

# **Quelles affections dépister après exposition professionnelle à la silice cristalline ? Avec quels outils ?**

**JC Pairon<sup>1,3</sup>, S Hulo<sup>4,5</sup>, P Brochard<sup>6</sup>**

- 1- Service de Pathologies Professionnelles et de l'Environnement, CHI Créteil**
- 2- Institut Santé - Travail Paris-Est (IST-PE), Créteil**
- 3- Université Paris-Est Créteil**
- 4- Service des explorations fonctionnelles respiratoires, CHU Lille**
- 5- EA 4483 - IMPECS - Université de Lille**
- 6- Service Santé Travail Environnement, CHU Bordeaux**

## Critères OMS pour la mise en place d'un dépistage organisé chez les sujets exposés (ou ayant été exposés) à la silice cristalline

- 1) La maladie dont on recherche les cas constitue une **menace grave** pour la santé publique
- 2) L'**histoire naturelle de la maladie est connue**, notamment son évolution de la phase de latence à la phase symptomatique
- 3) Une **intervention d'efficacité démontrée** peut être appliquée aux sujets chez lesquels la maladie a été décelée
- 4) Les **moyens appropriés** de diagnostic et d'intervention sont **disponibles**
- 5) La maladie est **décelable pendant une phase de latence** ou au début de la phase clinique
- 6) Une épreuve ou un **examen de dépistage efficace existe**
- 7) L'épreuve utilisée est **acceptable** pour la population
- 8) Le choix des sujets qui se verront appliquer l'intervention est opéré selon des **critères préétablis**
- 9) Le **coût** de la recherche des cas (y compris les frais de diagnostic et d'intervention des sujets reconnus malades) n'est pas disproportionné par rapport au coût global des soins médicaux
- 10) La recherche des cas est continue et elle n'est pas considérée comme une opération exécutée

« une fois pour toutes », les épreuves utilisées doivent donc être **répétables**



## Application des critères de l'OMS (1)

|                           | Enjeu de Santé Publique                         | Histoire naturelle connue    | Efficacité d'une intervention précoce       | Test positif en phase de latence | Outil de dépistage       | Acceptabilité outil | Critères de sélection    | Coût acceptable | Nuisances induites | Test répétable | Dépistage retenu |
|---------------------------|---|------------------------------|---|----------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|----------------|------------------|
| <b>Silicose aiguë</b>     | -<br>(très rare)                                | +<br>(latence courte)        | -<br>(souvent fatale)                       | +<br>imagerie thoracique         | -                        | NA                  | +<br>(E <sup>***</sup> ) | NA              | NA                 | NA             | Non              |
| <b>Silicose accélérée</b> | -<br>(rare)                                     | +<br>(latence de 5 à 10 ans) | -<br>(souvent fatale)                       | +<br>imagerie thoracique         | ?                        | NA                  | +<br>(E <sup>**</sup> )  | NA              | NA                 | NA             | Non              |
| <b>Silicose chronique</b> | +<br>(selon durée et intensité exposition)      | +<br>(latence > 20 ans)      | +<br>(Arrêt de l'exposition vs progression) | +<br>imagerie thoracique         | RT +<br>TDM ++<br>(Se++) | RT : ++<br>TDM : +  | +<br>(E <sup>+</sup> )   | +               | RT -<br>TDM ?      | +              | Oui              |
| <b>PID fibrosante</b>     | ?<br>(prévalence variable : co-expo fréquentes) | ?                            | ?   | +<br>imagerie thoracique         | ?                        | NA                  | +<br>(E <sup>+</sup> )   | NA              | NA                 | NA             | Non              |



## Application des critères de l'OMS (2)

|   | Enjeu de Santé Publique | Histoire naturelle connue | Efficacité d'une intervention précoce                              | Test positif en phase de latence | Outil dépistage | Acceptabilité outil | Critères de sélection | Coût acceptable | Nuisances induites | Test répétable | Dépistage retenu |
|---|-------------------------|---------------------------|--|----------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|----------------|------------------|
| <b>Sarcoïdose</b>   | -<br>(rare)             | ?                         | ?<br>(ralentissement de l'aggravation en supprimant l'exposition?) | -                                | -               | NA                  | NA                    | NA              | NA                 | NA             | Non              |
| <b>Maladies chroniques obstructives des voies aériennes</b> | +                       | +                         | +  | +                                | +               | +                   | +                     | -               | +                  | Oui            |                  |
| <b>CBP - Sans silicose</b>                                  | ?                       | +                         | +  | +                                | ?               | +                   | ?                     | +               | +                  | +              | Non              |
| <b>- Avec silicose</b>                                      | +                       | +                         | +  | +                                | ?               | +                   | +                     | +               | +                  | Non (*)        |                  |



## Application des critères de l'OMS (3)

|  | Enjeu de Santé Publique | Histoire naturelle connue | Efficacité d'une intervention précoce | Test positif en phase de latence | Outil dépistage | Acceptabilité outil | Critères de sélection | Coût acceptable | Nuisances induites | Test répétable | Dépistage retenu |
|--|-------------------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|----------------|------------------|
| ITL populations à forte prévalence de Tuberculose Maladie (TM)   | +                       | +                         | +                                     | +                                | +               | +                   | +                     | -               | - IGRA<br>+ IDR    | Oui            |                  |
| TM si silicose   | +                       | +                         | +                                     | +                                | +               | +                   | -                     | +               | Oui                |                |                  |
| Insuffisance Rénale Chronique                                    | ?                       | +                         | +/-                                   | +                                | +               | +                   | -                     | +               | Oui                |                |                  |
| Sclérodermie, lupus, polyarthrite rhumatoïde, vascularite à ANCA | ?/-                     | ?                         | ?                                     | -                                | -               | NA                  | NA                    | NA              | NA                 | NA             | Non              |

