Cependant, il n'y a pas de différence significative entre les kappas d'agrément (fiabilité) entre les DR HC, les DR SC et les RA.

3.4.2.4 Petites opacités parenchymateuses $\geq 1/0$

Trois études ont comparé les différents types de radiographies numériques à la radiographie argentique par rapport à la détection des petites opacités parenchymateuses $\geq 1/0$ (tableau 8). Bien que la RA montre une meilleure performance (validité) que la DR HC et que la CR HC (Takashima *et al.*, 2007) et qu'elle détecte un peu plus de petites opacités $\geq 1/0$ (5,2 % versus 4,8 %) (Laney *et al.*, 2010), ces différences ne sont pas statistiquement significatives. Il n'y a pas non plus de différence significative entre la DR SC et la RA (Lee et Choi, 2013). Les RA, DR HC, CR HC, CR SC et DR SC montrent donc des résultats égaux, que la comparaison soit faite en termes de surface sous la courbe ou de pourcentage d'anomalies identifiées. Lee et Choi (2013) ont de plus montré que la sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive, la valeur prédictive négative et l'exactitude des DR SC sont égales à celles des RA.

Tableau 8 Études comparant les petites opacités parenchymateuses $\geq 1/0$ sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, résultats	Conclusion
Takashima Y <i>et al.</i>, Japon, 2007	
Performance des radiographies (surface sous la courbe) RA* > DR HC * > CR HC* Chi carré = 2,87, p = 0,2379	DR HC = CR HC = RA
Laney AS <i>et al.</i>, 2010, États-Unis	
Pourcentage d'anomalies CR SC* = 4,8 % RA = 5,2 % p = 0,54	CR SC = RA
Lee WJ et Choi BS, 2013, Corée	
Performance des radiographies (surface sous la courbe) DR SC* = 0,95; IC 95 %* = 0,94-0,96 RA = 0,94; IC 95 % = 0,93-0,95 Sensibilité DR SC = 91,5 %; RA = 94,1 %; différence n.s.* Spécificité DR SC = 87,7 %; RA = 82,9 %; différence n.s. VPP* DR SC = 93,9 %; RA = 86,5 %; différence n.s. VPN* DR SC = 87,4 %; RA = 89,7 %; différence n.s. Exactitude DR SC = 90,2 %; RA = 88,7 %; différence n.s.	DR SC = RA

* RA = radiographie argentique; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %; VPP = valeur prédictive positive; VPN = valeur prédictive négative; n.s. = non significative.

De façon schématique, les résultats peuvent être résumés de la façon suivante :

Comparaison des radiographies entre elles

- en termes de fréquence et d'agrément (validité) sur les petites opacités $\geq 1/0$ détectées
DR HC = CR HC = CR SC = DR SC = RA

3.4.2.5 Autres petites opacités parenchymateuses

Quatre publications ont montré des résultats sur d'autres types de petites opacités parenchymateuses que celles qui ont déjà été décrites (tableau 9). Les auteurs de la première d'entre elles ont comparé la DR HC, la CR HC et la RA. Ils ont trouvé que les kappas d'agrément (fiabilité) pour la CR HC sont meilleurs pour les petites opacités de catégorie 0 et 1 que ceux pour la DR HC et que la RA. Par contre, les kappas pour la DR HC sont meilleurs que ceux pour la CR HC et que la RA pour l'identification des petites opacités de catégorie 2 et la RA a un meilleur kappa que la DR HC et que la CR HC en ce qui concerne les opacités de catégorie 3 (Takashima *et al.*, 2007).

Deux autres études menées auprès de la même population (totale, puis un sous-ensemble) ont comparé la CR SC et la RA. Les auteurs ont trouvé que la CR SC détecte autant d'opacités 0/0 (Laney *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2011) et d'opacités $\geq 1/2$ (Laney *et al.*, 2011) que la RA, avec une fiabilité ou une validité égales. Les mêmes résultats sont obtenus lorsque les opacités 0/0 ou 0/1 sont comparées aux opacités $\geq 1/0$ (fiabilité et validité égales) (Laney *et al.*, 2010). Par ailleurs, la CR SC détecte significativement plus d'opacités $\geq 2/1$ que la RA (1,0 % versus 0,4 %) (Laney *et al.*, 2010), mais moins d'opacités 0/1 et d'opacités 0/1, 1/0 et 1/1 que la RA (Laney *et al.*, 2011).

Enfin, Mao *et al.* (2011) ont évalué la DR SC et la RA. Ils ont conclu à une égalité des capacités de détection entre les deux radiographies en ce qui concerne les petites opacités 0/0, 0/1, 1/0, 1/2, 2/1, 2/2, 2/3, 3/2, 3/3, mais pour les opacités 1/1, la RA est meilleure que la DR SC.

Tableau 9 Études comparant les autres petites opacités parenchymateuses sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, anomalie, résultats	Conclusion
Takashima Y et al., Japon, 2007	
Petites opacités (scores de profusion 0, 1, 2, 3) Kappa d'agrément interlecteurs les plus élevés par catégorie 0 kappa CR HC = 0,83 (très bon) 1 kappa CR HC = 0,58 (modéré) 2 kappa DR HC = 0,66 (bon) 3 kappa RA = 0,74 (bon)	Petites opacités de catégorie 0 CR HC* > DR HC* et RA* Petites opacités de catégorie 1 CR HC > DR HC et RA Petites opacités de catégories 2 DR HC > CR HC et RA Petites opacités de catégorie 3 RA > DR HC et CR HC
Laney AS et al., 2010, États-Unis	
Petites opacités 0/0 Pourcentage d'anomalies CR SC* = 92,1 % RA = 91,3 % Parfait agrément (accord total) intra et interlecteurs dans 78,9 % des images	CR SC = RA
Petites opacités ≥ 2/1 Pourcentage d'anomalies CR SC = 1,0 % RA = 0,4 % p = 0,006	CR SC > RA
Petites opacités 0/0 ou 0/1 versus ≥ 1/0 Agrément inter radiographies Kappa pondéré (probablement CR SC versus RA) = 0,70; IC 95 %* = 0,62-0,77 (probablement bon)	CR SC = RA
Agrément interlecteurs Kappa RA = 0,39; IC 95 % = 0,28-0,49 (probablement faible) Kappa CR SC = 0,42; IC 95 % = 0,31-0,53 (probablement bon)	

Tableau 9 Études comparant les autres petites opacités parenchymateuses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude, anomalie, résultats	Conclusion
Laney AS et al., 2011, États-Unis	
Petites opacités 0/0 Ratio de prévalence CR SC sur RA = 1,1; IC 95 % = 1,0-1,2	CR SC = RA
Agrément inter radiographies Kappa = 0,59; IC 95 % = 0,54-0,64 (modéré à bon)	
Petites opacités ≥ 0/1 Ratio de prévalence RA (37,2 %) sur CR SC (31,0 %) = 1,2; IC 95 % = 1,1-1,3	CR SC < RA
Petites opacités 0/1, 1/0 et 1/1 Pourcentage d'anomalies RA = 30,5 % CR SC = 24,6 %	RA > CR SC
Petites opacités ≥ 1/2 Ratio de prévalence RA (6,7 %) sur CR SC (6,4 %) = 1,0; IC 95 % = 0,8-1,4	RA = CR SC
Agrément inter radiographies Kappa = 0,65; IC 95 % = 0,56-0,74 (bon)	
Mao L et al., 2011, Chine	
Petites opacités 0/0, 0/1, 1/0, 1/2, 2/1, 2/2, 2/3, 3/2, 3/3 Pas de différence s.s.* entre DR SC* et RA	DR SC = RA
Petites opacités 1/1 Ratio de prévalence RA sur DR SC = 1,2; IC 95 % = 1,0-1,4; p = 0,04	RA > DR SC

* CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; RA = radiographie argentique; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %; s.s. = statistiquement significatif; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur.

3.4.2.6 Forme des petites opacités parenchymateuses

Les auteurs de trois publications ont comparé la capacité des différentes radiographies à identifier la forme des petites opacités parenchymateuses (tableau 10). Laney *et al.* (2010 et 2011) ont trouvé que la CR SC détecte significativement plus de petites opacités irrégulières par rapport aux rondes (80,0 %) que la RA, mais les kappas d'agrément (fiabilité) sont élevés et ne diffèrent pas significativement (fiabilité et validité) pour les deux types de radiographies. Mao *et al.* (2011) ont évalué la DR SC et la RA et ils n'ont pas observé de différence statistiquement significative entre les deux types de radiographies pour la détection des opacités rondes (respectivement 90,0 % et 93,7 %). Il faut être prudent quant à ces conclusions puisqu'elles ne reposent que sur trois études dont deux ont été menées dans la même population.

Tableau 10 Études comparant la forme des petites opacités parenchymateuses sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, résultats	Conclusion
Laney AS et al., 2010, États-Unis	
Opacités irrégulières/rondes CR SC versus RA Rapport de cotes = 1,8; IC 95 %* = 1,2-2,6 Agrément interlecteurs Kappa RA = 0,91; IC 95 % = 0,80-1,0 (élevé) Kappa CR SC = 0,87; IC 95 % = 0,72-1,0 (élevé)	CR SC* > RA*
Laney AS et al., 2011, États-Unis	
Opacités irrégulières/rondes CR SC versus RA Ratio de prévalence = 1,3; IC 95 % = 1,1-1,6 Agrément inter radiographies Semblable entre CR SC et RA	CR SC > RA
Mao L et al., 2011, Chine	
Petites opacités rondes Pourcentage d'anomalies RA = 93,7 % DR SC = 90,0 % Différence n.s.*	DR SC* = RA

* IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur; RA = radiographie argentique; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; n.s. = non significatif.

De façon schématique, les résultats peuvent être résumés de la façon suivante :

- | |
|--|
| <p>Comparaison des radiographies numériques et argentiques</p> <ul style="list-style-type: none"> en termes de fréquence de la forme des petites opacités détectées
CR SC > RA (deux études)
DR SC = RA (une étude) en termes d'agrément sur la forme des petites opacités
CR SC = RA (deux études) (fiabilité et validité) |
|--|

3.4.2.7 Taille des petites opacités parenchymateuses

Laney *et al.* (2010 et 2011) ont présenté des résultats sur ce sujet dans leurs deux publications (tableau 11). La CR SC détecte autant de petites opacités de toutes tailles que la RA (Laney *et al.*, 2010). Par contre, la CR SC détecte significativement plus de petites opacités p et s que la RA avec un agrément semblable (validité) entre les deux types de radiographies (Laney *et al.*, 2011).

Tableau 11 Études comparant la taille des petites opacités parenchymateuses sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, résultats	Conclusion
Laney AS et al., 2010, États-Unis	
Opacités (toutes tailles) Pas de différence s.s.* de fréquence entre CR SC* et RA*	CR SC = RA
Laney AS et al., 2011, États-Unis	
Opacités p et s (largeur < 1,5 mm*) Ratio de prévalence Opacités p et s CR SC versus RA = 1,3; IC 95 %* = 1,1-1,5	CR SC > RA
Agrément inter radiographies Semblable	

* s.s. = statistiquement significative; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur; RA = radiographie argentique; mm = millimètre; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %.

3.4.2.8 Grandes opacités parenchymateuses

Les grandes opacités ont été évaluées dans quatre études (tableau 12). Franzblau *et al.* (2009) montrent que la DR HC identifie significativement plus de grandes opacités que la RA (14,0 %) et que la DR SC (38,0 %), mais que la RA en repère plus que la DR SC (18,0 %). Mao *et al.* (2011) observent un pourcentage identique de détection de ces anomalies par la DR SC et la RA (23 %). Enfin, les études de Sen *et al.* (2010) et de Lee et Choi (2013) montrent différents kappas d'agrément (fiabilité et validité) qui sont bons à excellents et qui ne diffèrent pas entre la DR HC, la DR SC et la RA.

Tableau 12 Études comparant les grandes opacités parenchymateuses sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, résultats	Conclusion
<i>Franzblau A et al., 2009, États-Unis</i>	
Rapport de cotes (RC) RA versus DR HC RC = 0,86; IC 95 %* = 0,75-0,98 RA versus DR SC RC = 1,18; IC 95 % = 1,03-1,36 DR HC versus DR SC RC = 1,38; IC 95 % = 1,20-1,58	DR HC > RA DR SC < RA DR HC > DR SC
<i>Sen A et al., 2010, États-Unis</i>	
Agrément interlecteurs Kappas entre 0,622 et 0,718 (bon); différence n.s.*	DR HC = DR SC = RA
Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies Kappas entre 0,72 et 0,81 (bon, excellent); différence n.s.	
Grandes opacités (quatre points des critères du BIT*)	
Agrément interlecteurs Kappas entre 0,477 et 0,531 (bon); différence n.s.	
Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies Kappas entre 0,58 et 0,70 (bon); différence n.s.	
<i>Mao L et al., 2011, Chine</i>	
Pourcentage d'anomalies RA = 23 % DR SC = 23 %	DR SC = RA
<i>Lee WJ et Choi BS, 2013, Corée</i>	
Agrément interlecteurs Kappa DR SC = 0,47; IC 95 % = 0,42-0,51 (bon) Kappa RA = 0,51; IC 95 % = 0,46-0,55 (bon)	DR SC = RA
Agrément intra lecteur Kappa DR SC versus RA = 0,57; IC 95 % = 0,51-0,61 (bon)	
Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,63; IC 95 % = 0,57-0,68 (bon) Kappa RA = 0,63; IC 95 % = 0,57-0,68 (bon)	

* RA = radiographie argentique; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; n.s. = non significative; BIT = bureau international du travail.

De façon schématique, les résultats peuvent être résumés de la façon suivante :

Comparaison des radiographies numériques et argentiques

- en termes de fréquence des grandes opacités parenchymateuses détectées
DR HC > RA (une étude)
DR SC < RA (une étude)
DR SC = RA (une étude)
- en termes d'agrément
DR HC = RA (une étude) (fiabilité)
DR SC = RA (deux études) (fiabilité)
DR SC = RA (une étude) (validité)

Comparaison des radiographies numériques entre elles

- en termes de fréquence des grandes opacités parenchymateuses détectées
DR HC > DR SC (une étude)
- en termes d'agrément (fiabilité)
DR HC = DR SC (une étude)

En résumé, la DR HC identifie plus de grandes opacités que la RA et que la DR SC et la DR SC identifie autant ou moins d'anomalies que la RA. De plus, il n'y a pas de différence d'agrément pour la détection des grandes opacités.

3.4.3 Anomalies pleurales

3.4.3.1 Anomalies pleurales (toutes anomalies confondues)

Cinq publications ont décrit les anomalies pleurales (toutes) (tableau 13) et trois d'entre elles ont mesuré la fréquence de ces atteintes (Franzblau *et al.*, 2009; Laney *et al.*, 2010; Larson *et al.*, 2012). La RA identifie plus d'anomalies pleurales que la DR HC (30,0 %), que la DR SC (53,0 %) (Franzblau *et al.*, 2009) et que la CR SC (2,1 % versus 1,8 %) (Laney *et al.*, 2010), ou autant que la CR SC (56,2 % versus 54,3 %) (Larson *et al.*, 2012), mais les différences ne sont significatives qu'avec les DR. De plus, la DR HC détecte significativement plus d'anomalies que la DR SC (18,0 %) (Franzblau *et al.*, 2009).

Deux autres publications ont évalué les agréments intra et interlecteurs et intra ou inter radiographies (fiabilité) pour les DR HC, DR SC, CR SC et RA. Les agréments sont jugés modérés à bons (Sen *et al.*, 2010; Larson *et al.*, 2012), mais sans différences statistiquement significatives (Sen *et al.*, 2010). Laney *et al.* (2010) qui ont comparé la CR SC à la RA trouvent des agréments faibles (fiabilité et validité). Cette différence s'explique peut-être par la définition des anomalies pleurales dans cette étude qui est moins inclusive que dans les autres études. Enfin, les deux études qui ont mesuré la performance des radiographies par les surfaces sous la courbe (validité) montrent que la CR HC est significativement meilleure que la RA (Schaeffer *et al.*, 1990) et que la CR SC est égale à la RA (Larson *et al.*, 2012).

Tableau 13 Études comparant les anomalies pleurales (toutes) sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, résultats	Conclusion
Schaeffer CM et al., 1990, États-Unis	
Performance des radiographies (surface sous la courbe et écart-type) CR HC* = $0,90 \pm 0,01$ RA = $0,88 \pm 0,01$ différence entre CR HC et RA $p < 0,02$	CR HC > RA*
Score pleural Différence moyenne entre les scores de comparaison et les scores des lecteurs (et écart-type) CR HC : $1,37 \pm 0,17$ RA : $1,54 \pm 0,17$ CR HC et RA ont des scores < que les scores pleuraux de comparaison ($p < 0,005$)	
Franzblau A et al., 2009, État-Unis	
Rapport de cotes (RC) RA versus DR HC* RC = 1,30; IC 95 %* = 1,10-1,53 RA versus DR SC RC = 1,53; IC 95 % = 1,31-1,78 DR HC versus DR SC RC = 1,18; IC 95 % = 1,04-1,33	DR HC < RA DR SC* < RA DR HC > DR SC
Sen A et al., 2010, États-Unis	
Agrément interlecteurs Kappas entre 0,415 et 0,524 (bon); différence n.s.*	DR HC = DR SC = RA
Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies Kappas entre 0,56 et 0,69 (bon); différence n.s.	
Laney AS et al., 2010, États-Unis	
Anomalies pleurales (plaques pleurales, oblitération de l'angle costo-phrénique, épaississement pleural diffus) Pourcentage d'anomalies RA = 2,1 % CR SC = 1,8 % Ne sait pas si différence s.s.*	CR SC* < RA
Agrément inter radiographies Kappa = 0,38; IC 95 % = 0,26-0,49 (faible)	
Agrément interlecteurs Kappa RA = 0,23; IC 95 % = 0,08-0,37 (faible) Kappa CR SC = 0,18; IC 95 % = 0,07-0,30 (faible)	

Tableau 13 Études comparant les anomalies pleurales (toutes) sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude, résultats	Conclusion
Larson TC et al., 2012, États-Unis	
Prévalence CR SC = 54,3 % RA = 56,2 % p = 0,17 Agrément intra lecteur Kappa brut moyen = 0,49 (modéré) Kappa pondéré moyen sur la présence certaine d'anomalies pleurales selon l'échelle de fiabilité d'identification des anomalies = 0,53 (modéré) Performance des radiographies (surface sous la courbe) CR SC = 0,744 RA = 0,738 Différence n.s.	CR SC = RA

* CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée; RA = radiographie argentique; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; n.s. = non significative; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur; s.s. = statistiquement significative.