## Application des critères de l'OMS pour le dépistage organisé après exposition à la silice cristalline

**R16 : Il est recommandé de dépister chez les travailleurs exposés ou ayant été exposés à la silice cristalline les pathologies suivantes (Accord d'experts) :**

- la **silicose chronique**,
- les **maladies chroniques obstructives des voies aériennes**,
- l'**infection tuberculeuse latente** chez les travailleurs appartenant aux populations à forte prévalence de tuberculose maladie (travailleurs provenant depuis moins de 5 ans d'un pays de forte endémie tuberculeuse (>100/100 000), personne en situation de précarité) et chez les patients atteints de silicose,
- l'**insuffisance rénale chronique**, a fortiori s'il existe des risques professionnels associés (exposition au plomb, cadmium, mercure et solvants organiques), comme indiqué dans le guide du parcours de soins Maladie Rénale Chronique de la HAS de 2012.

## Application des critères de l'OMS pour le dépistage organisé après exposition à la silice cristalline

**R18 : D'autres pneumopathies interstitielles diffuses fibrosantes que la silicose (notamment la Fibrose Pulmonaire d'allure Idiopathique)** peuvent être aggravées par une exposition à la silice cristalline. Certains critères de l'Organisation Mondiale de la Santé ne sont pas respectés pour la mise en place d'un dépistage organisé pour ces autres pneumopathies interstitielles filtrantes diffuses fibrosantes. De ce fait, il n'est pas recommandé de les dépister chez les travailleurs exposés à la silice cristalline (Accord d'experts).

**R19 : La sarcoïdose** peut potentiellement être aggravée par une exposition à la silice cristalline. Toutefois, certains critères de l'Organisation Mondiale de la Santé ne sont pas respectés pour la mise en place d'un dépistage organisé pour la sarcoïdose. De ce fait, il n'est pas recommandé de la dépister chez les travailleurs exposés à la silice cristalline (Accord d'experts).

**R20 : Il n'est pas recommandé de dépister chez les travailleurs exposés à la silice cristalline les Maladies Auto-Immunes** (sclérodermie systémique, lupus systémique, polyarthrite rhumatoïde, vascularite à ANCA) par le dosage des auto-anticorps spécifiques de ces pathologies. Cependant, il est recommandé de rechercher systématiquement à chaque visite avec le médecin du travail les signes cliniques rhumatologiques, dermatologiques et vasculaires en faveur de ces pathologies (Accord d'experts).

## Application des critères de l'OMS pour le dépistage organisé après exposition à la silice cristalline

R17 : En l'état actuel des connaissances et en attendant les résultats de l'expérimentation initiée à la suite des recommandations de la SFMT-SPLF-SFR de 2015 (qui pour la nuisance silice préconise le dépistage uniquement chez les patients silicotiques), il n'est pas recommandé de dépister **le cancer broncho-pulmonaire** chez les travailleurs exposés ou ayant été exposés à la silice cristalline en dehors de cette expérimentation (Accord d'experts).

Cette recommandation sera revue en fonction des futures recommandations institutionnelles nationales sur le dépistage du cancer broncho-pulmonaire chez les sujets fumeurs.

## Application des critères de l'OMS: affections retenues

|  | Enjeu de Santé Publique | Histoire naturelle connue | Efficacité d'une intervention précoce | Test positif en phase de latence | Outil de dépistage      | Acceptabilité outil | Critères de sélection | Coût acceptable | Nuisances induites | Test répétable |
|--|-------------------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Silicose chronique                                   | +                       | +                         | +                                     | +                                | RX Thorax<br>TDM        | +                   | +                     | +               | RXT -<br>TDM ?     | +              |
| Maladies chroniques obstructives des voies aériennes | +                       | +                         | +                                     | +                                | + courbe débit volume   | +                   | +                     | +               | -                  | +              |
| ITL populations à forte prévalence de TM             | +                       | +                         | +                                     | +                                | +<br>test IGRA,<br>IDR  | +                   | +                     | +               | -<br>IGRA          | +<br>IDR       |
| TM si silicose                                       | +                       | +                         | +                                     | +                                | +<br>Dépistage de l'ITL | +                   | +                     | +               | -                  | +              |
| Insuffisance Rénale Chronique                        | ?                       | +                         | +/-                                   | +                                | +<br>Créatininémie      | +                   | +                     | +               | -                  | +              |

## Outils du dépistage en cas d'exposition à la silice cristalline

- **Données cliniques**
- **Imagerie thoracique (RXT, TDM thoracique)**
- **Explorations fonctionnelles respiratoires**
- **Test Interferon-Gamma-Release Assay (IGRA) ou Intradermoréaction (IDR) à la tuberculine**
- **Créatininémie**

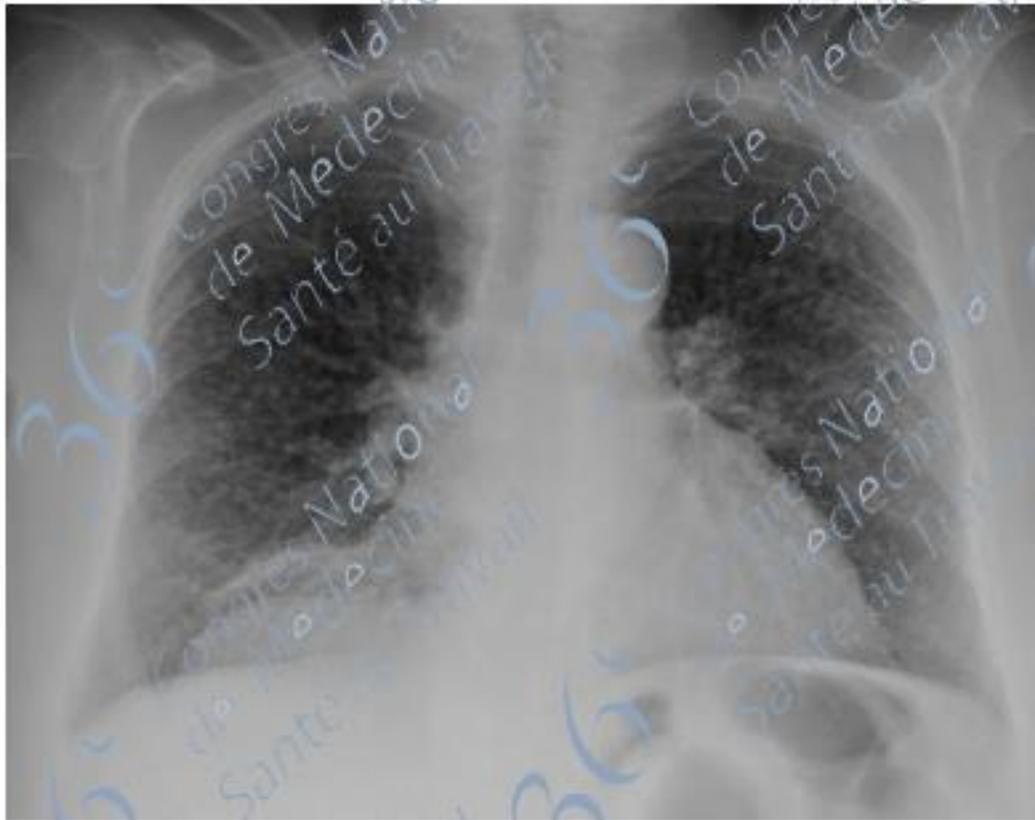
## Outils de dépistage en cas d'exposition à la silice cristalline

### Données cliniques

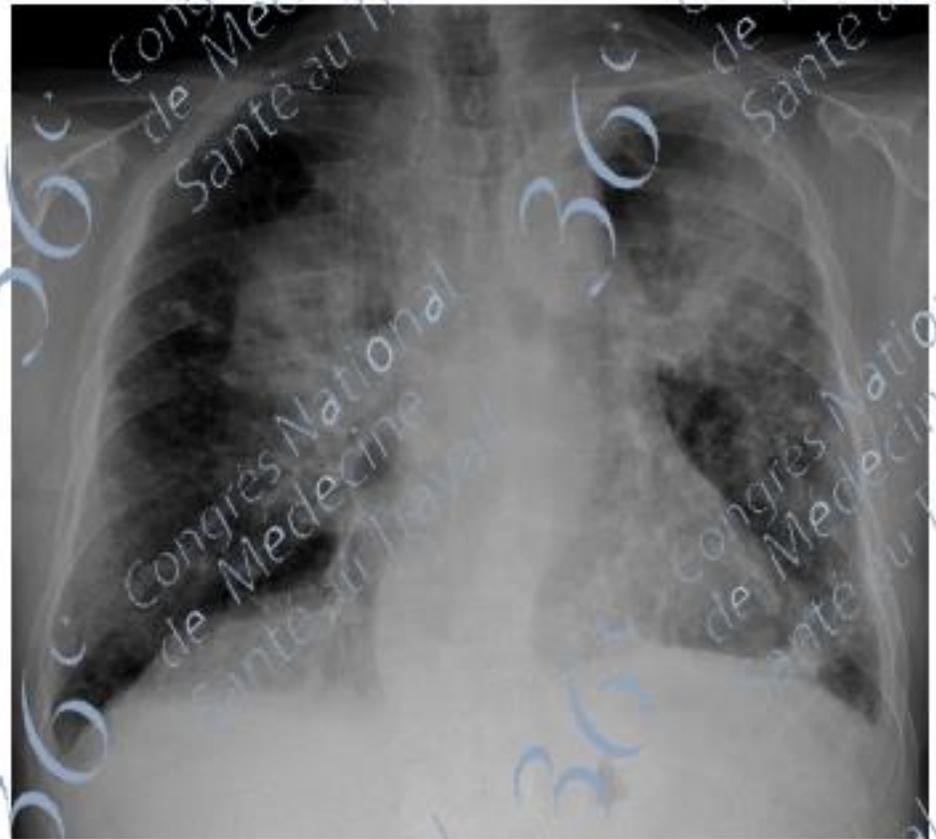
- **Antécédents** (recherche de pathologies potentiellement aggravées, notamment bronchite chronique, PID, emphysème, sarcoïdose, maladie systémique)
- **Facteurs de risque d'insuffisance rénale chronique** (diabète, HTA, co-expositions à des métaux, solvants)
- **Tabagisme**
- **Signes fonctionnels respiratoires, douleurs articulaires, signes dermatologiques (syndrome de Raynaud)**