De façon schématique, les résultats peuvent être résumés de la façon suivante :

Comparaison des radiographies numériques et argentiques

- en termes de fréquence des anomalies pleurales détectées
 DR HC et DR SC < RA (une étude)
 CR SC < RA (une étude)
 CR SC = RA (une étude)
 CR HC > RA (une étude)
- en termes d'agrément sur les anomalies pleurales
 DR HC = DR SC = RA (une étude) (fiabilité)
 CR SC = RA (une étude) (fiabilité et validité)
 CR HC > RA (une étude) (validité)

Comparaison des radiographies numériques entre elles

- en termes de fréquence des anomalies pleurales détectées
 DR HC > DR SC (une étude)
- en termes d'agrément (fiabilité) sur les anomalies pleurales
 DR HC = DR SC (une étude)

Sur la base des cinq publications, la RA détecte plus d'anomalies pleurales que les DR HC et SC, autant d'anomalies que la CR SC et moins que la CR HC. La DR HC, de son côté, en détecte plus que la DR SC. Les mesures d'agrément montrent qu'il n'y a pas de différences

entre les divers types de radiographies en termes de fiabilité. Toutefois, la performance de la CR HC serait supérieure à celle de la RA et la CR SC lui serait égale par la mesure des surfaces sous la courbe (validité).

3.4.3.2 Épaississements pleuraux diffus

Quatre études ont évalué la présence d'épaississements pleuraux diffus (tableau 14). La première a comparé la fréquence des anomalies entre les DR HC, DR SC et RA : bien que la RA ait tendance à identifier plus d'épaississements que les autres types de radiographies et bien que la DR HC en montre un peu plus que la DR SC, les différences ne sont pas statistiquement significatives (Franzblau *et al.*, 2009). Les trois autres publications ont évalué les agréments interlecteurs, intra lecteur intra et inter radiographies, les pourcentages d'agrément (fiabilité) ou les agréments par rapport à un étalon-or (validité). Ces études ne montrent pas de différence statistiquement significative entre les DR HC, DR SC et RA et entre la CR SC et la RA. Cependant, alors que l'agrément (fiabilité) est qualifié de bon dans l'étude de Sen *et al.* (2010), il est jugé faible dans l'étude de Lee et Choi (2013).

Tableau 14 Études comparant les épaississements pleuraux diffus sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, résultats	Conclusion
<i>Franzblau A et al., 2009, États-Unis</i>	
Rapport de cotes (RC) RA* versus DR HC* RC = 1,35; IC 95 %* = 0,94-1,95 RA versus DR SC RC = 1,45; IC 95 % = 0,99-2,12 DR HC versus DR SC RC = 1,07; IC 95 % = 0,84-1,37	RA = DR HC RA = DR SC* DR HC = DR SC
<i>Sen A et al., 2010, États-Unis</i>	
Agrément interlecteurs Kappas entre 0,416 et 0,619 (bon); différence n.s.*	DR HC = DR SC = RA
Agrément intra lecteur intra et inter radiographies Kappas entre 0,54 et 0,72; différence n.s.	
<i>Larson TC et al., 2012, États-Unis</i>	
Pourcentage d'agrément 95,8 % à 99,2 % selon le type d'épaississement	CR SC* = RA
<i>Lee WJ et Choi BS, 2013, Corée</i>	
Poumon droit Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,20; IC 95 % = 0,10-0,30 (faible) Kappa RA = 0,11; IC 95 % = 0,01-0,21 (faible)	DR SC = RA
Poumon gauche Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,29; IC 95 % = 0,16-0,42 (faible) Kappa RA = 0,21; IC 95 % = 0,10-0,32 (faible)	

* RA = radiographie argentique; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; n.s. = non significative; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur.

De façon schématique, les résultats peuvent être résumés de la façon suivante :

Comparaison des radiographies numériques et argentiques • en termes de fréquence des épaississements pleuraux diffus détectés DR HC et DR SC = RA (une étude) • en termes d'agrément sur les épaississements pleuraux DR HC = DR SC = RA (une étude) (fiabilité) DR SC = RA (une étude) (validité) CR SC = RA (une étude) (fiabilité)

Comparaison des radiographies numériques entre elles

- en termes de fréquence des épaissements pleuraux diffus détectés
DR HC = DR SC (une étude)
- en termes d'agrément (fiabilité) sur les épaissements pleuraux
DR HC = DR SC (une étude)

En résumé, quelle que soit la façon d'évaluer la présence des épaissements pleuraux diffus, la DR HC, la DR SC, la CR SC et la RA sont équivalentes en termes de détection de ces anomalies.

3.4.3.3 Oblitération de l'angle costo-phrénique

Quatre études ont décrit les oblitérations de l'angle costo-phrénique (tableau 15). La RA détecte plus de ces anomalies que la DR HC et que la DR SC et la DR HC plus que la DR SC, sans que ces différences soient statistiquement significatives (Franzblau *et al.*, 2009). Les kappas d'agrément intra ou interlecteurs et intra ou inter radiographies (fiabilité), ainsi que les kappas par rapport à un étalon-or (validité), sont de faibles à bons et ne diffèrent pas entre la DR HC, la DR SC et la RA (Sen *et al.*, 2010; Lee et Choi, 2013). Le pourcentage d'agrément atteint 95,8 % entre la CR SC et la RA (fiabilité) (Larson *et al.*, 2012).

Tableau 15 Études comparant les oblitérations de l'angle costo-phrénique sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, résultats	Conclusion
<i>Franzblau A et al., 2009, États-Unis</i>	
Rapport de cote (RC) RA* versus DR HC* RC = 1,45; IC 95 %* = 0,99-2,11 RA versus DR SC RC = 1,36; IC 95 % = 0,93-1,99 DR HC versus DR SC RC = 0,94; IC 95 % = 0,79-1,12	RA = DR HC RA = DR SC* DR HC = DR SC
<i>Sen A et al., 2010, États-Unis</i>	
Agrément interlecteurs Kappas entre 0,367 et 0,567 (faible, bon); différence n.s.*	DR HC = DR SC = RA
Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies Kappas entre 0,46 et 0,73; différence n.s.	
<i>Larson TC et al., 2012, États-Unis</i>	
Pourcentage d'agrément 95,8 %	CR SC* = RA
<i>Lee WJ et Choi BS, 2013, Corée</i>	
Agrément interlecteurs Kappa DR SC = 0,42; IC 95 % = 0,37-0,46 (bon) Kappa RA = 0,37; IC 95 % = 0,31-0,43 (faible)	DR SC = RA
Agrément intra lecteur Kappa DR SC versus RA = 0,49 (IC 95 % = 0,42-0,55 (bon))	
Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,38; IC 95 % = 0,31-0,45 (faible) Kappa RA = 0,39; IC 95 % = 0,31-0,47 (faible)	

* RA = radiographie argentique; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; n.s. = non significative; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur.

De façon schématique, les résultats peuvent être résumés de la façon suivante :

Comparaison des radiographies numériques et argentiques

- en termes de fréquence des oblitérations de l'angle costo-phrénique
DR HC et DR SC = RA (une étude)
- en termes d'agrément sur les oblitérations de l'angle costo-phrénique
DR HC = DR SC = RA (une étude) (fiabilité)
DR SC = RA (une étude) (fiabilité et validité)
CR SC = RA (une étude) (fiabilité)

Comparaison des radiographies numériques entre elles

- en termes de fréquence des oblitérations de l'angle costo-phrénique
DR HC = DR SC (une étude)

On trouve donc que, quelles que soient les techniques utilisées, elles sont équivalentes en matière de détection des oblitérations de l'angle costo-phrénique.

3.4.3.4 Plaques pleurales

Deux études ont évalué la présence de plaques pleurales (tableau 16). La première montre que les pourcentages d'agrément (fiabilité) sont égaux entre la CR SC et la RA (Larson *et al.*, 2012). La seconde met en évidence de faibles kappas d'agrément par rapport à un étalon-or lorsque la DR SC est comparée à la RA. Toutefois, l'agrément au niveau du poumon droit est significativement plus élevé pour la DR SC que pour la RA, alors qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative pour le poumon gauche (Lee WJ et Choi, 2013).

Tableau 16 Études comparant les plaques pleurales sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, résultats	Conclusion
Larson TC et al., 2012, États-Unis	
Pourcentage d'agrément 71,4 % à 97,3 % selon le type de plaque	CR SC* = RA*
Lee WJ et Choi BS, 2013, Corée	
Poumon droit Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC* = 0,37; IC 95 %* = 0,29-0,45 (faible) Kappa RA = 0,18; IC 95 % = 0,11-0,24 (faible)	Plaques pleurales poumon droit DR SC > RA
Poumon gauche Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,26; IC 95 % = 0,17-0,36 (faible) Kappa RA = 0,14; IC 95 % = 0,05-0,22 (faible)	Plaques pleurales poumon gauche DR SC = RA

* CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur; RA = radiographie argentique; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %.

3.4.3.5 Autres anomalies pleurales

Nous n'avons repéré qu'une étude qui détaille les épaissements pleuraux de face, diaphragmatiques et de profil ainsi que les calcifications pleurales (tableau 17). Les auteurs ont comparé la CR HC et la RA et ils ont étudié leur performance par les surfaces sous les courbes (validité). La CR HC est équivalente à la RA dans la détection de tous les épaissements pleuraux, de face et diaphragmatiques (réunis), des calcifications pleurales (toutes) et des calcifications des parois thoraciques. Par contre, la CR HC détecte mieux que la RA les épaissements pleuraux de profil et les calcifications pleurales diaphragmatiques.

Tableau 17 Études comparant les autres anomalies pleurales sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, anomalies, résultats	Conclusion
Schaeffer CM et al., 1990, États-Unis	
Performance des radiographies (surface sous la courbe et écart-type)	
Épaissements pleuraux (tous), de face et diaphragmatiques	
CR HC* = RA* (données non présentées)	CR HC = RA
Calcifications pleurales (toutes)	
CR HC = RA	CR HC = RA
Calcifications pleurales diaphragmatiques	
CR HC = 0,91 ± 0,01	CR HC > RA
RA = 0,86 ± 0,01	
différence entre CR HC et RA $p < 0,02$	
Calcifications pleurales parois thoraciques	
CR HC = RA (données non présentées)	CR HC = RA

* CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée; RA = radiographie argentique.

3.5 ANOMALIES NON SPÉCIFIQUEMENT RELIÉES À UNE PNEUMOCONIOSE

Une seule publication a été recensée sur le sujet (tableau 18). Les auteurs ont étudié les performances (validité) de la DR HC et de la RA pour la détection des opacités pulmonaires, des anomalies interstitielles, médiastinales ou pleurales. Quelle que soit l'anomalie, les surfaces sous la courbe de l'une ou l'autre des techniques ne diffèrent pas statistiquement (van Heesewijk et al., 1996).

Tableau 18 Étude comparant des anomalies non spécifiquement reliées à une pneumoconiose sur des radiographies argentiques et numériques

Étude, anomalies, résultats	Conclusion
van Heesewijk HP et al., 1996, Pays-Bas	
Performance des radiographies (surface sous la courbe)	
OPACITÉS PULMONAIRES RA* = 0,81; IC 95 %* = 0,76-0,86 DR HC = 0,79; IC 95 % = 0,74-0,84	DR HC* = RA
ANOMALIES INTERSTITIELLES RA = 0,69; IC 95 % = 0,64-0,74 DR HC = 0,73; IC 95 % = 0,68-0,78	
ANOMALIES MÉDIASTINALES RA = 0,79; IC 95 % = 0,74-0,84 DR HC = 0,74; IC 95 % = 0,69-0,79	
ANOMALIES PLEURALES RA = 0,73; IC 95 % = 0,68-0,78 DR HC = 0,68; IC 95 % = 0,63-0,73	

* RA = radiographie argentique; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée.

3.6 RÉSUMÉ DES PRINCIPALES CONCLUSIONS POUR LES MÉDECINS RESPONSABLES

3.6.1 Qualité des images et visibilité des structures anatomiques

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 les 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 ou la visibilité des images lorsque les SCD passeront de la technologie argentique à numérique. Selon les deux seules études qui ont comparé les technologies numériques entre elles, la DR serait supérieure à la CR.

3.6.2 Anomalies pulmonaires et pleurales

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) (tableau 11),
- des plaques pleurales (deux études) (tableau 16),
- des petites anomalies parenchymateuses autres (tableau 9),
- des anomalies pleurales autres (tableau 17) et
- des anomalies non spécifiquement reliées à une pneumoconiose (tableau 18).

Les résultats sur les anomalies étudiées dans plus de deux articles sont résumés aux tableaux 19 et 20. Le premier comprend les comparaisons entre les radiographies numériques et argentiques et le deuxième résume les comparaisons des radiographies numériques entre elles. Le tableau G1 de l'annexe G présente ces résultats de façon plus détaillée.

3.6.2.1 Comparaison des radiographies numériques et argentiques

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),
- de petites opacités (toutes) (mesurées par les kappas d'agrément pour la fiabilité et la validité) 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).

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),
- 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) 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).

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

- la CR HC de petites opacités selon 12 scores de profusion (mesurées par les différences de scores moyens),
- la DR SC de grandes opacités (mesurées par les différences de scores moyens) 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).

Tableau 19 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).

3.6.2.2 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 20).

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 20 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 ≥ 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).

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.

4 DISCUSSION

Le principal objectif de ce travail était de résumer les conclusions issues des études épidémiologiques qui ont comparé les technologies argentique et numériques, en termes de détection d'anomalies pleuroparenchymateuses, afin d'éclairer les médecins du RSPSAT, lorsqu'ils auront à transmettre les résultats du dépistage des pneumoconioses aux travailleurs. Selon l'état des connaissances disponibles, ces médecins doivent-ils s'attendre à identifier plus d'anomalies pleuropulmonaires avec la technologie numérique qu'avec la technologie argentique, autant d'anomalies ou moins d'anomalies?

4.1 NOMBRE D'ÉTUDES

Une des caractéristiques de cette revue de littérature est de ne reposer que sur un petit nombre d'études, soit 16 en tout, dont 11 ont servi à l'analyse des résultats sur les anomalies pleuropulmonaires. Nous aurions pu faire le choix de ne retenir que les meilleures études sur le plan méthodologique, ou celles qui ont documenté la validité des technologies, ce qui aurait considérablement diminué le nombre d'études analysées.

Nous sommes aussi limités par le fait que certains des auteurs des 11 articles retenus ont écrit deux publications sur le même sujet (Laney *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2011; Lee et Choi, 2012; Lee et Choi, 2013; Franzblau *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2010). Ainsi, Laney *et al.* (2010) ont d'abord étudié 1 388 travailleurs du charbon, pour ne retenir, dans leur publication de 2011, que 172 d'entre eux présentant de petites opacités > 0/0 (Laney *et al.*, 2011). Dans leur première publication, ces auteurs ont fait interpréter les radiographies par huit lecteurs B, Dans leur deuxième étude, sept lecteurs semblent avoir interprété à nouveau les radiographies et les auteurs ont réalisé plus de tests statistiques. Cette possible nouvelle interprétation des radiographies pourrait expliquer les légères différences de résultats entre les deux articles.

De leur côté, Lee et Choi (2012) ont d'abord décrit les résultats des radiographies pulmonaires de 50 hommes exposés à des poussières inorganiques, puis ils ont augmenté leur population d'étude à 349 individus (Lee et Choi, 2013). Lee et Choi (2013) ont eux-mêmes qualifié leur publication de 2012 de projet pilote. Dans leur premier article, ces auteurs se sont concentrés sur la description des petites opacités parenchymateuses (toutes), alors qu'en 2013, ils ont distingué les petites opacités $\geq 1/0$, les grandes opacités et certaines anomalies pleurales (oblitération de l'angle costo-phrénique, épaississement pleural diffus et plaques pleurales). Pour les petites opacités parenchymateuses, qui ont été analysées dans les deux articles, les auteurs sont arrivés aux mêmes conclusions (la DR SC est supérieure à la RA).

Enfin, Franzblau *et al.* (2009) et Sen *et al.* (2010) ont étudié le même groupe de 107 patients, atteints d'anomalies parenchymateuses et pleurales, dans leurs publications respectives. La différence entre ces deux articles réside dans le type d'analyse des résultats effectué. En effet, Franzblau *et al.* (2009) ont décrit la fréquence des anomalies détectées par des prévalences, des rapports de cotes ou des différences de scores moyens de profusion, alors que Sen *et al.* (2010) se sont concentrés sur la fiabilité des radiographies (kappa d'agrément).

Une des conséquences de n'avoir repéré que peu d'études est qu'il est rare qu'il y ait plus de deux articles qui ont permis de comparer les mêmes technologies lors de la détection des différentes anomalies. C'est ainsi qu'il existe trop peu d'études pour porter un jugement sur la supériorité d'une technologie par rapport à l'autre, pour la taille des petites opacités parenchymateuses et les plaques pleurales. Bien que les autres anomalies aient fait l'objet d'au moins trois études, quand vient le moment de comparer les différents types de radiographies entre eux, on se retrouve avec une à deux publications, et dans de plus rares occasions, trois.

Une des caractéristiques de ce rapport est de ne reposer que sur peu d'études. Il faut donc être prudent avant de statuer sur la supériorité ou non d'une technique radiologique par rapport à une autre.

4.2 ANOMALIES DÉTECTÉES

4.2.1 Anomalies parenchymateuses

4.2.1.1 Anomalies parenchymateuses (toutes)

Seulement trois études se sont intéressées à évaluer la capacité de détecter la présence des anomalies parenchymateuses des radiographies numériques et argentiques (Franzblau *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2010; Larson *et al.*, 2012). Nous venons de voir que Franzblau *et al.* (2009) et Sen *et al.* (2010) ont évalué la même population. Ils ont de plus comparé les mêmes types de radiographie, en utilisant les mêmes méthodologies de lecture des images radiographiques. Pour Franzblau *et al.* (2009), la DR HC identifie plus d'anomalies parenchymateuses que la RA et que la DR SC, et la DR SC en identifie autant que la RA. Pour Sen *et al.* (2010), les kappas d'agrément sont bons et ne diffèrent pas entre les trois types de radiographies, témoignant ainsi d'une bonne fiabilité, assujettie à l'appréciation des évaluateurs. En utilisant des indicateurs de fiabilité, ces derniers auteurs ont montré une concordance entre les technologies, mais l'absence d'un étalon-or ne permettait pas de distinguer laquelle était plus proche de la « vérité ». La troisième étude (Larson *et al.*, 2012) a montré la supériorité de la CR SC par rapport à la RA, mais c'est la seule publication sur le sujet. Les auteurs rapportent avoir contrôlé l'environnement de lecture et standardisé les paramètres de traitement de l'image de façon à réduire les biais. Ils ont de plus comparé les surfaces sous les courbes, qui diffèrent statistiquement, donnant assez de poids à leur résultat.

Il n'est donc pas possible de conclure de façon certaine sur le pouvoir de détection des anomalies parenchymateuses prises ensemble par les DR ou la CR, compte tenu du petit nombre d'études. Les radiographies numériques semblent cependant être tout au moins égales à la radiographie argentique en ce qui concerne l'identification ou non de ces anomalies.

4.2.1.2 Petites opacités parenchymateuses

Cinq des six publications qui ont décrit les petites opacités parenchymateuses (toutes) ont le mérite d'avoir étudié des populations relativement importantes (Laney *et al.*, 2010 (n = 1 388); Mao *et al.*, 2011 (n = 192); Lee et Choi, 2013 (n = 349)), d'avoir documenté la validité des résultats par la mesure de l'agrément inter radiographies (Laney *et al.*, 2010; Mao *et al.*, 2011) ou encore d'avoir eu recours à un étalon-or, d'une part pour étudier la performance des radiographies par les surfaces sous les courbes (Takashima *et al.*, 2007) ou, d'autre part, pour documenter l'agrément (Lee et Choi, 2012; Lee et Choi, 2013). Dans l'étude de Takashima *et al.* (2007), l'étalon-or était la tomodensitométrie à haute résolution et dans celle de Lee et Choi (2013), il s'agissait du consensus entre quatre lecteurs expérimentés dans l'interprétation de la DR SC.

Les résultats issus de ces publications sont donc plus « robustes » : la CR HC serait supérieure à la DR HC et à la RA, la DR HC serait supérieure à la RA, et la CR SC serait égale à la RA. Il y a cependant des résultats apparemment discordants pour la comparaison de la DR SC et de la RA. En effet, Mao *et al.* (2011) ont montré un bon kappa d'agrément entre les deux types de radiographies, donc une bonne validité, sans qu'il soit possible de savoir quelle technologie était la meilleure. Lee et Choi (2012) et Lee et Choi (2013) ont évalué, dans leurs deux études menées sur la même population, l'agrément intra lecteur par rapport à un étalon-or. Ils ont trouvé des kappas qui étaient qualifiés de bons, dans leurs deux articles, mais le kappa pour la DR SC était significativement plus élevé que celui pour la RA, suggérant ainsi la supériorité de la DR SC sur la RA.

Malgré les forces des études, on se retrouve avec au maximum deux publications par type de radiographies comparées. Il faut donc interpréter les résultats avec prudence, car il n'est pas possible de conclure de façon certaine sur les différentes radiographies évaluées. Mais globalement, la radiographie numérique semble meilleure ou égale à la radiographie argentique pour la détection des petites opacités parenchymateuses (toutes).

4.2.1.3 Petites opacités parenchymateuses $\geq 1/0$

La détection des petites opacités $\geq 1/0$ est un des critères de positivité du dépistage de maladies comme l'amiantose et la silicose (American Thoracic Society, 2004; Bradshaw *et al.*, 2010). Les trois études qui ont décrit des résultats sur ces opacités ont montré que les DR HC ou SC et que les CR HC ou SC sont aussi valides que la RA pour la détection de ces anomalies (Takashima *et al.*, 2007; Laney *et al.*, 2010; Lee et Choi, 2013). Deux de ces études (Takashima *et al.*, 2007; Lee et Choi, 2013) ont évalué les performances des radiographies par la mesure des surfaces sous la courbe, ce qui représente une force et la deuxième d'entre elles (Lee et Choi, 2013) est la seule qui ait étudié la sensibilité, la spécificité, les valeurs prédictives positive et négative et l'exactitude des DR SC et des RA. Dans cette dernière étude, les deux technologies ne différaient pas significativement. La troisième étude (Laney *et al.*, 2010) a obtenu des pourcentages de petites opacités $\geq 1/0$ sur la CR SC et sur la RA qui étaient peu élevés, mais qui ne différaient pas statistiquement.

Bien qu'il faille ici aussi être prudent, car chacune des comparaisons effectuées ne repose que sur une seule étude, le recours aux nouvelles technologies ne devrait pas entraîner de changement substantiel, dans le futur, lors du dépistage des petites opacités parenchymateuses $\geq 1/0$.

4.2.1.4 *Forme des petites opacités parenchymateuses*

La forme des petites opacités est aussi une anomalie importante, car elle contribue à différencier certaines pathologies entre elles. Par exemple, l'amiantose se présente avec de petites opacités irrégulières, et la silicose se caractérise notamment par de petites opacités rondes (American Thoracic Society, 2004; Bradshaw *et al.*, 2010). L'information sur la forme des petites opacités est peu abondante, trois publications seulement ayant décrit ces anomalies, dont deux proviennent des mêmes auteurs. De plus, seules les CR SC et DR SC ont été comparées à la RA. Laney *et al.* (2010 et 2011) ont trouvé que la CR SC identifiait significativement plus de petites opacités irrégulières par rapport aux rondes que la RA, mais avec une fiabilité (Laney *et al.*, 2010) et une validité (Laney *et al.*, 2011) semblables entre les deux types de radiographies. Mao *et al.* (2011) ont obtenu une prévalence semblable de petites opacités rondes avec la DR SC (93,7 %) et la RA (90,0 %) (différence non significative).

Ici encore, même si les DR SC et CR SC sont égales ou supérieures à la RA pour la détection de la forme des petites opacités parenchymateuses, il faut être prudent avant de conclure sur la performance des radiographies évaluées, compte tenu du petit nombre d'études.

4.2.1.5 *Grandes opacités*

Les seules techniques qui ont été utilisées, dans les quatre publications qui décrivent les grandes opacités, sont la DR HC, la DR SC et la RA. Ces quatre articles comparent la DR SC à la RA. Franzblau *et al.* (2009) ont montré que la RA détectait significativement plus d'opacités que la DR SC, alors que Mao *et al.* (2011) en détectaient autant avec les deux technologies. Quelques facteurs peuvent expliquer ces différences. D'abord, la prévalence des grandes opacités est un peu moins élevée dans l'étude de Franzblau *et al.* (2009) (13 % à 17 %) que dans l'étude de Mao *et al.* (2011) (23 %). Ensuite, Franzblau *et al.* (2009) ont eu recours à six lecteurs B, ayant en moyenne 13 ans d'expérience, alors que Mao *et al.* (2011) ont retenu les services de cinq lecteurs qualifiés d'équivalents à des lecteurs B, formés en Chine. Enfin, Franzblau *et al.* (2009) ont interprété les radiographies numériques à l'aide de standards du BIT numérisés, alors que Mao *et al.* (2011) ont interprété les radiographies numériques à l'aide de radiographies standards, ce qui n'est pas recommandé. Le poids à accorder à l'étude de Franzblau *et al.* (2009) semble donc plus élevé que celui à donner à l'étude de Mao *et al.* (2011), compte tenu des méthodologies utilisées par ces auteurs.

Les deux autres études montraient des kappas d'agrément inter et intra lecteurs (fiabilité) de bons à excellents (Sen *et al.*, 2010) ou des kappas d'agrément par rapport à un étalon-or (validité) pour la DR SC et pour la RA qui étaient bons (Lee et Choi, 2013). Tous ces kappas ne différaient pas statistiquement.

Finalement, Franzblau *et al.* (2009) sont les seuls à avoir comparé la DR HC à la RA et à la DR SC. La DR HC identifiait significativement plus de grandes opacités que les deux autres technologies.

En fin de compte, les grandes opacités pourraient être mieux détectées par la RA que par la DR SC, mais il faut conserver les mêmes réserves que celles décrites à cause du peu d'études disponibles.

4.2.2 Anomalies pleurales

4.2.2.1 Anomalies pleurales (toutes)

Cinq publications ont décrit ces anomalies. Une seule (Schaeffer *et al.*, 1990) a comparé la CR HC à la RA par l'étude de la performance des radiographies (surfaces sous les courbes), ce qui est une force. Selon cette étude, la CR HC performe significativement mieux que la RA.

Les deux études qui ont comparé la CR SC à la RA sont arrivées à des résultats opposés (Laney *et al.*, 2010; Larson *et al.*, 2012). Ces deux études ont utilisé deux définitions différentes des anomalies pleurales, la première ne retenant que les plaques pleurales, l'oblitération de l'angle costo-phrénique et l'épaississement pleural diffus. Elles ont de plus montré des prévalences très différentes de ces anomalies (de 1,8 % à 2,1 % dans l'étude de Laney *et al.* (2010) et de 54,3 % à 56,2 % dans l'étude de Larson *et al.* (2012). Laney *et al.* (2010) ont obtenu un kappa inter radiographies (validité) jugé faible, mais Larson *et al.* (2012) ont trouvé des performances de radiographies qui ne différaient pas. Étant donné la forte prévalence des anomalies dans l'étude de Larson *et al.*, (2012) et l'analyse effectuée à l'aide de la comparaison des surfaces sous les courbes, plus de poids doit être accordé à cette étude (CR SC = RA) qu'aux résultats obtenus par Laney *et al.* (2010).

Enfin, Franzblau *et al.* (2009), et ensuite Sen *et al.* (2010), ont comparé les DR HC, DR SC et RA. Bien que dans l'étude de Franzblau *et al.* (2009), la RA détectait significativement plus d'anomalies pleurales que la DR SC, et la DR HC plus que la DR SC, Sen *et al.* (2011) ont obtenu des kappas d'agrément mesurant la fiabilité jugés bons, mais qui ne différaient pas significativement.

On peut donc retenir que la RA détecte plus d'anomalies pleurales que les DR et que les deux types de radiographies sont également fiables, mais sur la foi d'une seule population étudiée. De plus, les anomalies pleurales (toutes) sont la deuxième atteinte qui serait mieux détectée par la RA que par la DR.

4.2.2.2 Épaississement pleural diffus et oblitération de l'angle costo-phrénique

L'épaississement pleural diffus et l'oblitération de l'angle costo-phrénique ont été évalués tous deux dans les quatre mêmes publications (Franzblau *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2010; Larson *et al.*, 2012; Lee et Choi, 2013). Ces études ont comparé la DR HC, la DR SC, la CR SC et la RA. Quels que soient les indicateurs utilisés pour comparer les radiographies, elles étaient toutes équivalentes. En effet, Franzblau *et al.* (2009) ont montré que la RA identifiait

plus de ces anomalies que la DR HC et que la DR SC, sans que les différences soient statistiquement significatives, et Sen *et al.* (2010) documentaient des kappas mesurant la fiabilité qui ne différaient pas statistiquement. Larson *et al.* (2012) ont trouvé des pourcentages d'agrément égaux entre la CR SC et la RA. Enfin, Lee et Choi (2013) ont montré des kappas par rapport à un étalon-or, en général faibles, entre la DR SC et la RA, mais qui ne différaient pas.

La DR, tous formats considérés, détecte autant d'épaississements pleuraux diffus et d'oblitérations de l'angle costo-phrénique que la RA. On peut de plus émettre l'hypothèse que la CR SC les détecterait tout autant.

4.2.3 Influence de la qualité des images radiologiques et de la visibilité des structures anatomiques

Les résultats dont nous venons de discuter sont influencés par la qualité des images radiologiques et par la visibilité des structures anatomiques.

4.2.3.1 DR ou CR versus RA

En général, les DR (Hennigs *et al.*, 2001; Fink *et al.*, 2002; Bacher *et al.* 2003; Franzblau *et al.*, 2009; Mao *et al.*, 2011; Lee et Choi, 2013) et les CR (Laney *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2011; Larson *et al.*, 2012) HC ou SC produisent des images de meilleure qualité que la RA. En effet, la DR et la CR ont une plus grande efficacité quantique de détection (*higher quantum detection efficiency* ou *detective quantum efficiency* ou DQE) (Bacher *et al.*, 2003; Fink C *et al.*, 2002), elles présentent la possibilité de procéder au traitement des images par ajustement de la luminosité et du contraste et elles montrent une flexibilité dans l'affichage des images (Hennigs *et al.*, 2001; Bacher *et al.*, 2003; Ganten *et al.*, 2003; Mao *et al.*, 2011), ce qui n'est pas le cas pour la RA.

Cependant les lecteurs reconnaissent facilement les images numériques. En effet, les images de la DR et de la CR peuvent être imprimées sur des films lasers (DR HC et CR HC) ou elles peuvent être lues sur des moniteurs (DR SC et CR SC). La présentation des images lues sur des moniteurs peut entraîner un impact favorable sur l'appréciation de la qualité des SC par les évaluateurs, s'ils ont au départ une bonne opinion sur ce format de présentation de l'image (Hennigs *et al.*, 2001; Fink *et al.*, 2002; Ganten *et al.*, 2003).

Quelques études ont montré des images de qualité égale entre la DR HC (Ganten *et al.*, 2003, Takashima *et al.*, 2007) ou la DR SC (Franzblau *et al.*, 2009) et la RA et la supériorité de l'image de la RA sur la CR HC (Takashima *et al.*, 2007) ou un meilleur agrément interlecteurs pour la RA que pour la DR HC (Sen *et al.*, 2010). Ces résultats pourraient s'expliquer par des marques et des spécifications techniques différentes entre les DR utilisées. Tout d'abord, un détecteur à capteur constitué de silicium a été utilisé dans l'étude de Ganten *et al.* (2003), un détecteur à capteur plan CXDI-11 l'a été dans l'étude de Takashima *et al.* (2007) et Sen *et al.* (2010) ont eu recours à un détecteur à capteur plan constitué de sélénium amorphe. Ensuite, Ganten *et al.* (2003) ont tenté de corriger le biais d'information lié à la sorte de film utilisé avec une stratégie de lecture élaborée. Enfin, les

différentes caractéristiques des populations étudiées et les méthodes peuvent contribuer à expliquer les résultats.

En termes de visibilité des structures anatomiques, comme pour la qualité des images, les DR HC et SC sont meilleures que la RA (Woodard *et al.*, 1997; Hennigs *et al.*, 2001; Fink *et al.*, 2002; Bacher *et al.*, 2003; Ganten *et al.*, 2003; Lee et Choi, 2012). En effet, la DR a une dynamique d'image plus large (*wide dynamic range*), ce qui améliore le contraste des structures ou des éléments situés dans les régions anatomiques à faible pénétration par les rayons X et permet une bonne représentation simultanée des tissus ayant des capacités d'absorption substantiellement différentes. Par ailleurs, comme pour la qualité d'image, la DQE et la possibilité de traitement des images par ajustement du contraste et de la luminosité sont aussi des raisons qui expliquent la meilleure visibilité de la DR.

On peut donc retenir que les DR et CR HC et SC produisent en général des images de meilleure qualité que la RA. De plus, la visibilité des structures anatomiques est meilleure avec les DR qu'avec la RA.
--

4.2.3.2 DR versus CR

Les DR HC ou SC produisent en général des images de meilleure qualité que les CR HC ou SC (Bacher *et al.*, 2003; Takashima *et al.*, 2007) et la visibilité des structures anatomiques est également meilleure (Bacher *et al.*, 2003; Ganten *et al.*, 2003). Cela s'explique essentiellement par le fait que la DR a une plus grande efficacité quantique de détection et une plus large dynamique d'image. En effet, d'une part, l'efficacité quantique de détection pour la DR est de 65 % à 70 %, alors que pour la CR, elle est de 25 %. D'autre part, la dynamique d'image de la DR est en moyenne de 1 : 10 000 tandis que celle de la CR est de l'ordre de 1 : 4 000 (Ganten *et al.*, 2003).

4.3 IMPLICATIONS POUR LES MÉDECINS DU RÉSEAU DE SANTÉ PUBLIQUE EN SANTÉ AU TRAVAIL

4.3.1 Type de radiographie numérique

Le passage de la technologie argentique à la technologie numérique est un *sine qua non*. Il faut donc tenter d'estimer les effets qui découleront de ce virage. Nous venons de voir qu'il y a des avantages à passer à la technologie numérique, car elle offre des images de meilleure qualité et une meilleure visibilité des structures anatomiques. Le principal avantage de l'argentique est son faible coût et peut-être aussi la longue connaissance que nous avons de ses forces et de ses limites. Entre les différentes technologies numériques, le choix semble déterminé par le fait que la CR est beaucoup moins souvent décrite que la DR, comme si cette première technologie était déjà désuète.

De plus, avec le peu d'études dont nous disposons, la DR semble mieux performer que la CR en matière de qualité des images et aussi en termes visibilité. Les médecins du RSPSAT peuvent donc être rassurés à ce niveau.

Le second élément à considérer dans le choix entre ces deux technologies numériques aurait pu être lié à leur pouvoir de détection des anomalies. La revue des trois publications qui ont comparé ces technologies montre que la DR HC identifie plus d'anomalies parenchymateuses (toutes), de petites opacités selon 12 scores de profusion, de grandes opacités et d'anomalies pleurales (toutes) que la DR SC, et autant d'épaississements pleuraux diffus et d'oblitérations de l'angle costo-phrénique. Par contre la fiabilité est égale entre les deux DR pour toutes ces anomalies. Les comparaisons entre la DR HC et la CR HC montrent que la première détecte plus de petites opacités selon 12 scores de profusion, qu'elle est aussi valide que la CR HC lors de l'identification des petites opacités $\geq 1/0$ et qu'elle est moins fiable que la CR HC pour les petites opacités (toutes). Cependant, il est difficile d'arrêter le choix d'une technologie sur les anomalies recherchées, car les différentes pathologies qui constituent les pneumoconioses présentent des anomalies radiologiques qui diffèrent entre elles.