**RX Thorax**

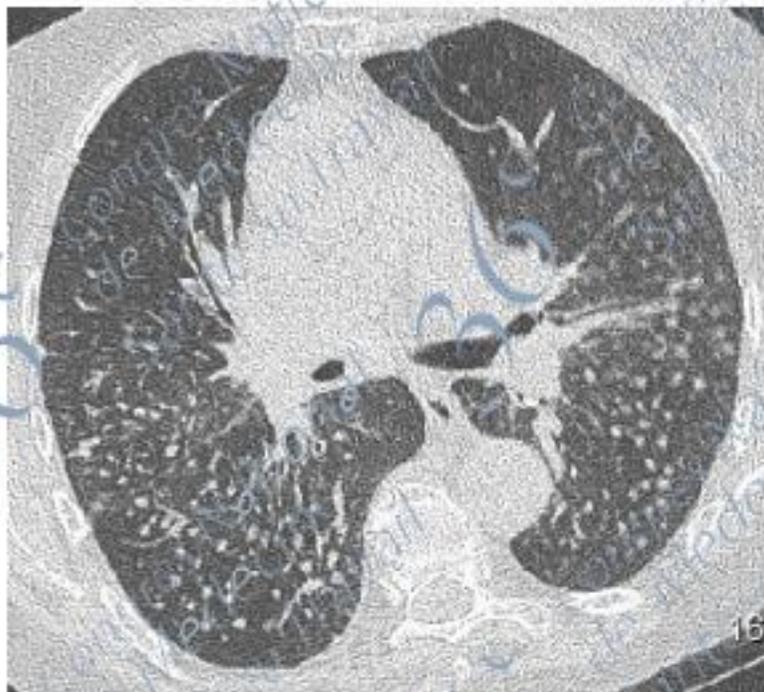


**Silicose simple**



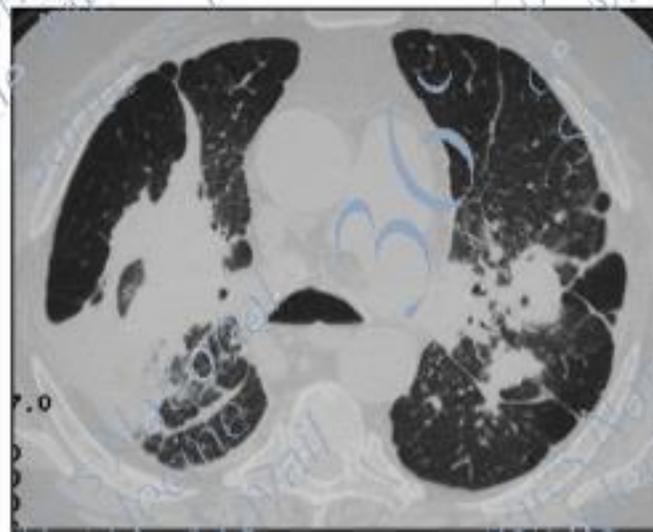
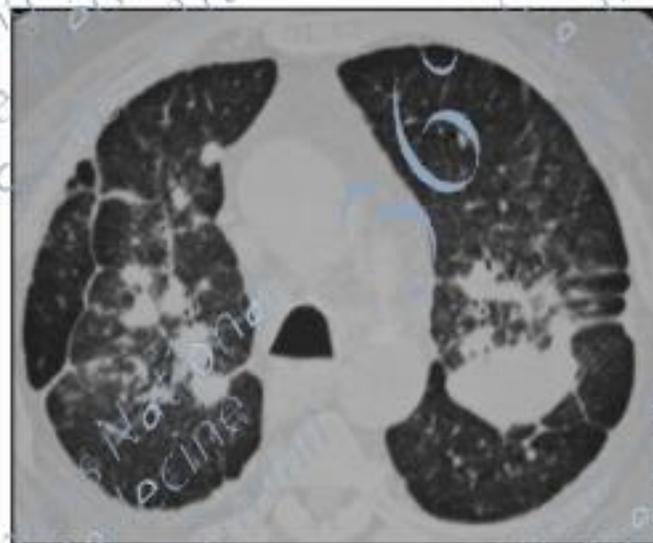
**Silicose complexe**

TDM thorax



Silicose simple

Silicose avec masses pseudotumorales



Dépistage recommandé dans les populations exposées:  
**Radiographie thoracique avec lecture selon la classification internationale des radiographies de pneumoconioses du Bureau International du Travail (BIT)**

- Description et enregistrement des anomalies radiographiques provoquées par l'inhalation de poussières. Permet de décrire les anomalies de toutes les pneumoconioses et les classer sur une radiographie en incidence postéro-antérieure
- Objectif: classer les anomalies radiographiques de manière reproductible. Ne définit pas d'entité pathologique et n'est pas employée dans la réparation
- Utilisée internationalement à des fins épidémiologiques et cliniques dans le suivi des pneumoconioses

**INSTRUCTIONS POUR L'UTILISATION  
DE LA CLASSIFICATION  
INTERNATIONALE DU BIT  
DES RADIOGRAPHIES  
DE PNEUMOCONIOSES**

**(ÉDITION RÉVISÉE 2011)**



Bureau  
international  
du Travail

Genève

## Annexe E – Résumé de la Classification internationale (2000) du BIT des radiographies de pneumoconioses

### ANOMALIES PARENCHYMATEUSES

Petites opacités  
Densité

Zones

Aspect et taille  
- aspect arrondi

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 0/- | 0/0 | 0/1 |
| 1/0 | 1/1 | 1/2 |
| 2/1 | 2/2 | 2/3 |
| 3/2 | 3/3 | 3/+ |

|    |    |
|----|----|
| DS | GS |
| DM | GM |
| DI | GI |

p/p q/q r/r

La catégorie de densité est déterminée en comparant la concentration des opacités de la radiographie aux clichés types.