4.3.2 Anomalies dépistées par les technologies numériques

Quelle que soit la technologie numérique retenue, les médecins responsables des dépistages peuvent s'attendre à ce que ces radiographies détectent plus ou autant d'anomalies parenchymateuses (toutes), de petites opacités (toutes) et de petites opacités irrégulières par rapport aux rondes que la RA. De plus, les radiographies numériques seraient de fiabilité ou de validité meilleure ou égale à la RA pour ces anomalies. Les médecins peuvent aussi s'attendre à ce que les radiographies numériques détectent autant d'opacités parenchymateuses $\geq 1/0$, d'épaississements pleuraux diffus et d'oblitérations de l'angle costo-phrénique avec des fiabilité ou validité égales et moins de petites opacités selon 12 scores de profusion, de grandes opacités et d'anomalies pleurales (toutes).

Advenant l'apparition de nouvelles anomalies chez un travailleur jusque là sans atteinte au dépistage, il faudra se demander si la nouvelle anomalie résulte de l'évolution naturelle de la maladie ou d'une technologie plus sensible. De plus, si effectivement la technologie numérique détectait plus d'anomalies que la RA, la prévalence et l'incidence des problèmes identifiés dans un groupe de travailleurs pourraient s'accroître et refléter, soit les effets du virage technologique, soit une vraie augmentation des anomalies.

Mais ces différences de résultats entre les technologies sont-elles vraies, s'agit-il de faux positifs ou de faux négatifs? Une seule publication a documenté cette question. Lee et Choi (2013) ont calculé des sensibilités, des spécificités, des valeurs prédictives positives et négatives, lors de la comparaison de la DR SC et de la RA, pour la détection des petites opacités parenchymateuses $\geq 1/0$. Aucun de ces indicateurs ne différait de façon significative. On peut donc avoir une relativement bonne confiance dans ces résultats, mais ils ne sont basés que sur une seule étude, qui ne compare que deux technologies et qu'une seule anomalie. Néanmoins, ce résultat est rassurant, car les opacités $\geq 1/0$ sont recherchées dans le cadre du dépistage de l'amiantose et de la silicose, les deux pneumoconioses les plus fréquemment surveillées au Québec.

Enfin, on peut se demander si les résultats des études sont applicables au contexte québécois. Les populations des 11 articles diffèrent et les auteurs ne visaient pas une éventuelle applicabilité de leurs résultats à d'autres populations. Ils recherchaient surtout des

populations présentant suffisamment d'anomalies radiologiques pour pouvoir poser un jugement. On se retrouve donc avec des populations composées de mineurs de charbon (Laney *et al.*, 2010; Laney *et al.*, 2011), de travailleurs ou de patients exposés à divers contaminants comme de l'amiante (Schaeffer *et al.*, 1990; Larson *et al.*, 2011), des poussières minérales (Takashima *et al.*, 2007; Mao *et al.*, 2011, Lee et Choi, 2012; Lee et Choi, 2013) ou atteints de silicose (Franzblau *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2010) ou de pneumoconiose (Mao *et al.*, 2011). On diagnostique peu de pneumoconioses des mineurs du charbon au Québec, n'ayant pas de mine de ce type sur le territoire, mais les autres populations étudiées peuvent correspondre aux travailleurs dépistés au Québec. Ici encore, le petit nombre d'études rend difficile l'extrapolation des résultats à la population québécoise.

D'autres facteurs peuvent influencer les résultats obtenus. Le premier regroupe les conditions de réalisation des radiographies, qui varient d'une publication à l'autre. En effet, le type de technologie utilisée, la position de la prise de radiographie (postéro-antérieure, autre ou non précisée), le moment de la prise de la radiographie (le même jour ou avec un délai de quelques mois), etc. (tableau D1, annexe D) sont importants à considérer. Les conditions d'interprétation varient elles aussi en matière de lecteurs (nombre et qualification), de mode de lecture (lecture indépendante, à l'aveugle ou non, dans un ordre aléatoire ou non, nombre de sessions de lecture, intervalle de lecture), de modalités (affichage sur des moniteurs adéquats ou non, recours à des films standards numérisés ou non, recours aux critères du BIT, etc.) (tableau D1, annexe D).

Enfin, la qualification des médecins qui interprètent les radiographies, la méthode ainsi que les conditions d'interprétation demeurent des éléments primordiaux qui garantissent la qualité d'un programme de dépistage. De plus, certaines approches sont clairement non recommandées. L'implantation de façon appropriée de la nouvelle technologie numérique retenue par les SCD demeure donc un des éléments qui donneront confiance aux médecins dans les résultats qu'ils recevront.

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

American Thoracic Society. Diagnosis and initial management of nonmalignant diseases related to asbestos. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 170: 691-715.

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_%2Fsfrnet_%2Fhtm_%2FArticle_%2F2004_%2Fmie-20040223-000000-07586. [Consulté en ligne le 19 juin 2013].

Bradshaw L, Bowen J, Fishwick D, Powell S. Health surveillance in silica exposed workers. Health and Safety Executive Report RR827. 2010. 50 p. <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr827.pdf>. [Consulté en ligne le 6 janvier 2014].

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, Mortelé 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/Fedatov-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.

Glossaire en évaluation des technologies de la santé. <http://htaglossary.net/accueil>. [Consulté en ligne le 9 décembre 2013].

Gouvernement du Québec. Règlement sur la santé et la sécurité du travail. Chapitre S-2.1, r. 13. Loi sur la santé et la sécurité du travail. Chapitre S-2.1, a.223. 2013. http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S_2_1/S2_1R13.HTM. [Consulté en ligne le 25 septembre 2013].

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.

ANNEXE A

**RADIOGRAPHIES RÉALISÉES PAR LES SERVICES
CLINIQUES DE DÉPISTAGE DE L'INSTITUT NATIONAL
DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC**

Tableau A1 Nombre de radiographies réalisées par les Services cliniques de
dépistage de l'Institut national de santé publique du Québec et nombre
d'entreprises visitées par année

Année	Radiographies n	Entreprises visitées n
2006 - 2007	4 641	130
2007 - 2008	4 247	130
2008 - 2009	2 580	169
2009 - 2010	4 549	199
2010 - 2011	4 484	264
2011 - 2012	3 873	171
2012 - 2013	4 452	230

Source : Communication personnelle K. Olivier, Services cliniques de dépistage, Institut national de santé publique du Québec.

ANNEXE B

CLASSIFICATIONS PROPOSÉES POUR L'INTERPRÉTATION DES KAPPAS

Tableau B1 Quelques classifications proposées pour l'interprétation des kappas

Kappa	Landis et Koch (1977)	Altman (1991)	Fleiss (1981)	Byrt (1996)
< 0,0	Poor (faible)	Poor (faible)		No agreement (absence d'accord)
0,0 - 0,2	Slight (léger)	Poor (faible)	Poor (faible)	Poor (faible)
0,2 - 0,4	Fair (passable)	Fair (passable)		Slight (léger)
0,4 - 0,6	Moderate (modéré)	Moderate (modéré)	Fair to good (passable à bon)*	Fair (passable)
0,6 - 0,8	Substantial (substantiel)	Good (bon)		Good (bon)
0,8 - 0,9	Almost perfect (presque parfait)	Very good (très bon)	Excellent (excellent)	Very good (très bon)**
0,9 - 1,0				Excellent (excellent)

* limite de bon à excellent à 0,75.

** limite de très bon à excellent à 0,92.

Source : Szklo et Nieto, 2000.

ANNEXE C

**ÉTUDES TRAITANT DE LA QUALITÉ DES IMAGES DES
RADIOGRAPHIES ARGENTIQUES ET NUMÉRIQUES OU
DE LA VISIBILITÉ DES STRUCTURES ANATOMIQUES**

Tableau C1 Études traitant de la qualité des images des radiographies argentiques et numériques ou de la visibilité des structures anatomiques

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Woodard PK et al., 1997, États-Unis		
POPULATION 49 patients (32 hommes et 17 femmes) référés pour tomodensitométrie thoracique (poumons et tissus mous) conventionnelle ou hélicoïdale (CT) (TDM) RADIOGRAPHIES RA* (<i>film-screen radiography</i> ou FSR) DR HC* (<i>selenium based digital radiography</i>) DR directe selon notre interprétation Postéro-antérieures et latérales Réalisées pour chacun des sujets dans un délai de 48 heures après la TDM* LECTURE Quatre radiologues certifiés ayant un à 21 ans (en moyenne sept ans) d'expérience dans l'interprétation des radiographies thoraciques Lecture indépendante des radiographies, dans un ordre aléatoire, dans les mêmes conditions Scores de visibilité de neuf structures anatomiques normales du poumon (bronches, poumon « clair » (<i>unobscured lung</i>), rétro-cardiaque, sub-diaphragmatique) des tissus mous (médiastin, paroi thoracique, abdomen) et des os (colonne vertébrale, côtes et ceinture de l'épaule) sur les radiographies postéro-antérieures Scores de visibilité de quatre structures anatomiques normales du poumon (apex et lobes moyens ou inférieurs), des tissus mous ou des os sur les radiographies latérales Scores de visibilité des anomalies du poumon (nodules, masses, granulomes calcifiés, emphysème, fibrose, pneumonite, bronchiectasie, plaques pleurales, cicatrices du parenchyme), des tissus mous (mastectomie, chirurgie abdominale,	VISIBILITÉ DES STRUCTURES Score moyen pour DR HC sur RA Structures anatomiques normales, radiographies postéro-antérieures 3,6; IC 95 %* = 3,5-3,7 Structures anatomiques normales, radiographies latérales 3,4; IC 95 % = 3,3-3,5 Les différences sont plus élevées pour les radiographies postéro-antérieures que pour les latérales Visibilité des anomalies du poumon, des tissus mous et des os Entre 3,5 et 3,6; $p < 0,001$ Agrément interlecteurs Coefficient de Spearman r de - 0,18 à 0,65 pour une moyenne de 0,20 (agrément modéré)	VISIBILITÉ DES STRUCTURES DR HC montre une meilleure visibilité des structures que RA

Tableau C1 Études traitant de la qualité des images des radiographies argentiques et numériques ou de la visibilité des structures anatomiques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Woodard PK et al., 1997, États-Unis (suite) anomalies vasculaires, masses médiastinales, oesophagectomie) et des os (fractures des clavicules, des côtes ou des corps vertébraux, côte cervicale, défauts à la suite de thoracotomies (<i>thoracotomy defaults</i>), résection de côtes, malformation du pectus et scolioses) Scores des anomalies établies au préalable à la TDM par deux radiologues pulmonaires Échelle de cinq points (1 = RA bien meilleure que DR HC; 2 = RA un peu meilleure que DR HC; 3 = pas de différence entre RA et DR HC; 4 = DR HC un peu meilleure que RA; 5 = DR HC bien meilleure que RA) ANALYSE Scores moyens et IC 95 % Scores moyens comparés à un score de 3, puis test de t unilatéral corrigé par Bonferroni Agrément interlecteurs par corrélation de rang de Spearman (<i>Spearman rank-order correlation</i>) (r)		
Hennigs SP et al., 2001, Allemagne POPULATION 115 patients (76 hommes et 39 femmes) ayant passé une RA et une DR HC pulmonaires diagnostiques RADIOGRAPHIES RA (<i>film-screen radiography</i> ou FSR) DR HC (<i>large area silicon flat panel detector</i>) DR indirecte selon notre interprétation Postéro-antérieures et latérales Réalisées pour chacun des sujets dans un délai de 24 heures Conditions de réalisation non précisées.	QUALITÉ Radiographies postéro-antérieures Apparence Première lecture DR HC bien meilleure ou meilleure que RA; $p < 0,001$ Comparaison de la deuxième lecture par rapport à la première DR HC = RA; $p = 0,298$ Variabilité interlecteurs Première lecture Coefficients de Spearman de - 0,18 à 0,58 pour une moyenne de 0,23 (variabilité modérée)	QUALITÉ DR HC de meilleure qualité que RA pour les radiographies postéro-antérieures VISIBILITÉ DES STRUCTURES Visibilité de DR HC meilleure que pour RA

Tableau C1 Études traitant de la qualité des images des radiographies argentiques et numériques ou de la visibilité des structures anatomiques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Hennigs SP et al., 2001, Allemagne (suite) LECTURE Trois radiologues certifiés ayant plus de cinq ans d'expérience dans l'interprétation des RA mais sans expérience particulière avec les DR HC Lecture indépendante et aveugle des radiographies Interprétation côte à côte par comparaison directe entre DR HC et RA, les postéro-antérieures entre elles et les latérales entre elles, puis nouvelle lecture trois semaines plus tard dans un ordre aléatoire Comparaison de l'apparence des DR HC et des RA et de la visibilité de 11 structures anatomiques normales (trachée, carène, bronches principales, angle costo-pleural (<i>costopleural border</i>), azygos, bande paraspinale (<i>paraspinal stripe</i>), vaisseaux pulmonaires périphériques, hile, médiastin, tissus mous et os) sur les radiographies postéro-antérieures Comparaison de l'apparence des DR HC et des RA et de la visibilité de neuf structures anatomiques normales (trachée, angle costo-phrénique (<i>costodiaphragmatic recess</i>), « limite cardiaque postérieure » (<i>posterior cardiac border</i>), rétrosternal, rétro cardiaque, fissures, hile, colonne thoracique, sternum) sur les radiographies latérales Échelle de cinq points (1 = DR HC bien meilleure que RA; 2 = DR HC meilleure que RA; 3 = DR HC égale à RA; 4 = DR HC moins bonne que RA; 5 = DR HC beaucoup moins bonne que RA) ANALYSE Test de Wilcoxon (<i>signed-rank</i>) bilatéral avec ajustement de Bonferroni-Holm pour la comparaison des pourcentages Coefficient de corrélation de rang de Spearman (<i>Spearman's rank correlation coefficient</i>) pour la variabilité interlecteurs		
	Variabilité intra lecteur Première lecture DR HC = RA dans 68 % des cas Radiographies latérales Apparence Première lecture DR HC = RA; p = 0,745 Comparaison de la deuxième lecture par rapport à la première DR HC = RA; p = 0,935 Variabilité interlecteurs Première lecture Coefficients de Spearman de - 0,27 à 0,57 pour une moyenne de 0,20 (variabilité modérée) Variabilité intra lecteur Première lecture DR HC = RA dans 64 % des cas VISIBILITÉ DES STRUCTURES ANATOMIQUES NORMALES Radiographies postéro-antérieures Première lecture DR HC est meilleure que RA pour neuf des 11 structures anatomiques; p < 0,001 Radiographies latérales Première lecture Pas de différence significative entre DR HC et RA pour quatre des neuf structures anatomiques DR HC significativement pire que RA pour trois des neuf structures anatomiques DR HC significativement meilleure que RA pour deux des neuf structures anatomiques	

Tableau C1 Études traitant de la qualité des images des radiographies argentiques et numériques ou de la visibilité des structures anatomiques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Fink C et al., 2002, Allemagne POPULATION 112 patients asymptomatiques d'une clinique d'oncologie, recrutés pendant quatre mois et ayant eu un DR HC et des RA postéro-antérieures et latérales sur une période d'un an auparavant. Après exclusion de 12 patients (trois pour chirurgie thoracique entre les deux types de radiographies et neuf pour RA prêtées à un autre hôpital), 100 patients sont retenus pour l'étude RADIOGRAPHIES RA (<i>film-screen radiography</i> ou FSR) DR HC (<i>large-area amorphous silicon flat panel detector</i>) DR indirecte selon notre interprétation Postéro-antérieures et latérales RA réalisées dans un délai pouvant aller jusqu'à un an avant que les DR HC soient effectuées LECTURE Trois radiologues généralistes (un radiologue certifié et deux résidents de deuxième et de sixième année) Lecture indépendante et aveugle par des lecteurs sur négatoscope ou en les tenant à la main Score de qualité des images et de visibilité du parenchyme pulmonaire, des tissus mous et des os (bronches principales et périphériques, vaisseaux sanguins de l'apex, de la base et rétro cardiaques ou diaphragmatiques, artère pulmonaire droite, aorte descendante, diaphragme et vertèbres thoraciques) sur les radiographies postéro-antérieures Score de qualité des images et de visibilité du parenchyme pulmonaire, des tissus mous et des os (vaisseaux rétro-cardiaques, hile, vaisseaux de la silhouette cardiaque (<i>heart shadow</i>), diaphragme et vertèbres thoraciques) sur les radiographies latérales	QUALITÉ Radiographies postéro-antérieures Score moyen DR HC = 4,11 Score moyen RA = 3,74 Différence de scores $p = 0,0001$ Radiographies latérales Score moyen DR HC = 3,93 Score moyen RA = 3,51 Différence de score $p = 0,0001$ Agrément interlecteurs Corrélation de Spearman $p < 0,02$ VISIBILITÉ DES STRUCTURES ANATOMIQUES Radiographies postéro antérieures et latérales Scores moyens DR HC significativement plus élevés que RA; $p = 0,0001$, sauf pour un élément en postéro antérieur Pour la plupart des structures anatomiques, agrément s.s.* par le coefficient de Spearman	QUALITÉ DR HC meilleure qualité que RA pour les radiographies postéro-antérieures VISIBILITÉ DES STRUCTURES DR HC généralement meilleure que RA

Tableau C1 Études traitant de la qualité des images des radiographies argentiques et numériques ou de la visibilité des structures anatomiques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Fink C et al., 2002, Allemagne (suite)		
Échelle de cinq points (1 = insatisfaisant; 2 = faible; 3 = passable; 4 = bon; 5 = excellent) ANALYSE Test de Wilcoxon (<i>signed rank</i>) pour comparer les scores obtenus par les deux technologies Coefficient de Spearman (<i>Spearman's rank correlation</i>) pour agrément interlecteurs		
Bacher K et al., 2003, Belgique		
POPULATION 300 patients (179 hommes et 121 femmes) référés pour radiographie pulmonaire Assignés de façon aléatoire dans un des trois groupes de 100 patients ayant chacun une des trois technologies de radiographie Patients appariés pour l'indice de masse corporelle, le sexe et l'âge RADIOGRAPHIES RA (<i>film-screen radiograph</i> ou FSR) DR SC* (<i>digital amorphous silicon flat panel detector radiography</i>) CR SC* (<i>storage phosphor based computed radiography</i>) DR indirecte selon notre interprétation Postéro-antérieures et latérales Réalisées sous les mêmes conditions techniques LECTURE Cinq radiologues expérimentés Lecture indépendante par les lecteurs DR SC et CR SC lues sur des écrans de 1280 x 1600 pixels	QUALITÉ Agrément interlecteurs P = 0,034 Score moyen global DR SC (95 %) et CR SC (85 %), p = 0,0339 DR SC (95 %) et RA (82 %), p = 0,0129 CR SC (85 %) et RA (82 %), p = 0,7032 VISIBILITÉ DES STRUCTURES DR SC versus CR SC scores moyens significativement plus élevés pour quatre des 12 structures anatomiques DR SC versus RA scores moyens significativement plus élevés pour cinq des 12 structures anatomiques (dont quatre des structures de la comparaison DR SC et CR SC)	QUALITÉ Agrément interlecteurs significatif sur la qualité des radiographies DR SC de meilleure qualité que CR SC DR SC de meilleure qualité que RA CR SC et RA de qualité égale VISIBILITÉ DES STRUCTURES DR SC meilleure que CR SC et que RA pour quatre structures anatomiques DR SC meilleure que RA pour une cinquième structure anatomique

Tableau C1 Études traitant de la qualité des images des radiographies argentiques et numériques ou de la visibilité des structures anatomiques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Bacher K et al., 2003, Belgique (suite) Scores moyens de la qualité et de la visibilité de 12 structures anatomiques (omoplate, côte, vaisseaux périphériques, trachée et bronches proximales, silhouette du cœur et de l'aorte, diaphragme et angle costo-phrénique, poumon rétro cardiaque et médiastin, colonne vertébrale, détails des poumons et de la région rétro cardiaque (2) et détails linéaires et réticulaires visibles en deux endroits) Échelle de deux points (1 = clairement visible, 0 = non visible) ANALYSE Test de chi carré pour comparer la qualité d'image entre deux technologies Corrélation de rang de Spearman (<i>Spearman rank correlation</i>) pour évaluer la corrélation interlecteurs sur la qualité de l'image		
Ganten M et al., 2003, Allemagne POPULATION 69 patients au départ ayant une RA, une DR HC et une CR HC pulmonaire lors d'une chirurgie abdominale. 30 sujets d'étude après exclusion de patients ayant eu des changements de l'anatomie pulmonaire RADIOGRAPHIES RA (<i>film-screen radiography</i> ou FSR) DR HC (<i>flat panel chest radiography</i>) CR HC* (<i>storage phosphor radiography</i>) DR indirecte selon notre interprétation Postéro-antérieures Réalisées sur une période de 10 jours à trois mois Conditions techniques de réalisation non précisées	QUALITÉ Différences de score moyen global DR HC et CR HC = 0,2; p n.s.* DR HC et RA = 0; p n.s. CR HC et RA = 0,2; p n.s. Coefficient de corrélation interlecteurs 0,42 à 0,65 pour la qualité des images et pour la visibilité des structures anatomiques VISIBILITÉ DES STRUCTURES DR HC versus CR HC Scores moyens DR HC significativement plus élevés pour six des 10 structures anatomiques	QUALITÉ DR HC, CR HC et RA de qualité égale VISIBILITÉ DES STRUCTURES DR HC meilleure que CR HC pour six structures anatomiques, DR HC meilleure que RA pour six structures anatomiques, CR HC meilleure que RA pour quatre structures anatomiques

Tableau C1 Études traitant de la qualité des images des radiographies argentiques et numériques ou de la visibilité des structures anatomiques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Ganten M et al., 2003, Allemagne (suite)		
LECTURE Trois résidents en radiologie thoracique (en troisième, quatrième et cinquième année de résidence) Lecture indépendante et aveugle par les lecteurs Scores de qualité de l'image et de visibilité de 10 structures anatomiques du poumon (bronches principales droite et gauche, bronches périphériques, vaisseaux de l'apex et de la base, vaisseaux rétro cardiaques, artère pulmonaire droite, aorte descendante, diaphragme, colonne vertébrale thoracique) Échelle de cinq points (1 = insatisfaisant; 2 = faible; 3 = passable; 4 = bon; 5 = excellent) ANALYSE Test de Wilcoxon (<i>signed rank test</i>) pour les différences de scores obtenus par les trois technologies Coefficient de corrélation de rang de Spearman (<i>Spearman's rank correlation coefficient</i>) pour l'agrément interlecteurs	DR HC versus RA Scores moyens DR HC significativement plus élevés pour six des 10 structures anatomiques (dont cinq sont les mêmes que dans la comparaison précédente) CR HC versus RA Scores moyens CR HC significativement plus élevée pour quatre des 10 structures anatomiques Score moyen de la visibilité des 10 structures anatomiques DR HC = 3,6 CR HC = 3,5 RA = 3,3	

* RA = radiographie argentique; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %; TDM = tomodesitométrie; s.s. = statistiquement significatif; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur; CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée; n.s. = non significatif.

ANNEXE D

ÉTUDES DÉCRIVANT LES ANOMALIES RELIÉES AUX PNEUMOCONIOSES SUR DES RADIOGRAPHIES ARGENTIQUES ET NUMÉRIQUES

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Schaeffer CM et al., 1990, États-Unis		
POPULATION 32 hommes exposés à l'amiante, suivis dans une clinique de santé au travail Neuf hommes non exposés à l'amiante, sans anomalie à la tomodensitométrie pulmonaire faite 6 mois avant l'étude pour d'autres raisons médicales RADIOGRAPHIES RA* (<i>film radiograph</i> ou FR) CR HC* (<i>storage phosphor radiograph</i> ou SR) CR_{de} HC (<i>supplemented by dual-energy soft tissue and calcium image</i> ou SR_{de}) Postéro-antérieures Moment et conditions techniques de réalisation non précisées LECTURE Huit lecteurs dont sept radiologues certifiés et un médecin du travail; deux lecteurs B parmi les huit lecteurs Lecture indépendante, dans un ordre aléatoire, en trois sessions, avec intervalle de deux semaines Classification des anomalies pleurales selon le BIT* par les deux lecteurs B Définition de cinq catégories d'anomalies pleurales (épaississement pleural de profil, de face ou diaphragmatique, calcification pleurale ou diaphragmatique) Définition d'un score d'anomalies pleurales ANALYSE Comparaison des radiographies postéro-antérieures avec l'étalon-or Courbe ROC* (<i>receiver operating characteristic</i>) en prenant fort probablement les vues postéro-antérieures, latérales et les deux obliques de ce que les auteurs nomment des radiographies multifilms, comme étalon-or. Az ± ET*.	QUALITÉ : non évaluée ANOMALIES PARENCHYMATEUSES : non évaluées ANOMALIES PLEURALES Performance des radiographies (surface sous la courbe) pour tous les résultats présentés ci-dessous TOUTES Az CR HC = Az CR_{de} HC = 0,90 ± 0,01 Az RA = 0,88 ± 0,01 différence entre Az CR HC et Az RA p < 0,02 différence entre Az CR_{de} HC et Az RA p < 0,02 ÉPAISSISSEMENTS PLEURAUX (TOUS), DE FACE ET DIAPHRAGMATIQUES Az CR HC = Az CR_{de} HC = Az RA (données non présentées) ÉPAISSISSEMENTS PLEURAUX DE PROFIL Az CR HC = Az CR_{de} HC Az CR_{de} HC = 0,92 ± 0,01; Az RA = 0,89 ± 0,01 différence entre Az CR_{de} HC et Az RA p < 0,01 CALCIFICATIONS PLEURALES (TOUTES) Az CR_{de} HC = 0,91 ± 0,01 Az RA = 0,87 ± 0,01 différence entre CR_{de} HC et RA p < 0,01 CR HC = RA CALCIFICATIONS PLEURALES DIAPHRAGMATIQUES Az CR HC = 0,91 ± 0,01 Az CR_{de} HC = 0,91 ± 0,01 Az RA = 0,86 ± 0,01 différence entre Az CR HC et Az RA p < 0,02	ANOMALIES PLEURALES (TOUTES) Performances égales CR HC et CR_{de} HC Performances CR HC et CR_{de} HC meilleures que RA ÉPAISSISSEMENTS PLEURAUX (TOUS, DE FACE, DIAPHRAGMATIQUES) Performances égales CR HC, CR_{de} HC et RA ÉPAISSISSEMENTS PLEURAUX DE PROFIL Performances égales CR HC et CR_{de} HC Performance CR_{de} HC meilleure que RA CALCIFICATIONS PLEURALES (TOUTES) Performances égales CR HC et RA Performance CR_{de} HC meilleure que RA CALCIFICATIONS PLEURALES DIAPHRAGMATIQUES Performances égales de CR HC et CR_{de} HC Performances CR HC et CR_{de} HC meilleures que RA CALCIFICATIONS PLEURALES PAROIS THORACIQUES Performances égales CR HC, CR_{de} HC et RA

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Schaeffer CM et al., 1990, États-Unis (suite)		
Comparaison des scores pleuraux avec les scores pleuraux établis antérieurement par un lecteur B Test de t pour les différences de surface sous la courbe Analyse de variance (procédure de Scheffé) pour les différences de scores pleuraux	différence entre AzCR_{de} HC et Az RA p < 0,02 CALCIFICATIONS PLEURALES PAROIS THORACIQUES Az CR HC = Az CR_{de} HC = Az RA (données non présentées) SCORE PLEURAL Différence moyenne entre les scores de comparaison et les scores des lecteurs (et écart-type) CR_{de} HC : 0,51 ± 0,17 CR HC : 1,37 ± 0,17 RA : 1,54 ± 0,17 CR HC, CR_{de} HC et RA ont des scores < que les scores pleuraux de comparaison (p < 0,005) CR_{de} HC ont des scores significativement plus élevés que CR HC et RA CR_{de} HC ont les scores les plus proches des scores de comparaison	
Takashima Y et al., 2007, Japon		
POPULATION 20 patients exposés à des poussières minérales 10 sujets sains sans exposition professionnelle aux poussières minérales RADIOGRAPHIES RA (<i>analog radiograph</i> ou RA) CR HC (<i>storage phosphor computed radiography</i> ou SR) DR HC* (<i>flat panel detector</i> ou FPD) DR directe selon notre interprétation Absence d'information sur la position de la prise de radiographie CR HC et DR HC réalisées pour chacun des sujets le même jour;	QUALITÉ Différences de score d'évaluation subjective des trois lecteurs RA et DR HC : scores de -0,133 à 0,259, différences n.s.* RA et CR HC : scores de 0,300 à 0,867, différences s.s.* DR HC et CR HC : scores de 0,433 à 0,800, différences s.s.	QUALITÉ RA et DR HC de qualité égale RA de meilleure qualité que CR HC DR HC de meilleure qualité que CR HC ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PETITES OPACITÉS (TOUTES) Agrément interlecteurs plus élevé pour CR HC et DR HC que pour RA

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Takashima Y et al., 2007, Japon (suite)		
RA réalisée dans un délai de 6 mois LECTURE Trois lecteurs médecins du travail, dont un lecteur B Lecture indépendante et aveugle, une fois par chaque lecteur dans un ordre aléatoire Les trois types de films ont été simultanément comparés côte à côte et classés selon le BIT 2000 Antérieurement à la lecture, un pneumologue ayant plus de 20 ans d'expérience a classé toutes les radiographies en utilisant les standards de la classification japonaise des pneumoconioses Évaluation subjective de la qualité des radiographies avec une échelle de cinq points non précisée TDMHR* Une par sujet de l'étude LECTURE DE LA TOMODENSITOMÉTRIE Un radiologue expérimenté a interprété toutes les TDMHR ANALYSE Test t païré pour les différences de la qualité des images et pour l'analyse des 12 scores de profusion des opacités Kappa ($< 0,20$ = très faible, $0,21-0,40$ = faible, $0,41-0,60$ = modéré, $0,61-0,80$ = bon, $0,81-1,00$ = très bon) Courbe ROC en prenant les opacités $\geq 1/0$ au TDMHR comme étalon-or Chi carré pour les différences de surface sous la courbe	ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PETITES OPACITÉS (TOUTES) Agrément interlecteurs Kappa CR HC = 0,64 (bon) $p < 0,001$ Kappa DR HC = 0,62 (bon) $p < 0,001$ Kappa RA = 0,55 (modéré) $p < 0,001$ PETITES OPACITÉS (SCORES DE PROFUSION 0, 1, 2, 3) Kappa d'agrément interlecteurs les plus élevés par catégorie 0 kappa CR HC = 0,83 (très bon) 1 kappa CR HC = 0,58 (modéré) 2 kappa DR HC = 0,66 (bon) 3 kappa RA = 0,74 (bon) PETITES OPACITÉS (12 SCORES DE PROFUSION) Différence de scores moyens intra lecteur RA versus DR HC : 0,133 à 0,167; p de 0,134 à 0,305 RA versus CR HC : 0,567 à 0,600; $p \leq 0,001$ DR HC versus CR HC : 0,400 à 0,433; $p = 0,002$ à 0,008 OPACITÉS $\geq 1/0$ Performance des radiographies (surface sous la courbe) RA > DR HC > CR HC Chi carré = 2,87, $p = 0,2379$ Les surfaces les plus grandes étaient fournies par le seul lecteur B parmi les trois lecteurs ANOMALIES PLEURALES : non évaluées	PETITES OPACITÉS DE CATÉGORIE 0 Agrément interlecteurs le plus élevé pour CR HC PETITES OPACITÉS DE CATÉGORIE 1 Agrément interlecteurs le plus élevé pour CR HC PETITES OPACITÉS DE CATÉGORIE 2 Agrément interlecteur le plus élevé pour DR HC PETITES OPACITÉS DE CATÉGORIE 3 Agrément interlecteurs le plus élevé pour RA PETITES OPACITÉS (12 SCORES DE PROFUSION) Scores moyens intra lecteur significativement plus élevé pour RA que pour CR HC Scores moyens intra lecteur significativement plus élevé pour DR HC que pour CR HC PETITES OPACITÉS $\geq 1/0$ Performances égales RA, DR HC et CR HC

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Franzblau A et al., 2009, États-Unis POPULATION 107 patients (86 hommes et 21 femmes) suivis ou connus pour une silicose avec des anomalies parenchymateuses et pleurales RADIOGRAPHIES RA (film-screen radiograph ou FSR) DR HC (flat panel amorphous selenium detector ou DR) DR SC* DR directe selon notre interprétation Postéro-antérieures Réalisées pour chacun des sujets le même jour et sous les mêmes conditions techniques 318 radiographies analysées (3 x 106), car trois radiographies ont été perdues (une chez trois patients) LECTURE Six médecins lecteurs B dont la durée de certification variait entre quatre à 24 ans avec une moyenne de 13 ans Lecture indépendante et aveugle, deux fois par chaque lecteur dans un ordre aléatoire Radiographies classées selon le BIT 2000 Lecture faite en plusieurs sessions séparées de 30 jours (une session pour chaque format) DR SC affichées sur des écrans à haute résolution (2 048 x 2 560 pixels) comparées côte à côte à la version numérisée des films standards du BIT RA et DR HC comparées côte à côte aux films standards du BIT Évaluation de la qualité des radiographies selon les critères du BIT	QUALITÉ Catégories de qualité de l'image 1 versus 2, 3 et 4 RA versus DR HC RC = 0,67; IC 95 % = 0,49-0,92 RA versus DR SC RC = 1,11; IC 95 % = 0,85-1,45 DR HC versus DR SC RC = 1,66; IC 95 % = 1,39-1,96 Catégories de qualité de l'image 1 et 2 versus 3 et 4 RA versus DR HC RC = 0,47; IC 95 % = 0,31-0,73 RA versus DR SC RC = 0,89; IC 95 % = 0,56-1,41 DR HC versus DR SC RC = 1,87; IC 95 % = 1,53-2,30 Mêmes constats lorsque ces comparaisons sont ajustées pour l'âge, le sexe, l'IMC* et les paquets-années de cigarettes ANOMALIES PARENCHYMATEUSES TOUTES Rapport de cotes RA versus DR HC RC = 0,75; IC 95 % = 0,65-0,86 RA versus DR SC RC = 0,91; IC 95 % = 0,80-1,45 DR HC versus DR SC RC = 1,22; IC 95 % = 1,09-1,35	QUALITÉ RA et DR SC de même qualité RA de moins bonne qualité que DR HC DR HC de meilleure qualité que DR SC ANOMALIES PARENCHYMATEUSES TOUTES RA détecte moins d'anomalies que DR HC RA détecte autant d'anomalies que DR SC DR HC détecte plus d'anomalies que DR SC PETITES OPACITÉS (12 ET QUATRE SCORES DE PROFUSION) RA détecte moins d'anomalies que DR HC RA détecte autant d'anomalies que DR SC DR HC détecte plus d'anomalies que DR SC GRANDES OPACITÉS RA détecte moins d'anomalies que DR HC RA détecte plus d'anomalies que DR SC DR HC détecte plus d'anomalies que DR SC

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
<i>Franzblau A et al., 2009, États-Unis (suite)</i>		
ANALYSE Modèles avec et sans contrôle des facteurs confondants Variables qui pourraient influencer la qualité de l'image (âge, sexe, IMC, paquets-années de cigarettes) introduites comme covariables dans les modèles Modèles pour autres données que qualité ajustés aussi pour la qualité médiane de l'image Estimés des RC* et IC 95 %*	PETITES OPACITÉS (12 SCORES DE PROFUSION) Différence de score moyen RA et DR HC : - 0,381; $p < 0,0001$ RA et DR SC : - 0,028; $p = 0,6771$ DR HC et DR SC: 0,353; $p = < 0,0001$ PETITES OPACITÉS CLASSIFIÉES (QUATRE SCORES DE PROFUSION) Différence de score moyen RA et DR HC : - 0,136; $p < 0,0001$ RA et DR SC : - 0,015; $p = 0,5596$ DR HC et DR SC : 0,122; $p < 0,0001$ GRANDES OPACITÉS Rapport de cotes RA versus DR HC RC = 0,86; IC 95 % = 0,75-0,98 RA versus DR SC RC = 1,18; IC 95 % = 1,03-1,36 DR HC versus DR SC RC = 1,38; IC 95 % = 1,20-1,58 Mêmes constats lorsque ces comparaisons sont ajustées pour l'âge, le sexe, l'IMC et les paquets-années de cigarettes	ANOMALIES PLEURALES TOUTES RA détecte plus d'anomalies que DR HC et que DR SC DR HC détecte plus d'anomalies que DR SC OBLITÉRATION DE L'ANGLE COSTO-PHRÉNIQUE ET ÉPAISSISSEMENT PLEURAL DIFFUS RA détecte autant d'anomalies que DR HC et que DR SC DR HC détecte autant d'anomalies que DR SC