Catégorie 0: petites opacités absentes ou moins nombreuses que dans la catégorie 1.

Les catégories 1

2 et

3 correspondent à des niveaux croissants de densité des petites opacités, ces niveaux étant définis par les clichés types.

Les zones faisant apparaître des opacités seront notées. Les deux champs thoraciques droit (D) et gauche (G) seront divisés chacun en trois zones: supérieure (S), moyenne (M) et inférieure (I). La catégorie de densité sera déterminée de manière globale en considérant l'ensemble des zones pulmonaires affectées et en se référant aux clichés types (voir note de bas de page 4 à la page 6) des présentes instructions.

Les lettres p, q et r dénotent la présence de petites opacités d'aspect arrondi; trois tailles étant définies par comparaison avec les clichés types:

p = diamètre ne dépassant pas 1,5 mm environ;  
q = diamètre compris entre 1,5 et 3 mm environ;  
r = diamètre compris entre 3 et 10 mm environ.

Densité croissante des petites opacités →

Catégories

0

1

2

3

Sous-catégories

0/-

0/0

0/1

1/0

1/1

1/2

2/1

2/2

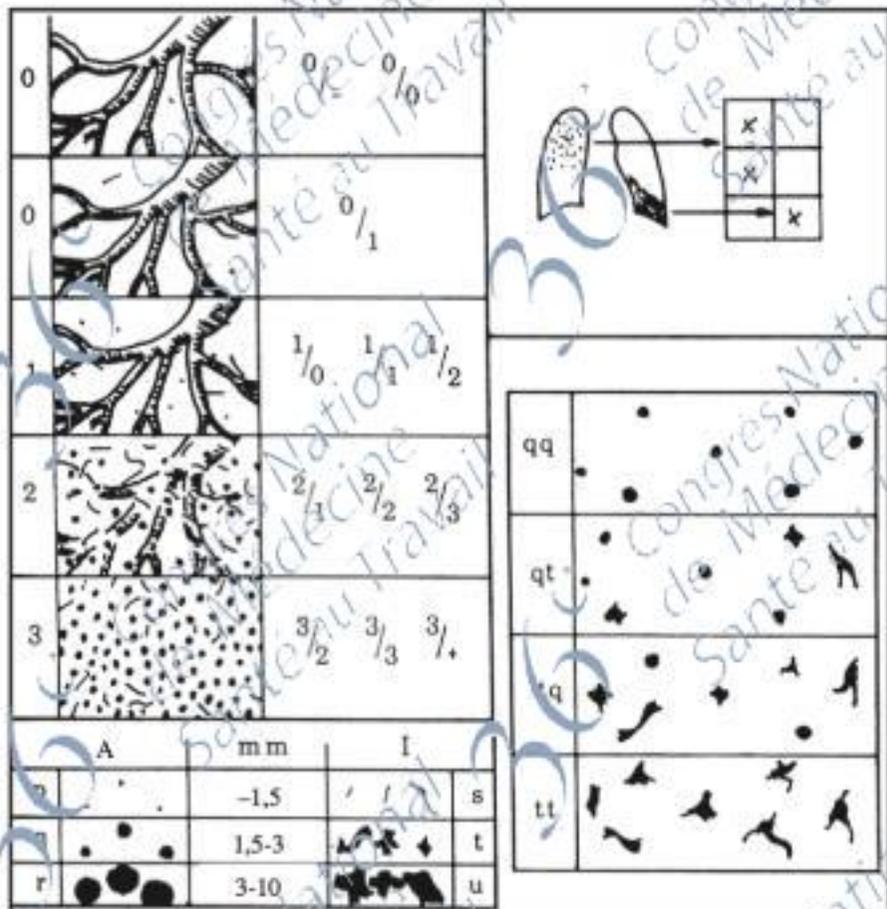
2/3

3/2

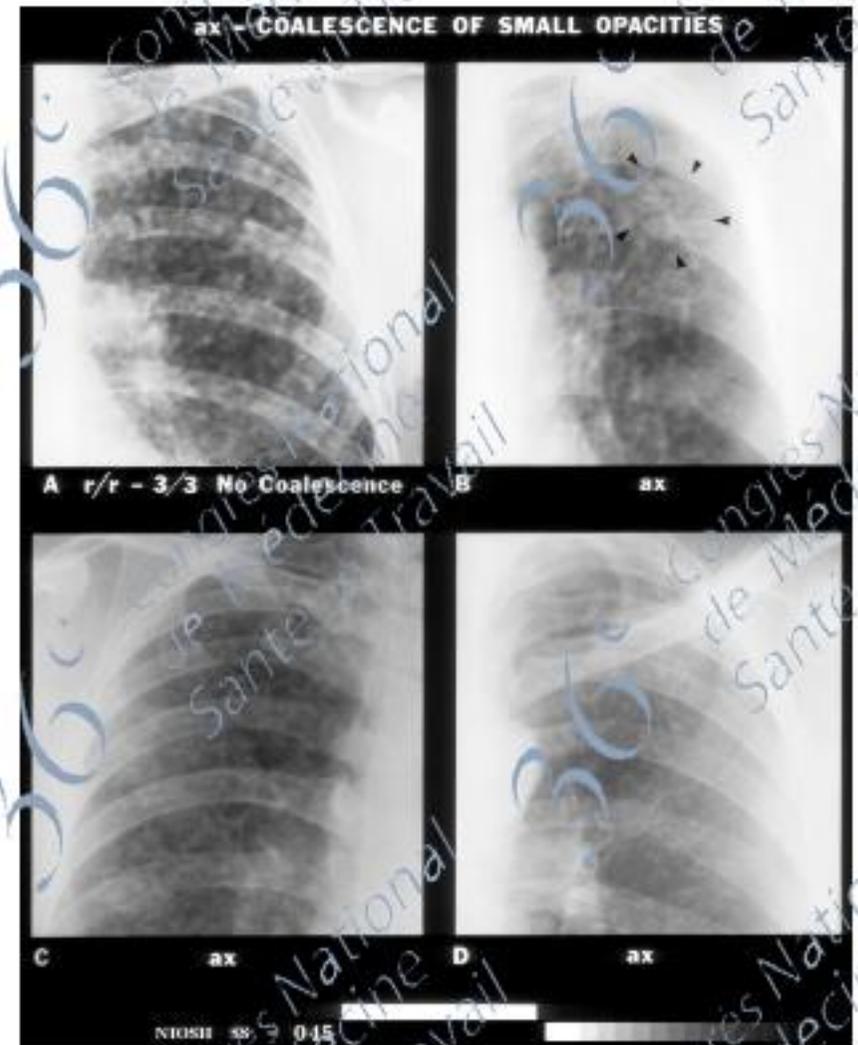
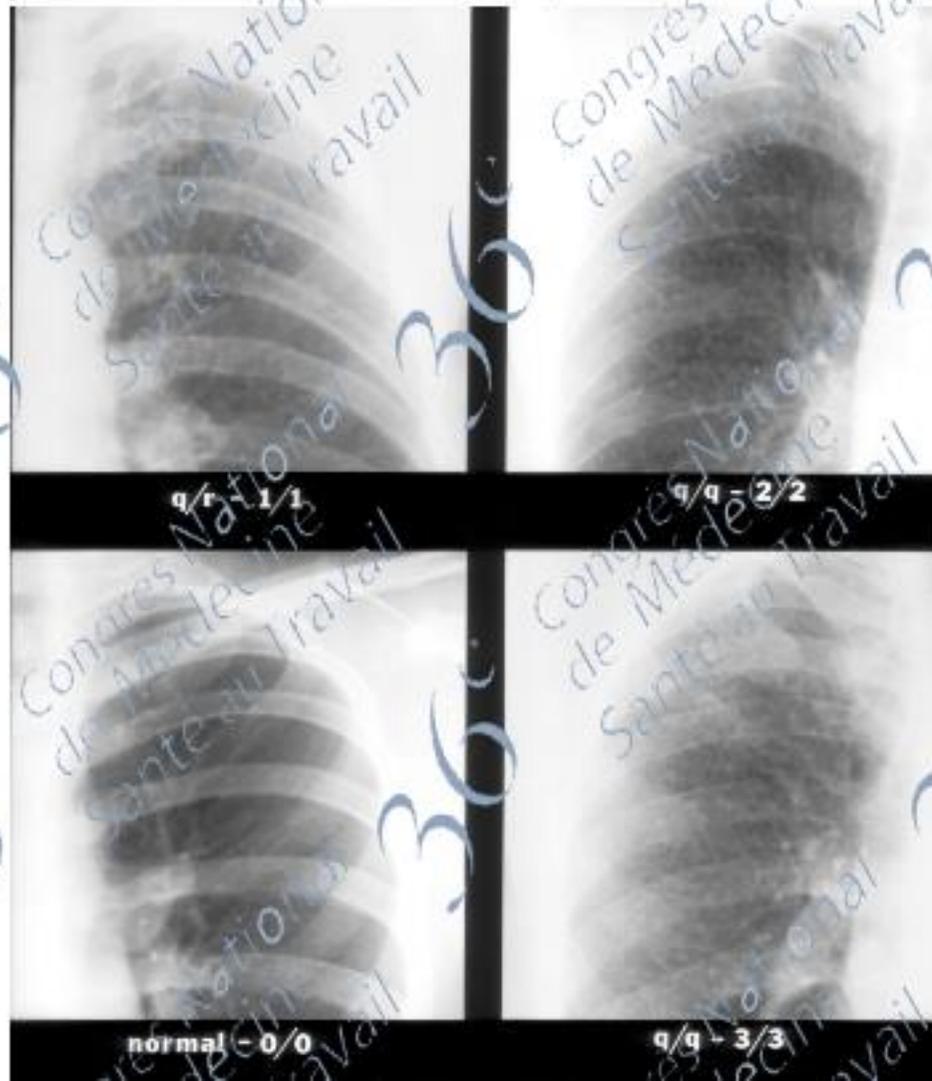
3/3

3/+

# BIT Petites opacités



# BIT Petites opacités



# Imagerie de la silicose

- **Détection précoce et surveillance: RT en lecture BIT**

**Adresser au pneumologue ou dans un Centre de Consultations de Pathologies Professionnelles et de l'Environnement lorsque l'interprétation BIT conclut qu'il existe une profusion de petites opacités équivalant ou dépassant 1/1 +++ (recommandation R26)**

- **Forme compliquée (complexe, emphysème, fibrose, connectivites et suspicion de cancer): scanner**