Tableau D1 Études décrivant les anomalies liées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
<i>Franzblau A et al., 2009, États-Unis (suite)</i>	ANOMALIES PLEURALES TOUTES Rapport de cotes RA versus DR HC RC = 1,30; IC 95 % = 1,10-1,53 RA versus DR SC RC = 1,53; IC 95 % = 1,31-1,78 DR HC versus DR SC RC = 1,18; IC 95 % = 1,04-1,33 OBLITÉRATION DE L'ANGLE COSTO-PHRÉNIQUE Rapport de cotes RA versus DR HC RC = 1,45; IC 95 % = 0,99-2,11 RA versus DR SC RC = 1,36; IC 95 % = 0,93-1,99 DR HC versus DR SC RC = 0,94; IC 95 % = 0,79-1,12 ÉPAISSISSEMENT PLEURAL DIFFUS Rapport de cotes RA versus DR HC RC = 1,35; IC 95 % = 0,94-1,95 RA versus DR SC RC = 1,45; IC 95 % = 0,99-2,12 DR HC versus DR SC RC = 1,07; IC 95 % = 0,84-1,37	

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Sen A et al., 2010, États-Unis La population à l'étude, les techniques de radiographies et les lectures sont les mêmes que celles de l'étude de Franzblau de 2009. La seule différence se situe au niveau de l'analyse des résultats qui se fait essentiellement avec des kappas d'agrément inter et intra lecteurs POPULATION 107 patients (86 hommes et 21 femmes) suivis ou connus pour une silicose avec des anomalies parenchymateuses et pleurales RADIOGRAPHIES RA (<i>film-screen radiograph</i> ou FSR) DR HC (<i>flat panel amorphous selenium detector</i> ou DR) DR SC DR directe selon notre interprétation Postéro-antérieures Réalisées pour chacun des sujets le même jour et sous les mêmes conditions techniques Au total 318 radiographies ont été analysées (3 x 106), car trois radiographies ont été perdues (une chez trois patients) LECTURE Six lecteurs B Lecture indépendante et aveugle, deux fois par chaque lecteur dans un ordre aléatoire Radiographies classées selon BIT 2000 DR SC affichées sur des écrans à haute résolution et comparées côte à côte à la version numérisée des films standards du BIT Évaluation de la qualité des radiographies selon les critères du BIT	QUALITÉ Agrément interlecteurs, première lecture Kappas interlecteurs plus élevés pour RA que pour DR SC et que pour DR HC Différences de kappa s.s. seulement pour: RA et DR HC (catégorisation ordinale à quatre niveaux): 0,155; IC 95 % = 0,046-0,250 RA et DR HC (catégories de qualité 1 et 2 versus 3 et 4) : 0,217; IC 95 % = 0,010-0,376 RA et DR SC (catégories de qualité 1 et 2 versus 3 et 4) : 0,250; IC 95 % = 0,032-0,417 Agrément interlecteurs, deuxième lecture Kappas interlecteurs en général plus élevés pour RA que pour DR SC et que pour DR HC, mais tous faibles Pas de différence s.s. de kappas Agrément intra lecteur pour un même type de radiographie Kappa RA de 0,49 à 0,54 (bon) Kappa DR HC de 0,38 à 0,41 (faible à bon) Kappa DR SC de 0,29 à 0,48 (faible à bon) Agrément intra lecteur entre les différents types de radiographies Kappa RA versus DR HC de 0,13 à 0,16 (faible) Kappa DR HC versus DR SC de 0,23 à 0,28 (faible) Kappa RA versus DR SC de 0,13 à 0,21 (faible)	QUALITÉ En général, meilleur agrément pour RA que pour DR HC et que pour DR SC (différent de Franzblau <i>et al.</i>, 2009) ANOMALIES PARENCHYMATEUSES (TOUTES, PETITES OPACITÉS EN 12 OU QUATRE SCORES DE PROFUSION, GRANDES OPACITÉS, TOUTES OU EN QUATRE POINTS DES CRITÈRES DU BIT) Agrément égal entre RA, DR HC et DR SC (façon différente d'analyser les données que ce qu'a fait Franzblau <i>et al.</i>, 2009) ANOMALIES PLEURALES (TOUTES, OBLITÉRATION DE L'ANGLE COSTO-PHRÉNIQUE, ÉPAISSISSEMENT PLEURAL DIFFUS) Agrément égal entre RA, DR HC et DR SC (façon différente d'analyser les données que ce qu'a fait Franzblau <i>et al.</i>, 2009)

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Sen A et al., 2010, États-Unis (suite)		
ANALYSE Agrément interlecteurs évalué lors de deux lectures Kappa (< 0,40 = faible; 0,40-0,75 = passable à bon; > 0,75 = excellent) Kappa intra lecteur : méthode des moindres carrés (<i>iterative least square approach</i>) non ajustés et modèle de régression en deux étapes (<i>two-stage regression model</i>) ajusté pour les lecteurs et pour les covariables IC 95 %	ANOMALIES PARENCHYMATEUSES TOUTES Agrément interlecteurs Kappas entre 0,536 et 0,646 (bon); différences n.s. Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies Kappas entre 0,65 et 0,77 (bon); différence n.s. PETITES OPACITÉS (12 SCORES DE PROFUSION) Agrément interlecteurs Kappas entre 0,225 et 0,288 (faible); différence n.s. Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies Kappas entre 0,29 et 0,39 (faible); différence n.s. PETITES OPACITÉS (QUATRE SCORES DE PROFUSION) Agrément interlecteurs Kappas entre 0,425 et 0,468 (bon); différence n.s. Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies Kappas entre 0,48 et 0,61 (bon); différence n.s. GRANDES OPACITÉS (TOUTES) Agrément interlecteurs Kappas entre 0,622 et 0,718 (bon); différence n.s. Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies Kappas entre 0,72 et 0,81 (bon, excellent); différence n.s.	

Tableau D1 Études décrivant les anomalies liées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Sen A et al., 2010, États-Unis (suite)	GRANDES OPACITÉS (QUATRE POINTS DES CRITÈRES DU BIT) Agrément interlecteurs Kappas entre 0,477 et 0,531 (bon); différence n.s. Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies Kappas entre 0,58 et 0,70 (bon); différence n.s. ANOMALIES PLEURALES TOUTES Agrément interlecteurs Kappas entre 0,415 et 0,524 (bon); différence n.s. Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies Kappas entre 0,56 et 0,69 (bon); différence n.s. OBLITÉRATION DE L'ANGLE COSTO-PHRÉNIQUE Agrément interlecteurs Kappas entre 0,367 et 0,567 (faible, bon); différence n.s. Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies Kappas entre 0,46 et 0,73; différence n.s. ÉPAISSISSEMENT PLEURAL DIFFUS Agrément interlecteurs Kappas entre 0,416 et 0,619 (bon); différence n.s. Agrément intra lecteur, intra et inter radiographies Kappas entre 0,54 et 0,72; différence n.s.	

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Laney AS et al., 2010, États-Unis		
POPULATION 1 388 mineurs de charbon retenus sur les 1 401 de départ après exclusion de 13 mineurs avec une radiographie de mauvaise qualité RADIOGRAPHIE RA (film-screen radiograph ou FSR) CR SC* (storage phosphor computed radiography ou CR) Postéro-antérieures Réalisées pour chacun des sujets le même jour et sous les mêmes conditions techniques LECTURE Huit lecteurs B Lecture indépendante et aveugle une fois par paire de lecteurs et en des sessions différentes Chaque paire de lecteurs a interprété entre 40 et 72 CR SC et AR d'un même travailleur RA comparées côte à côte aux films standards du BIT et classées selon le BIT CR SC affichées sur double écran de 2 048 x 2 560 pixels, comparées côte à côte à la version numérisée des films standard du BIT et classées selon le BIT Évaluation de la qualité des radiographies selon les critères du BIT ANALYSE Kappa et kappa pondéré de Cicchetti-Allison pour tableaux 2 x 2 Test de Wilcoxon de somme des rangs (<i>Wilcoxon rank sum test</i>) pour comparer les valeurs médianes des kappas	QUALITÉ Radiographies de bonne qualité CR SC = 72,5 % RA = 61,9 % Ne sait pas si différence s.s. ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PETITES OPACITÉS (TOUTES) Agrément inter radiographies Kappa pondéré (probablement CR SC versus RA) = 0,49; IC 95 % = 0,44-0,54 (bon) PETITES OPACITÉS 0/0 CR SC = 92,1 % RA = 91,3 % Parfait agrément (accord total) intra et interlecteurs dans 78,9 % des images PETITES OPACITÉS ≥ 1/0 CR SC = 4,8 % RA = 5,2 % p = 0,54 PETITES OPACITÉS ≥ 2/1 CR SC = 1,0 % RA = 0,4 % p = 0,006 Les opacités ≥ 2/1 avec CR SC semblent être interprétées 1/2 ou 1/1 avec RA	QUALITÉ CR SC de meilleure qualité que RA. Ne sait pas si différence s.s. ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PETITES OPACITÉS (TOUTES) Bon agrément inter radiographies CR SC et RA PETITES OPACITÉS 0/0 ET ≥ 1/0 CR SC en détecte autant que RA PETITES OPACITÉS ≥ 2/1 CR SC en détecte plus que RA PETITES OPACITÉS 0/0 OU 0/1 VERSUS ≥ 1/0 Bon agrément inter radiographies Agrément interlecteurs égal pour CR SC et pour RA FORME DES PETITES OPACITÉS CR SC détecte plus de petites opacités irrégulières par rapport aux rondes que RA Agrément interlecteurs élevé pour la détection des opacités irrégulières versus rondes TAILLE DES PETITES OPACITÉS CR SC en détecte autant que RA

Tableau D1 Études décrivant les anomalies liées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Laney AS et al., 2010, États-Unis (suite)	PETITES OPACITÉS 0/0 OU 0/1 VERSUS $\geq 1/0$ Agrément inter radiographies Kappa pondéré (probablement CR SC versus RA) = 0,70; IC 95 % = 0,62-0,77 (probablement bon) Agrément interlecteurs Kappa RA = 0,39; IC 95 % = 0,28-0,49 (probablement faible) Kappa CR SC = 0,42; IC 95 % = 0,31-0,53 (probablement bon) FORME DES PETITES OPACITÉS RC opacités irrégulières/rondes CR SC versus RA = 1,8; IC 95 % = 1,2-2,6 CR SC trouve significativement plus d'opacités irrégulières par rapport aux rondes que RA Agrément interlecteurs Opacités irrégulières versus opacités rondes Kappa RA = 0,91; IC 95 % = 0,80-1,0 (élevé) Kappa CR SC = 0,87; IC 95 % = 0,72-1,0 (élevé) TAILLE DES PETITES OPACITÉS Pas de différence s.s. de fréquence entre CR SC et RA	ANOMALIES PLEURALES (plaques pleurales, oblitération de l'angle costo-phrénique, épaississement pleural diffus) RA en détecte plus que CR SC. Ne sait pas si différence s.s. Agrément inter radiographies et interlecteurs faible

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Laney AS et al., 2010, États-Unis (suite)		
	ANOMALIES PLEURALES (plaques pleurales, oblitération de l'angle costo-phrénique, épaissement pleural diffus) RA = 2,1 % CR SC = 1,8 % Ne sait pas si différence s.s. Agrément inter radiographies Kappa = 0,38; IC 95 % = 0,26-0,49 (faible) Agrément interlecteurs Kappa RA = 0,23; IC 95 % = 0,08-0,37 (faible) Kappa CR SC = 0,18; IC 95 % = 0,07-0,30 (faible)	
Laney AS et al., 2011, États-Unis		
POPULATION 172 mineurs de charbon retenus sur les 1 401 de départ sur la base de la présence de petites opacités > 0/0 RADIOGRAPHIES RA (film-screen radiograph ou FSR) CR SC* (storage phosphor computed radiography ou CR) Postéro-antérieures Réalisées pour chacun des sujets le même jour LECTURE Sept lecteurs B Lecture indépendante et aveugle, une fois mais en deux sessions différentes avec classification selon BIT Évaluation de la qualité des radiographies selon les critères du BIT	QUALITÉ Ratio de prévalence des radiographies de bonne qualité CR SC versus RA = 1,5; IC 95 % = 1,4-1,6 Agrément sur les radiographies de bonne qualité Kappa = 0,40; IC 95 % = 0,35-0,45 ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PETITES OPACITÉS (TOUTES) Agrément inter radiographies Kappa = 0,58; IC 95 % = 0,54-0,62 (modéré à bon)	QUALITÉ CR SC de meilleure qualité que RA (comme dans Laney et al., 2010) ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PETITES OPACITÉS (TOUTES) Agrément inter radiographies de modéré à bon (supérieur à Laney et al., 2010) Pour chaque lecteur, agrément similaire intra ou inter radiographies (nouvelle analyse par rapport à Laney et al., 2010)

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Laney AS et al., 2011, États-Unis (suite)		
ANALYSE Kappa Chi carré de Mantel-Haenszel pour l'agrégation des petites opacités pour tous les lecteurs	Agrément inter radiographies d'un lecteur à l'autre Kappa de 0,39 à 0,72 Pour chaque lecteur, agrément similaire pour le CR SC et RA, intra ou inter radiographie. Pas de différence s.s. PETITES OPACITÉS 0/0 Ratio de prévalence CR SC sur RA = 1,1; IC 95 % = 1,0-1,2 Agrément inter radiographies Kappa = 0,59; IC 95 % = 0,54-0,64 (modéré à bon) PETITES OPACITÉS ≥ 0/1 Ratio de prévalence RA (37,2 %) sur CR SC (31,0 %) = 1,2; IC 95 % = 1,1-1,3 PETITES OPACITÉS 0/1, 1/0 ET 1/1 RA = 30,5 % CR SC = 24,6 % PETITES OPACITÉS ≥ 1/2 Ratio de prévalence RA (6,7 %) sur CR SC (6,4 %) = 1,0; IC 95 % = 0,8-1,4 Agrément inter radiographies Kappa = 0,65; IC 95 % = 0,56-0,74 (bon)	PETITES OPACITÉS 0/0 CR SC en détecte autant que RA (comme Laney et al., 2010) Bon agrément CR SC et RA (nouvelle analyse par rapport à Laney et al., 2010) PETITES OPACITÉS ≥ 0/1 RA en détecte plus que CR SC (résultat différent de celui de Laney et al., 2010) PETITES OPACITÉS ≥ 1/2 RA en détecte autant que CR SC (nouvelle analyse par rapport à Laney et al., 2010) Bon agrément CR SC et RA (nouvelle analyse par rapport à Laney et al., 2010) FORME DES PETITES OPACITÉS CR SC détecte plus de petites opacités irrégulières par rapport à rondes que RA (comme Laney et al., 2010) Agrément semblable entre CR SC et RA TAILLE DES PETITES OPACITÉS CR SC détecte plus de petites opacités p et s que RA (contraire à Laney et al., 2010 où CR = RA) Agrément semblable entre CR SC et RA

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Laney AS et al., 2011, États-Unis (suite)		
	FORME DES PETITES OPACITÉS Ratio de prévalence Opacités irrégulières/rondes CR SC versus RA = 1,3; IC 95 % = 1,1-1,6 Agrément inter radiographies Semblable entre CR SC et RA TAILLE DES PETITES OPACITÉS Ratio de prévalence Opacités p et s CR SC versus RA = 1,3; IC 95 % = 1,1-1,5 Agrément inter radiographies Semblable ANOMALIES PLEURALES : non évaluées	
Mao L et al., 2011, Chine		
POPULATION 192 travailleurs (183 hommes et neuf femmes) (161 avec une pneumoconiose et 31 exposés aux poussières minérales sans diagnostic connu de pneumoconiose) retenus sur les 235 patients de départ (204 avec une pneumoconiose et 31 exposés à des poussières) après exclusion de 43 travailleurs avec une radiographie de qualité inacceptable RADIOGRAPHIES RA (<i>film-screen radiography</i> ou FSR) DR SC (<i>flat panel amorphous silicon digital detector</i> ou DR) DR directe selon notre interprétation Postéro-antérieures Réalisées pour chacun des sujets dans un délai de cinq mois	QUALITÉ Radiographies de bonne qualité DR SC = 92,6 % RA = 82,6 % Ne sait pas si différence s.s. ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PETITES OPACITÉS (TOUTES) Agrément inter radiographies Kappa pondéré = 0,77; IC 95 % = 0,75-0,80 (bon)	QUALITÉ DR SC de meilleure qualité que RA, mais ne sait pas si différence s.s. ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PETITES OPACITÉS Bon agrément entre les radiographies et sur la localisation dans les différents lobes pulmonaires PETITES OPACITÉS RONDES DR SC en détecte autant que RA

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Mao L et al., 2011, Chine (suite)		
LECTURE Cinq lecteurs ayant réussi un examen similaire à celui des lecteurs B de NIOSH* Lecture indépendante et aveugle, une fois par chaque lecteur dans un ordre aléatoire RA interprétées à des sessions différentes des DR SC (délai de une à trois semaines) DR SC lues sur des écrans à cinq mégapixels (2 048 x 2 560) et RA comparées côte à côte avec des films standards Films standards RA utilisés pour la comparaison des DR SC Radiographies classées selon le système chinois de classification des pneumoconioses, système dont la correspondance avec la classification du BIT a été établie par des études antérieures Évaluation de la qualité des radiographies selon une échelle à quatre points (1 = bonne; 2 = acceptable sans défaut technique; 3 = acceptable avec défaut technique; 4 = inacceptable) ANALYSE Kappa Chi carré de Mantel-Haenszel bilatéral Test exact de Fisher	Agrément inter radiographies par lobe pulmonaire Lobes supérieurs Kappa pondéré = 0,82; IC 95 % = 0,77-0,86 Lobes moyens Kappa pondéré = 0,75; IC 95 % = 0,71-0,79 Lobes inférieurs Kappa pondéré = 0,68; IC 95 % = 0,63-0,73 FORME DES PETITES OPACITÉS (RONDES) RA = 93,7 % DR SC = 90 % Différence n.s. PETITES OPACITÉS 0/0, 0/1, 1/0, 1/2, 2/1, 2/2, 2/3, 3/2, 3/3 Pas de différence s.s. entre DR SC et RA (test effectué non précisé dans l'article) PETITES OPACITÉS 1/1 Ratio de prévalence RA sur DR SC = 1,2; IC 95 % = 1,0-1,4; p = 0,04 GRANDES OPACITÉS RA = 23 % DR = 23 % Chez les mêmes patients et dans les mêmes lobes ANOMALIES PLEURALES Chez deux travailleurs sur les deux radiographies	PETITES OPACITÉS DE TOUS LES SCORES SAUF 1/1 DR SC en détecte autant que RA PETITES OPACITÉS 1/1 RA en détecte plus que DR SC GRANDES OPACITÉS DR SC en détecte autant que RA

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Larson TC et al., 2011, États-Unis		
POPULATION 200 patients (143 hommes et 57 femmes) traités pour des symptômes pulmonaires après exposition à de la vermiculite contaminée par de l'amiante et ayant passé une TDMHR dans les 24 derniers mois Âge, taille, poids, sexe et statut tabagique notés Patients classés selon la source de l'exposition : professionnelle n = 46; à la maison n = 51; environnementale n = 103 RADIOGRAPHIES RA (<i>film radiography</i> ou FR) CR SC (<i>computed radiography</i> ou CR) Postéro-antérieures Réalisées pour chacun des sujets dans un délai de trois jours LECTURE 10 lecteurs dont sept lecteurs B ayant en moyenne 23,5 ans d'expérience dans la lecture B et trois radiologues thoraciques certifiés ayant en moyenne 18,7 ans d'expérience dans la lecture de tomodensitométrie thoracique Lecture indépendante et aveugle des radiographies faite deux fois en deux occasions différentes à deux mois d'intervalle par les sept lecteurs B Les deux types de radiographie d'un même patient ont été lus dans un délai minimum de 24 heures RA comparées côte à côte aux films standards du BIT 2000 et classées selon le BIT CR SC affichées sur double écran, comparées côte à côte à la version numérisée des films standards du BIT 2000 et classées selon le BIT	QUALITÉ Radiographies de bonne qualité CR SC = 66,0 % RA = 61,6 % p < 0,01 ANOMALIES PARENCHYMATEUSES CR SC = 14,5 % RA = 11,4 % p < 0,01 Résultats contradictoires entre le tableau 3 et le texte (paragraphe 2, reading results, page 4). Nous avons retenu les résultats du tableau 3 ANOMALIES PLEURALES TOUTES Prévalence CR SC = 54,3 % RA = 56,2 % p = 0,17 Agrément intra lecteur Kappa brut moyen = 0,49 (modéré) Kappa pondéré moyen sur la présence certaine d'anomalies pleurales selon l'échelle de fiabilité d'identification des anomalies = 0,53 (modéré) Performance des radiographies (surface sous la courbe) AUC moyen CR SC = 0,744 AUC moyen RA = 0,738 Différence n.s.	QUALITÉ CR SC de meilleure qualité que RA ANOMALIES PARENCHYMATEUSES CR SC en détecte plus que RA ANOMALIES PLEURALES TOUTES CR SC en détecte autant que RA Agrément intra lecteurs modéré PLAQUES PLEURALES Pourcentage d'agrément variable selon l'anomalie OBLITÉRATIONS DE L'ANGLE COSTO-PHRÉNIQUE Pourcentage d'agrément élevé ÉPAISSISSEMENT PLEURAL DIFFUS Pourcentage d'agrément élevé ANOMALIES PLEURALES Performances égales CR SC et RA

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Larson TC et al., 2011, États-Unis (suite) Échelle à cinq critères sur la fiabilité d'identification des anomalies pleurales par les lecteurs : certainement présentes, probablement présentes, incertain, probablement absentes, certainement absentes TDMHR Une par patient Prévalence sur TDMHR selon au moins deux des trois lecteurs = étalon-or = 55,0 % LECTURE DES TOMODENSITOMÉTRIES Lecture indépendante une fois par les trois radiologues Évaluation de la qualité des radiographies selon les critères du BIT ANALYSE Kappa Courbe ROC en prenant le consensus majoritaire des trois lecteurs à partir de la TDMHR comme étalon-or AUC* Modèle linéaire ajusté pour estimer l'effet de l'ordre de lecture des radiographies, l'occasion et la modalité	PLAQUES PLEURALES Pourcentage d'agrément 71,4 % à 97,3 % selon le type de plaque OBLITÉRATION DE L' ANGLE COSTO-PHRÉNIQUE Pourcentage d'agrément 95,8 % ÉPAISSISSEMENT PLEURAL DIFFUS Pourcentage d'agrément 95,8 % à 99,2 % selon le type d'épaississement	

Tableau D1 Études décrivant les anomalies liées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Lee WJ et Choi BJ, 2012, Corée		
POPULATION 50 hommes avec une exposition antérieure à des poussières inorganiques RADIOGRAPHIES RA (analog radiograph ou RA) DR SC (flat panel amorphous detector silicon (CsI/a-Si DR) ou DR-FPD) DR directe selon notre interprétation Absence d'information sur la position de la prise de radiographie Réalisées le même jour et sous les mêmes conditions techniques LECTURE Quatre lecteurs radiologues thoraciques expérimentés (≥ 15 ans expérience) dans l'évaluation des pneumoconioses Lecture indépendante et aveugle avec intervalle de temps de trois mois séparant chaque lecture Classification selon le BIT 2002 avec les radiographies standards DR SC lues sur un écran cinq mégapixels (2 048 x 2 560) et RA lus sur un négatoscope (view box) Consensus de lecture des DR SC considéré comme étalon-or Évaluation de la visibilité des structures anatomiques selon une échelle à cinq points (1 = insatisfaisant; 2 = faible; 3 = passable; 4 = bon; 5 = excellent) ANALYSE Test de t Corrélation de Pearson Kappa	VISIBILITÉ DES STRUCTURES Score global moyen DR SC = 4,23 RA = 3,30 p < 0,0001 ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PETITES OPACITÉS (TOUTES) Agrément interlecteurs Kappa DR SC = 0,54; IC 95 % = 0,51-0,57 Kappa RA = 0,42; IC 95 % = 0,40-0,45 Agrément intra lecteur Kappa moyen DR SC versus RA = 0,50; IC 95 % = 0,47-0,54 (passable) Agrément intra lecteur par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,66; IC 95 % = 0,63-0,71 Kappa RA = 0,49; IC 95 % = 0,45-0,52 ANOMALIES PLEURALES : non évaluées	VISIBILITÉ DES STRUCTURES DR SC montre une meilleure visibilité que RA ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PETITES OPACITÉS Agrément interlecteurs meilleur pour DR SC que pour RA Agrément intra lecteur passable Agrément intra lecteur en se comparant à un étalon-or meilleur pour DR SC que pour RA

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Lee WJ et Choi BJ, 2013, Corée		
POPULATION 349 travailleurs retraités ayant des antécédents d'exposition aux poussières inorganiques retenus sur les 531 de départ après avoir exclu les radiographies de mauvaise qualité RADIOGRAPHIES RA (analog radiograph ou RA) DR SC (flat panel amorphous detector silicon (Csl/a-Si) DR ou DR-FPD) DR directe selon notre interprétation Absence d'information sur la position de la prise de radiographie Radiographies réalisées le même jour et sous les mêmes conditions techniques LECTURE Quatre lecteurs expérimentés (≥ 15 ans expérience) dans la classification des pneumoconioses selon le guide du BIT Lecture indépendante et aveugle avec un intervalle temps de trois mois séparant chaque lecture DR SC lues sur un écran cinq mégapixels Évaluation de la qualité des radiographies selon une échelle à deux points (1 = qualité satisfaisante (catégories 1 et 2 du BIT); 2 = qualité insatisfaisante (catégorie 3 du BIT)) ANALYSE Kappa (≤ 0,41 = faible; 0,41 – 0,75 = bon; ≥ 0,75 (sic) et ≤ 1,0 = parfait ROC en utilisant le consensus de lecture des DR SC comme étalon-or AUC (≤ 0,20 = faible; 0,21-0,40 = passable; 0,41-0,60 = modéré; 0,61-0,80 = bon; > 0,80 = excellent)	QUALITÉ Agrément interlecteurs sur la qualité satisfaisante des images des petites opacités par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,66; IC 95 % = 0,62-0,70 (bon) Kappa RA = 0,52; IC 95 % = 0,48-0,56 (bon) ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PETITES OPACITÉS (TOUTES) Agrément interlecteurs Kappa DR SC = 0,50; IC 95 % = 0,47-0,53 (bon) Kappa RA = 0,39; IC 95 % = 0,36-0,41 (faible) Agrément intra lecteur Kappa DR SC versus RA = 0,52; IC 95 % = 0,48-0,56 (bon) Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,66; IC 95 % = 0,61-0,67 (bon) Kappa RA = 0,51; IC 95 % = 0,47-0,54 (bon) PETITES OPACITÉS ≥ 1/0 Performance des radiographies (surface sous la courbe) AUC DR SC = 0,95; IC 95 % = 0,94-0,96 AUC RA = 0,94; IC 95 % = 0,93-0,95 Sensibilité DR SC = 91,5 % Sensibilité RA = 94,1 % Spécificité DR SC = 87,7 % Spécificité RA = 82,9 % VPP DR SC = 93,9 % VPP RA = 86,5 % VPN DR SC = 87,4 %	QUALITÉ Meilleur agrément interlecteurs pour DR SC que pour RA (petites opacités) (façon différente de mesurer la qualité dans Lee 2012 soit par la visibilité des structures) ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PETITES OPACITÉS Meilleur agrément interlecteurs pour DR SC que pour RA (comme Lee et Choi, 2012) Bon agrément intra lecteur (comme Lee et Choi, 2012) Meilleur agrément par rapport à l'étalon-or pour DR SC que pour RA (comme Lee et Choi, 2012) GRANDES OPACITÉS Agrément interlecteurs semblable entre DR SC et RA Bon agrément intra lecteur Agrément semblable par rapport à l'étalon-or entre DR SC et RA ANOMALIES PLEURALES OBLITÉRATION DE L'ANGLE COSTO-PHRÉNIQUE Agrément interlecteurs semblable entre DR SC et RA Bon agrément intra lecteur Agrément semblable par rapport à étalon-or entre DR SC et RA

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
<i>Lee WJ et Choi BJ, 2013, Corée (suite)</i>	VPN RA = 89,7 % Exactitude DR SC = 90,2 % Exactitude RA = 88,7 % Différences n.s. GRANDES OPACITÉS Agrément interlecteurs Kappa DR SC = 0,47; IC 95 % = 0,42-0,51 (bon) Kappa RA = 0,51; IC 95 % = 0,46-0,55 (bon) Agrément intra lecteur Kappa DR versus SC RA = 0,57; IC 95 % = 0,51-0,61 (bon) Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,63; IC 95 % = 0,57-0,68 (bon) Kappa RA = 0,63; IC 95 % = 0,57-0,68 (bon) ANOMALIES PLEURALES OBLITÉRATION DE L'ANGLE COSTO-PHRÉNIQUE Agrément interlecteurs Kappa DR SC = 0,42; IC 95 % = 0,37-0,46 (bon) Kappa RA = 0,37; IC 95 % = 0,31-0,43 (faible) Agrément intra lecteur Kappa DR SC versus RA = 0,49 (IC 95 % = 0,42-0,55 (bon) Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,38; IC 95 % = 0,31-0,45 (faible) Kappa RA = 0,39; IC 95 % = 0,31-0,47 (faible)	PLAQUES PLEURALES Meilleur agrément par rapport à l'étalon-or pour DR SC que pour RA sur le poumon droit, agrément semblable sur le poumon gauche ÉPAISSISSEMENT PLEURAL DIFFUS Agrément semblable par rapport à l'étalon-or pour DR SC et pour RA sur les poumons droit et gauche PETITES OPACITÉS ≥ 1/0 Performances égales DR SC et RA

Tableau D1 Études décrivant les anomalies reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
Lee WJ et Choi BJ, 2013, Corée (suite)	PLAQUES PLEURALES POU MON DROIT Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,37; IC 95 % = 0,29-0,45 (faible) Kappa RA = 0,18; IC 95 % = 0,11-0,24 (faible) PLAQUES PLEURALES POU MON GAUCHE Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,26; IC 95 % = 0,17-0,36 (faible) Kappa RA = 0,14; IC 95 % = 0,05-0,22 (faible) ÉPAISSISSEMENT PLEURAL DIFFUS POU MON DROIT Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,20; IC 95 % = 0,10-0,30 (faible) Kappa RA = 0,11; IC 95 % = 0,01-0,21 (faible) ÉPAISSISSEMENT PLEURAL DIFFUS POU MON GAUCHE Agrément par rapport à l'étalon-or Kappa DR SC = 0,29; IC 95 % = 0,16-0,42 (faible) Kappa RA = 0,21; IC 95 % = 0,10-0,32 (faible)	

* RA = radiographie argentique; CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée; BIT = Bureau international du Travail; ROC = surface sous la courbe; Az ± ET = surface sous la courbe et erreur-type; n.s. = non significatif; s.s. = statistiquement significatif; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; TDMHR = tomodensitométrie à haute résolution; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; IMC = indice de masse corporelle; RC = rapport de cotes; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur; NIOSH = National Institute for Occupational Health and Safety; AUC = surface sous la courbe.

ANNEXE E

**ÉTUDES DÉCRIVANT DIVERSES ANOMALIES PULMONAIRES NON
SPÉCIFIQUEMENT RELIÉES AUX PNEUMOCONIOSES SUR DES
RADIOGRAPHIES ARGENTIQUES ET NUMÉRIQUES**

Tableau E1 Études décrivant diverses anomalies pulmonaires non spécifiquement reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
van Heesewijk HP et al., 1996, Pays-Bas		
POPULATION 104 patients (81 hommes et 23 femmes) avec des anomalies pulmonaires connues ou suspectées RADIOGRAPHIES RA* (<i>film radiography</i> ou FR) DR HC* (<i>DR selenium detector</i>) DR directe selon notre interprétation Postéro-antérieures Réalisées pour chacun des sujets le même jour LECTURE Trois radiologues certifiés Lecture indépendante et aveugle, une fois par chaque lecteur dans un ordre aléatoire et en quatre sessions; chacune des sessions était séparée par un délai d'au moins une semaine TOMODENSITOMÉTRIE HÉLICOÏDALE (<i>spiral CT</i>) (CT) Une par sujet d'étude soit le même jour soit à une semaine des premiers examens thoraciques LECTURE DE LA TOMODENSITOMÉTRIE Cinq radiologues expérimentés Les lecteurs devaient interpréter et classer les anomalies en un ou plusieurs groupes : les opacités pulmonaires (masse solide unique < 2 cm, masse unique solide ≥ 2 cm, plusieurs masses dans un lobe pulmonaire, multiples masses dans plus d'un lobe pulmonaire, opacités linéaires et réticulaires, atélectasie plate, bronchiectasie). les lésions médiastinales (masses médiastinales des tissus mous ≥ 1 cm) ou les anomalies pleurales (effusion pleurale, calcifications pleurales, épaississement pleural) en préciser la localisation de ces anomalies dans les différents lobes pulmonaires	QUALITÉ : non évaluée ANOMALIES Performance des radiographies (surface sous la courbe) pour tous les résultats présentés ci-dessous OPACITÉS PULMONAIRES Az RA = 0,81; IC 95 % = 0,76-0,86 Az DR HC = 0,79; IC 95 % = 0,74-0,84 ANOMALIES INTERSTITIELLES Az RA = 0,69; IC 95 % = 0,64-0,74 Az DR HC = 0,73; IC 95 % = 0,68-0,78 ANOMALIES MÉDIASTINALES RA = 0,79; IC 95 % = 0,74-0,84 DR HC = 0,74; IC 95 % = 0,69-0,79 ANOMALIES PLEURALES RA = 0,73; IC 95 % = 0,68-0,78 DR HC = 0,68; IC 95 % = 0,63-0,73 Absence de résultat sur la sensibilité et la spécificité	OPACITÉS PULMONAIRES, ANOMALIES INTERSTITIELLES, MÉDIASTINALES ET PLEURALES Performances égales DR HC et RA

Tableau E1 Études décrivant diverses anomalies pulmonaires non spécifiquement reliées aux pneumoconioses sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Étude Méthodes	Résultats	Conclusion
van Heesewijk HP et al., 1996, Pays-Bas (suite) ANALYSE Courbe ROC*, surface sous la courbe (AUC ou Az) et IC 95 %* en prenant les opacités pulmonaires, les lésions médiastinales et les anomalies pleurales au CT comme étalon-or Sensibilité et spécificité calculées pour : absence d'anomalie versus toutes les anomalies absence d'anomalie et opacités < 2 cm versus opacités ≥ 2 cm et plusieurs masses dans un ou deux lobes absence d'anomalie, masse unique < 2 cm et masse ≥ 2 cm versus plusieurs masses dans un ou deux lobes absence d'anomalie, masse unique < 2 cm, masse unique ≥ 2 cm et plusieurs masses dans un lobe versus plusieurs masses dans les deux lobes		

* RA = radiographie argentique; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; ROC = surface sous la courbe; IC 95 % = intervalle de confiance à 95 %.