## Outils de dépistage en cas d'exposition à la silice cristalline

### Explorations fonctionnelles respiratoires

- Pas de démonstration d'un intérêt du dépistage d'un trouble ventilatoire obstructif chez des sujets asymptomatiques avec facteurs de risque (Qaseem et al, Ann Intern Med 2011 ; Soriano et al Lancet 2009 ; Guideline UK 2020 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK65039/>)
- **MAIS**  
**Intérêt d'un dépistage des anomalies de la fonction ventilatoire car TVO possible sans silicose , avec nécessité d'un renforcement des actions de prévention pour diminuer l'exposition +++**  
**(objectif : ralentir/stopper le déclin de la fonction ventilatoire)**

## Outils de dépistage en cas d'exposition à la silice cristalline

### Explorations fonctionnelles respiratoires

Dépistage : courbe débit-volume préconisée

Respect des critères ATS/ERS 2005 pour la réalisation des manœuvres

<https://www.rev-mal-respir.com/revue/RMR/24:3-c2/table-des-matières/>

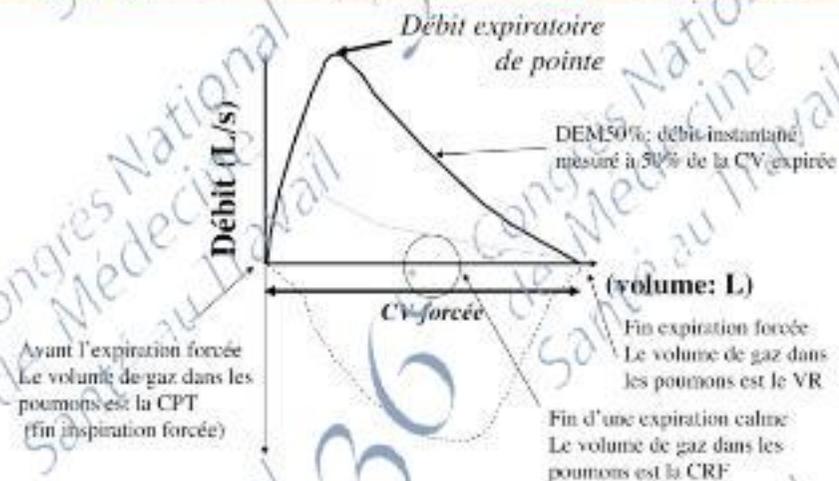


Schéma d'une courbe débit-volume

(issu de Bokov et Delclaux – Rev Med Int 2016;37:100-110)

Réalisation de 3 courbes  
(reproductibilité +++)

-> Sélection de celle avec la  
meilleure somme CVF + VEMS

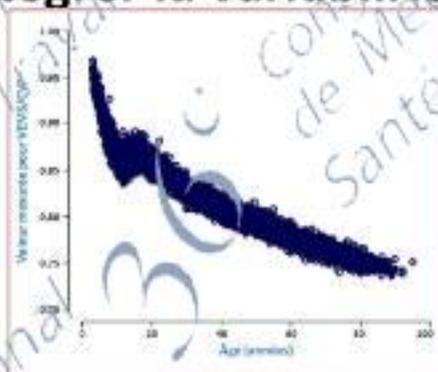


## Outils de dépistage en cas d'exposition à la silice cristalline

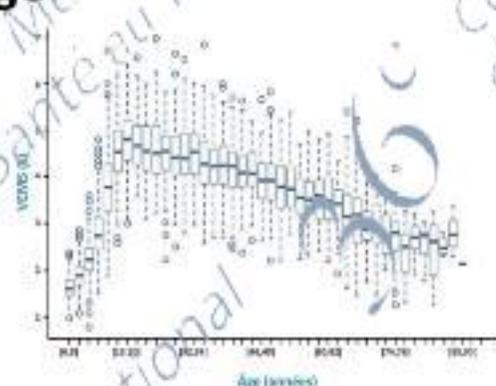
### Explorations fonctionnelles respiratoires

#### Interprétation de la courbe débit-volume

- **Données « classiques »** : normes CECA 1993 (Quanjer et al, Eur Respir J Suppl 1993 ; 16 : 5-40); « normes » pour sujets âgés de 18 à 70 ans prenant en compte âge-taille-sexe -> % de la valeur prédite (Normal si compris entre 80% et 120%)
- **Données récentes** : prise en compte de la limite inférieure de la normale (LIN) pour mieux intégrer la variabilité en fonction de l'âge



Evolution du rapport de Tiffeneau en fonction de l'âge  
(Gullien et al. Rev Mal Respir 2018 ; 35 : 1020-1027)



Evolution du VEMS en fonction de l'âge  
(Gullien et al. Rev Mal Respir 2018 ; 35 : 1020-1027)

## Outils de dépistage en cas d'exposition à la silice cristalline

### Explorations fonctionnelles respiratoires

- $VE_{MS}/CVF < LIN$  : **trouble ventilatoire obstructif**
- $CVF < LIN$   
et  $VE_{MS} < LIN$   
et  $VE_{MS}/CVF$  normal : **Probable trouble ventilatoire restrictif**
- $CVF < LIN$   
et  $VE_{MS} < LIN$   
et  $VE_{MS}/CVF < LIN$  : **probable trouble ventilatoire mixte**