ANNEXE F

FORMULAIRE D'INTERPRÉTATION DES RADIOGRAPHIES DE DÉPISTAGE DES PNEUMOCONIOSES

Formulaire d'interprétation des radiographies de dépistage des pneumoconioses



INTERPRÉTATION RADIOLOGIQUE CLASSIFICATION INTERNATIONALE DES RADIOGRAPHIES DE PNEUMOCONIOSE BIT – 1980

Code de la RAMQ Nom du travailleur N° d'assurance maladie N° de dossier CSST du travailleur

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1A – Date de la radiographie AAAA MM JJ	1B – Qualité du film Si non classé 1 donner la raison :	☐ Surexposé ☐ Sous-exposé ☐ Artéfacts	☐ Position incorrecte ☐ Mauvais contraste ☐ Développement sous-optimal	☐ Sous-inspiré ☐ Non-argentique ☐ Autre (préciser)
--	--	--	---	---

1C – Le film est-il complètement normal? Oui ☐ *Passer à la section 5.* Non ☐ *Passer à la section 2*

2A – Y a-t-il une anomalie parenchymateuse compatible avec une pneumoconiose? Oui ☐ *Compléter 2B et 2C* Non ☐ *Passer à la section 3*

2B – Petites opacités <table> <tr> <th colspan="2">Forme/Grandeur</th> <th colspan="2">Localisation</th> </tr> <tr> <th>Primaire</th> <th>Secondaire</th> <th>D</th> <th>G</th> </tr> <tr> <td>p s</td> <td>p s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>q t</td> <td>q t</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>r u</td> <td>r u</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Forme/Grandeur		Localisation		Primaire	Secondaire	D	G	p s	p s			q t	q t			r u	r u			Densité <table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>+</td></tr> </table>	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	+	2C – Grandes opacités Grandeur <table border="1"><tr><td>O</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr></table>	O	A	B	C
Forme/Grandeur		Localisation																																								
Primaire	Secondaire	D	G																																							
p s	p s																																									
q t	q t																																									
r u	r u																																									
0	0	0	1																																							
1	1	1	2																																							
2	2	2	3																																							
3	3	3	+																																							
O	A	B	C																																							

Passer à la section 3

3A – Y a-t-il une anomalie pleurale? Oui ☐ <i>Compléter 3B, 3C et 3D</i> Non ☐ <i>Passer à la section 4</i>	3B – Épaississement pleural <table> <tr> <th>Diaphragme (plaque)</th> <th>Angle costophrénique</th> </tr> <tr> <td>Site <table border="1"><tr><td>O</td><td>D</td><td>G</td></tr></table></td> <td><table border="1"><tr><td>O</td><td>D</td><td>G</td></tr></table></td> </tr> </table>	Diaphragme (plaque)	Angle costophrénique	Site <table border="1"><tr><td>O</td><td>D</td><td>G</td></tr></table>	O	D	G	<table border="1"><tr><td>O</td><td>D</td><td>G</td></tr></table>	O	D	G
Diaphragme (plaque)	Angle costophrénique										
Site <table border="1"><tr><td>O</td><td>D</td><td>G</td></tr></table>	O	D	G	<table border="1"><tr><td>O</td><td>D</td><td>G</td></tr></table>	O	D	G				
O	D	G									
O	D	G									

3C – Épaississement pleural Circonscrit (plaque) Site <table border="1"><tr><td>O</td><td>D</td></tr></table> De profil <table border="1"><tr><td>O</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr></table> Épaisseur <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table> Étendue <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table> De face <table border="1"><tr><td></td><td></td></tr></table>	O	D	O	A	B	C	0	1	2	3	0	1	2	3			Diffus Site <table border="1"><tr><td>O</td><td>D</td></tr></table> De profil <table border="1"><tr><td>O</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr></table> Épaisseur <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table> Étendue <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table>	O	D	O	A	B	C	0	1	2	3	0	1	2	3
O	D																														
O	A	B	C																												
0	1	2	3																												
0	1	2	3																												
O	D																														
O	A	B	C																												
0	1	2	3																												
0	1	2	3																												

3D – Calcification pleurale <table> <tr> <th>Site</th> <th>O</th> <th>D</th> <th>Étendue</th> </tr> <tr> <td>Diaphragme</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2 3</td> </tr> <tr> <td>Paroi</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2 3</td> </tr> <tr> <td>Autres sites</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2 3</td> </tr> </table>	Site	O	D	Étendue	Diaphragme	0	1	2 3	Paroi	0	1	2 3	Autres sites	0	1	2 3	<table> <tr> <th>Site</th> <th>O</th> <th>G</th> <th>Étendue</th> </tr> <tr> <td>Diaphragme</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2 3</td> </tr> <tr> <td>Paroi</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2 3</td> </tr> <tr> <td>Autres sites</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2 3</td> </tr> </table>	Site	O	G	Étendue	Diaphragme	0	1	2 3	Paroi	0	1	2 3	Autres sites	0	1	2 3
Site	O	D	Étendue																														
Diaphragme	0	1	2 3																														
Paroi	0	1	2 3																														
Autres sites	0	1	2 3																														
Site	O	G	Étendue																														
Diaphragme	0	1	2 3																														
Paroi	0	1	2 3																														
Autres sites	0	1	2 3																														

Passer à la section 4

4A – Y a-t-il d'autres anomalies?		Oui ☐	Compléter 4B, 4C et 4D	Non ☐	Passer à la section 5
--	--	------------------------------	---------------------------	------------------------------	--------------------------

4B – Autres symboles (obligatoire)					
Oaaataxbucacgcncocpcvdiefemesfrhihoidihklmepapbpipxrarptb					
Noter dans cette section toute anomalie significative d'importance clinique. OD Spécifier _____					
<table border="0" style="width: 100%; font-size: 0.8em;"> <tr> <td colspan="2">Définition des symboles</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> aa Aorte athérosclérotique at Épaississement pleural apical significatif ax Coalescence de petites opacités pneumoconiotiques bu Bulles ca Cancer du poumon ou de la plèvre cg Nodules non pneumoconiotiques calcifiés (par exemple, granulomes) cn Calcification au sein de petites opacités pneumoconiotiques co Anomalies du volume ou de la silhouette cardiaque cp Cœur pulmonaire cv Image cavitaire di Distension marquée des organes intrathoraciques ef Épanchement pleural em Emphysème marqué es Calcification en coquille des ganglions lymphatiques hilaires ou médiastinaux fr Fracture de côte(s) </td> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> hi Élargissement des ganglions hilaires ou médiastinaux ho Aspect en « nid d'abeilles » id Diaphragme mal défini lh Silhouette cardiaque mal définie kl Lignes de Kerley me Mésothéliome od Autres anomalies significatives pa Atélectasie en bande pb Bandes parenchymateuses pi Épaississement pleural dans la scissure interlobaire ou le médiastin px Pneumothorax ra atélectasie par enroulement rp Pneumoconiose rhumatoïde tb Tuberculose </td> </tr> </table>		Définition des symboles		aa Aorte athérosclérotique at Épaississement pleural apical significatif ax Coalescence de petites opacités pneumoconiotiques bu Bulles ca Cancer du poumon ou de la plèvre cg Nodules non pneumoconiotiques calcifiés (par exemple, granulomes) cn Calcification au sein de petites opacités pneumoconiotiques co Anomalies du volume ou de la silhouette cardiaque cp Cœur pulmonaire cv Image cavitaire di Distension marquée des organes intrathoraciques ef Épanchement pleural em Emphysème marqué es Calcification en coquille des ganglions lymphatiques hilaires ou médiastinaux fr Fracture de côte(s)	hi Élargissement des ganglions hilaires ou médiastinaux ho Aspect en « nid d'abeilles » id Diaphragme mal défini lh Silhouette cardiaque mal définie kl Lignes de Kerley me Mésothéliome od Autres anomalies significatives pa Atélectasie en bande pb Bandes parenchymateuses pi Épaississement pleural dans la scissure interlobaire ou le médiastin px Pneumothorax ra atélectasie par enroulement rp Pneumoconiose rhumatoïde tb Tuberculose
Définition des symboles					
aa Aorte athérosclérotique at Épaississement pleural apical significatif ax Coalescence de petites opacités pneumoconiotiques bu Bulles ca Cancer du poumon ou de la plèvre cg Nodules non pneumoconiotiques calcifiés (par exemple, granulomes) cn Calcification au sein de petites opacités pneumoconiotiques co Anomalies du volume ou de la silhouette cardiaque cp Cœur pulmonaire cv Image cavitaire di Distension marquée des organes intrathoraciques ef Épanchement pleural em Emphysème marqué es Calcification en coquille des ganglions lymphatiques hilaires ou médiastinaux fr Fracture de côte(s)	hi Élargissement des ganglions hilaires ou médiastinaux ho Aspect en « nid d'abeilles » id Diaphragme mal défini lh Silhouette cardiaque mal définie kl Lignes de Kerley me Mésothéliome od Autres anomalies significatives pa Atélectasie en bande pb Bandes parenchymateuses pi Épaississement pleural dans la scissure interlobaire ou le médiastin px Pneumothorax ra atélectasie par enroulement rp Pneumoconiose rhumatoïde tb Tuberculose				

4C – Cocher si nécessaire		
Anomalies du diaphragme ☐ Éventration ☐ Hernie hiatale Anomalies osseuses ☐ Anomalie osseuse de la cage thoracique ☐ Fracture, guérie (non costale) ☐ Fracture, non guérie (non costale) ☐ Scoliose ☐ Anomalie de la colonne vertébrale ☐ Ancienne fracture costale	Anomalies du parenchyme pulmonaire ☐ Lobe azygos ☐ Infiltrat ☐ Nodule Anomalies vasculaires ☐ Anomalie de l'aorte ☐ Anomalie vasculaire ☐ Cardiomégalie	Anomalies des voies aériennes ☐ Trame bronchovasculaire augmentée ☐ Hyperinflation Autres ☐ Corps étranger ☐ Changements post-chirurgicaux

4D – Autres commentaires _____ _____ _____	
Selon vous, le travailleur devrait-il voir un médecin ? ☐ Oui ☐ Non	

5 – Recommandation quant à l'examen radiologique ☐ Normal ☐ Anormal Précisez _____ _____	
--	--

Nom du radiologiste Signature	N° de permis Date d'interprétation AAAA MM JJ
--------------------------------------	--

ANNEXE G

**SYNTHÈSE DES ÉTUDES DÉCRIVANT LES ANOMALIES
RELIÉES À DES PNEUMOCONIOSES OU AUTRES SUR
DES RADIOGRAPHIES ARGENTIQUES ET NUMÉRIQUES**

Tableau G1 Synthèse des études décrivant les anomalies reliées à des pneumoconioses ou autres sur des radiographies argentiques et numériques

Type d'anomalie	Résultat									Conclusion	Source
	DR*			CR*			RA*				
Mesure pour comparer les radiographies	Fréquence	Fiabilité	Validité	Fréquence	Fiabilité	Validité	Fréquence	Fiabilité	Validité		
Anomalies parenchymateuses (toutes)											
RC*							0,75 s.s.*			DR HC* > RA	1
RC							0,91 n.s.*			DR SC* = RA	
RC	1,22 s.s.									DR HC > DR SC	
Kappa 1**		0,54-0,65 n.s.								DR HC = DR SC = RA	2
Kappa 2**		0,65-0,77 n.s.								DR HC = DR SC = RA	
%				14,5 s.s.			11,4			CR SC* > RA	3
Petites opacités (toutes)											
Kappa 1		0,62 s.s.			0,64 s.s.			0,55 s.s.		CR HC* > DR HC CR HC > RA DR HC > RA	4
Kappa 3**						0,49				CR SC = RA	5
Kappa 3						0,58				CR SC = RA	6
Kappa 4**						0,39-0,72				CR SC = RA	
Kappa 3			0,77							DR SC = RA	7
Kappa 1		0,54						0,42		DR SC > RA	8
Kappa 5**		0,50								DR SC > RA	
Kappa 6**			0,66						0,49	DR SC > RA	
Kappa 1		0,50						0,39		DR SC > RA	9
Kappa 5		0,52								DR SC > RA	
Kappa 7**			0,66						0,51	DR SC > RA	

Tableau G1 Synthèse des études décrivant les anomalies reliées à des pneumoconioses ou autres sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Type d'anomalie	Résultat									Conclusion	Source
	DR*			CR*			RA*				
Mesure pour comparer les radiographies	Fréquence	Fiabilité	Validité	Fréquence	Fiabilité	Validité	Fréquence	Fiabilité	Validité		
Petites opacités selon 12 scores de profusion											
Score moyen* intra I*							0,13-0,17 n.s.			DR HC = RA	4
Score moyen* intra I							0,57-0,60 s.s.			CR HC < RA	
Score moyen* intra I							0,40-0,43 s.s.			DR HC > CR HC	
Score moyen*							- 0,38 s.s.			DR HC > RA	1
Score moyen*							- 0,03 n.s.			DR SC = RA	
Score moyen*	0,35 s.s.									DR HC > DR SC	
Kappa 1		0,23-0,29 n.s.								DR HC = DR SC = RA	2
Kappa 2		0,29-0,39 n.s.								DR HC = DR SC = RA	
Petites opacités ≥ 1/0											
ROC*			x			x			x	DR HC = CR HC = RA	4
%				4,8 n.s.			5,2			CR SC = RA	5
ROC			0,95 n.s.						0,94	DR SC = RA	9
Sensibilité			91,5 n.s.						94,1	DR SC = RA	
Spécificité			87,7 n.s.						82,9	DR SC = RA	
VPP*			93,9 n.s.						86,5	DR SC = RA	
VPN*			87,4 n.s.						89,7	DR SC = RA	
Exactitude			90,2 n.s.						88,7	DR SC = RA	

Tableau G1 Synthèse des études décrivant les anomalies reliées à des pneumoconioses ou autres sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Type d'anomalie	Résultat									Conclusion	Source
	DR*			CR*			RA*				
Mesure pour comparer les radiographies	Fréquence	Fiabilité	Validité	Fréquence	Fiabilité	Validité	Fréquence	Fiabilité	Validité		
Forme des petites opacités irrégulières/rondes											
RC				1,8 s.s.						CR SC > RA	5
Kappa 1					0,87			0,91		CR SC = RA	
Forme des petites opacités rondes											
Ratio de prévalence				1,3 s.s.						CR SC > RA	6
Kappa 3						Semblable				CR CS > RA	
%	90,0 n.s.						93,7			DR SC = RA	7
Grandes opacités											
RC							0,86 s.s.			DR HC > RA	1
RC							1,18 s.s.			DR SC < RA	
RC	1,38 s.s.									DR HC > DR SC	
Kappa 1		0,62-0,72 n.s.								DR HC = DR SC = RA	2
Kappa 2		0,72-0,81 n.s.								DR HC = DR SC = RA	
%	23,0						23,0			DR SC = RA	7
Kappa 1		0,47						0,51		DR SC = RA	9
Kappa 5		0,57								DR SC = RA	
Kappa 7			0,63						0,63	DR SC = RA	

Tableau G1 Synthèse des études décrivant les anomalies reliées à des pneumoconioses ou autres sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Type d'anomalie	Résultat									Conclusion	Source
	DR*			CR*			RA*				
Mesure pour comparer les radiographies	Fréquence	Fiabilité	Validité	Fréquence	Fiabilité	Validité	Fréquence	Fiabilité	Validité		
Anomalies pleurales (toutes)											
ROC Score pleural*				1,37 s.s.		0,90 s.s.	1,54		0,88	CR HC > RA CR HC > RA	10
RC RC RC	1,18 s.s.						1,30 s.s. 1,53 s.s.			RA > DR HC RA > DR SC DR HC > DR SC	1
Kappa 1 Kappa 2		0,42-0,52 n.s. 0,56-0,69 n.s.								DR HC = DR SC = RA DR HC = DR SC = RA	2
% Kappa 3 Kappa 1				1,8		0,38	2,1			CR SC < RA*** - -	5
% Kappa 5 ROC				54,3 n.s.	0,49		56,2	0,23		CR SC = RA - CR SC = RA	3
Épaississements pleuraux diffus											
RC RC RC	1,07 n.s.						1.35 n.s. 1.45 n.s.			RA = DR HC RA = DR SC DR HC = DR SC	1
Kappa 1 Kappa 2		0,42-0,62 n.s. 0,54-0,72 n.s.								DR HC = DR SC = RA DR HC = DR SC = RA	2
% agrément					95,8-99,2					CR SC = RA	3

Tableau G1 Synthèse des études décrivant les anomalies reliées à des pneumoconioses ou autres sur des radiographies argentiques et numériques (suite)

Type d'anomalie	Résultat									Conclusion	Source
	DR*			CR*			RA*				
Mesure pour comparer les radiographies	Fréquence	Fiabilité	Validité	Fréquence	Fiabilité	Validité	Fréquence	Fiabilité	Validité		
Épaississements pleuraux diffus poumon droit											
Kappa 7			0,20						0,11	DR SC = RA	9
Épaississements pleuraux diffus poumon gauche											
Kappa 7			0,29						0,21	DR SC = RA	9
Oblitération de l'angle costo-phrénique											
RC							1,45 n.s.			RA = DR HC	1
RC							1,36 n.s.			RA = DR SC	
RC	0,94 n.s.									DR HC = DR SC	
Kappa 1		0,37-0,57 n.s.								DR HC = DR SC = RA	2
Kappa 2		0,46-0,73 n.s.								DR HC = DR SC = RA	
% agrément						95,8				CR SC = RA	3
Kappa 1		0,42						0,37		DR SC = RA	9
Kappa 5		0,49								-	
Kappa 7			0,38						0,39	DR SC = RA	

* DR = radiographie détecteur-récepteur; CR = radiographie cassette-récepteur; RA = radiographie argentique; RC = rapport de cotes; s.s. = statistiquement significatif; n.s. = non significatif; DR HC = radiographie détecteur-récepteur image imprimée; DR SC = radiographie détecteur-récepteur image moniteur; K = kappa; RX = radiographie; CR SC = radiographie cassette-récepteur image moniteur; CR HC = radiographie cassette-récepteur image imprimée; score moyen = différence de score moyen; I = lecteur; ROC = surface sous la courbe; score pleural = différence moyenne de score pleural.

** Kappa 1 = kappa interlecteurs; kappa 2 = intra lecteur, intra et inter radiographies; kappa 3 = kappa inter radiographies; kappa 4 = kappa inter radiographies d'un lecteur à l'autre; kappa 5 = kappa intra lecteur; kappa 6 = intra lecteur par rapport à un étalon-or; kappa 7 = kappa par rapport à un étalon-or.

*** ne sait pas si différence statistiquement significative.

Source : 1 = Franzblau *et al.*, 2009; 2 = Sen *et al.*, 2010; 3 = Larson *et al.*, 2012; 4 = Takashima *et al.*, 2007; 5 = Laney *et al.*, 2010; 6 = Laney *et al.*, 2011; 7 = Mao *et al.*, 2011; 8 = Lee et Choi, 2012; 9 = Lee et Choi, 2013; 10 = Schaeffer *et al.*, 1990



EXPERTISE
CONSEIL



INFORMATION



FORMATION

www.inspq.qc.ca



RECHERCHE
ÉVALUATION
ET INNOVATION



COLLABORATION
INTERNATIONALE



LABORATOIRES
ET DÉPISTAGE

Institut national
de santé publique

Québec