**Utilité d'un suivi longitudinal des paramètres spirométriques +++ (chaque sujet est son propre témoin)**

## Outils de dépistage en cas d'exposition à la silice cristalline

### Explorations fonctionnelles respiratoires

- R28 : Compte-tenu des relations dose-effet existant entre l'exposition à la silice cristalline et le déclin de la fonction ventilatoire, de l'absence de seuil pouvant être établi au vu des éléments de la littérature, il est recommandé de mesurer le Volume expiratoire Maximal à la première seconde (VEMS), la Capacité Vitale (CV), le rapport VEMS/CV ainsi que le Débit Expiratoire Médian entre 25 et 75% de la CV à l'aide d'une courbe débit-volume chez les salariés exposés ou ayant été exposés à la silice cristalline même en l'absence de silicose (Accord d'experts).
- R29 : Il est recommandé d'obtenir des mesures valides et reproductibles pour les paramètres ventilatoires d'intérêt (VEMS, CV, VEMS/CV, DEM 25-75) en réalisant les courbes débit-volume selon les recommandations en vigueur de l'American Thoracic Society / European Respiratory Society qui comprennent la réalisation de ces mesures par du personnel formé (Accord d'experts).
- R31 : La détection d'un trouble ventilatoire obstructif, restrictif probable ou mixte probable ou d'une diminution de plus de 15% du VEMS par rapport à la valeur obtenue lors du bilan de référence du sujet doit conduire à une consultation spécialisée auprès d'un pneumologue. En cas de doute sur la présence du trouble ventilatoire ou du déclin significatif (difficulté à réaliser les manœuvres par exemple), il est recommandé de répéter l'examen dans l'année qui suit la réalisation du dernier examen (Accord d'experts).

## Outils de dépistage en cas d'exposition à la silice cristalline

### Test Interferon-Gamma-Release Assay (IGRA) / Intra dermoréaction à la tuberculine (IDR)

- **Test IGRA versus IDR :**

Avantages :

Meilleure valeur prédictive positive IGRA

1 seul test pour IGRA

Inconvénients :

Coût IGRA > IDR

2 visites pour IDR

- **Indications retenues pour le dépistage de l'infection tuberculeuse latente (ITL) :**

- En cas d'exposition ou future exposition à la silice cristalline pour les **travailleurs relevant d'un groupe à prévalence élevée de tuberculose maladie** (si non encore réalisé) :

- Arrivée datant de moins de 5 ans d'un pays de forte endémie tuberculeuse

- Situation de précarité

- **En cas de silicose confirmée** (sauf si résultat antérieur IGRA positif)

**En cas de dépistage positif d'une ITL ou en cas de contact avec un patient tuberculeux, adresser au Centre de lutte anti-tuberculeux ou au pneumologue**



## Outils de dépistage en cas d'exposition à la silice cristalline

### Détection d'une atteinte rénale chronique

Recommandations actuelles des situations à risque d'insuffisance rénale chronique (HAS 2012.  
[https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-04/guide\\_parours\\_de\\_soins\\_mrc\\_web.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-04/guide_parours_de_soins_mrc_web.pdf))

- Diabète ;
- HTA (traitée ou non) ;
- Âge > 60 ans ;
- Obésité (IMC > 30kg/m<sup>2</sup>) ;
- Maladie cardiovasculaire athéromateuse ;
- insuffisance cardiaque ;
- maladie de système ou auto-immune (lupus, vascularite, polyarthrite rhumatoïde, ...)
- affection urologique (uropathie obstructive, infections urinaires récidivantes, etc.) ;
- antécédents familiaux de maladie rénale ayant évolué au stade d'IRC terminale ;
- antécédents de néphropathie aiguë ;
- exposition à des toxiques professionnels (plomb, cadmium, mercure) ;
- traitement néphrotoxique antérieur (médicaments néphrotoxiques en particulier Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens),
- exposition aux produits de contraste iodés, chimiothérapie, radiothérapie, etc.).

#### Dépistage préconisé 1x/an :

Estimation du débit de filtration glomérulaire (DFG) à partir du dosage de la créatininémie

- Mesure de l'albuminurie sur échantillon urinaire (horaire indifférent), avec calcul du ratio albuminurie/créatininurie

## Outils de dépistage en cas d'exposition à la silice cristalline

### Détection d'une atteinte rénale chronique

- **Bandelette urinaire : non préconisée**

- Non évaluée chez les travailleurs exposés à la silice cristalline
- Très faible valeur prédictive positive de la protéinurie en population générale (Delanaye et al. Ann Biol Clin 2018, 76:617-626)

- **Créatininémie : oui**

- Lien entre exposition à la silice et maladies rénales (avec cependant comorbidités voire co-expositions), relation dose-réponse rapportée (controversée)
- Insuffisance rénale longtemps asymptomatique
- Augmentation de prévalence des pathologies rénales chez les populations atteintes de silicose

**Surveillance de la fonction rénale préconisée chez les travailleurs exposés ou ayant été exposés à la silice cristalline (R35)**

## Outils de dépistage en cas d'exposition à la silice cristalline

### En résumé

| Pathologies  | Imagerie Thoracique | Courbe Débit-Volime | Test IGRA ou IDR | Créatininémie |
|--|---------------------|---------------------|------------------|---------------|
| Silicose chronique                                   | X                   | X                   |                  |               |
| CBP (Si silicose associée)                           | ?                   |                     |                  |               |
| Maladies chroniques obstructives des voies aériennes |                     | X                   |                  |               |
| Infection tuberculeuse latente                       |                     |                     | X                |               |
| Insuffisance rénale chronique                        |                     |                     |                  | X             |