

# Silice cristalline (SiO<sub>2</sub>c) et activités agricoles

P Brochard

Université Bordeaux

Centre INSERM 1219 *équipe EPICENE*

# Silice cristalline

**2019-2021: de multiples expertises relatives à la silice cristalline**

- **Rapport d'Expertise collective de l'Anses 2019**  
**« Dangers, expositions et risques relatifs à la silice cristalline »**
- **Recommandation de bonne pratique 2021 (Promotion: DGT)**  
**« Surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à la silice cristalline » (4 Sociétés)**



**Depuis le 01/01/2021: poussière de silice cristalline alvéolaire issue de procédés de travail = cancérogène (JORF n°266 du 01/11/2020)**

# Silice cristalline : Rappel

- 1/ Où trouve-t-on la silice cristalline ?
  - Repérage du danger

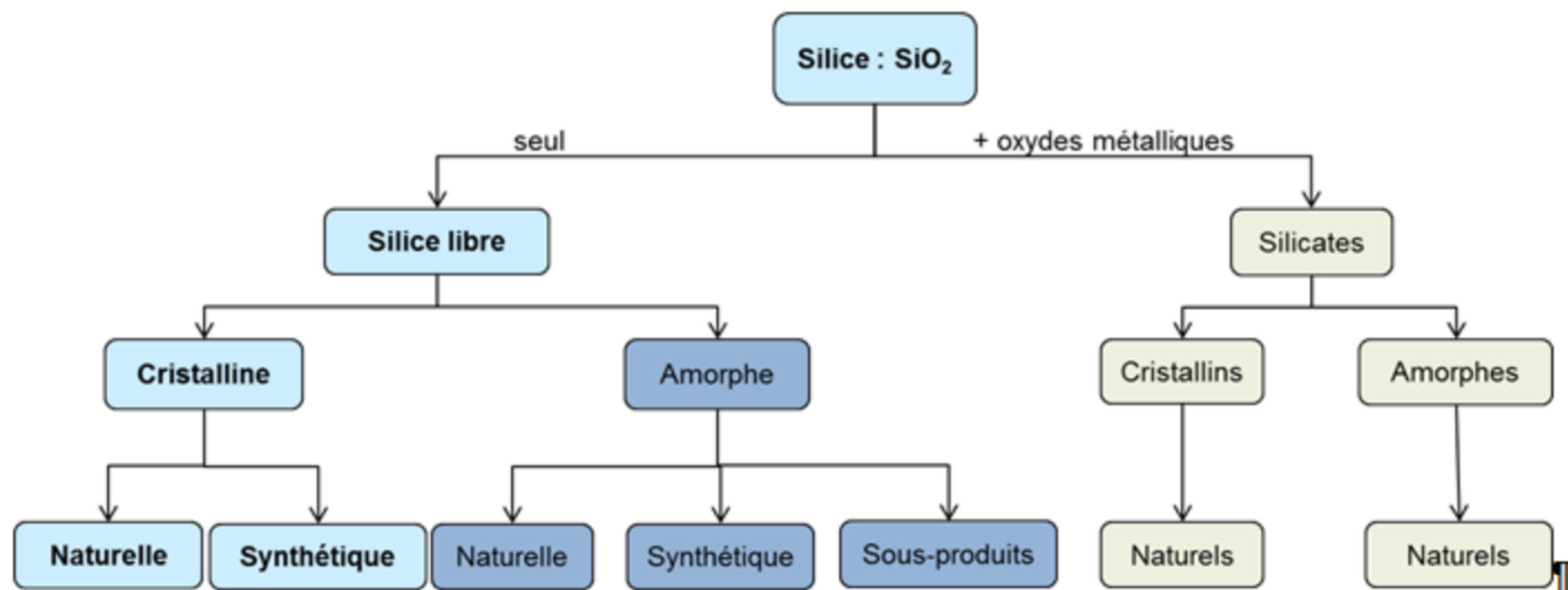
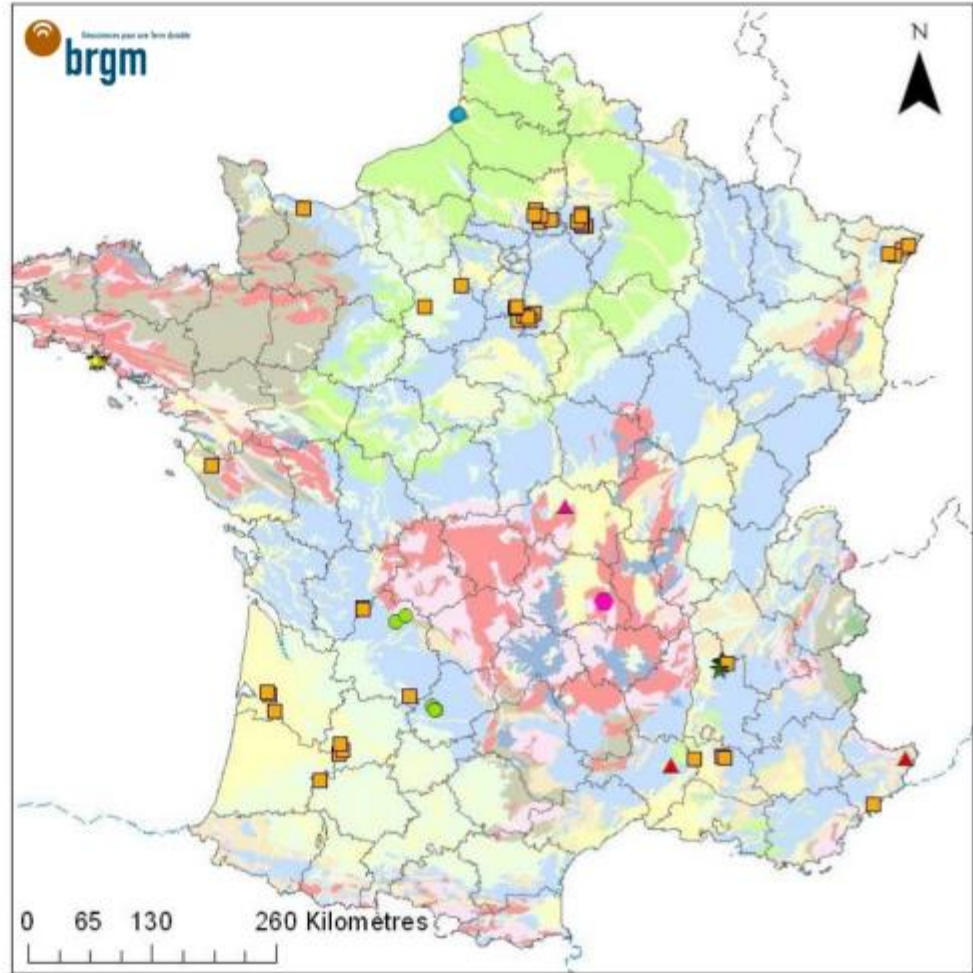


Figure 1° : Formes de silice (d'après InVs, 2010) ¶

Tableau 2° : Source des différentes formes de silice ¶

| sources   |             | Silice Amorphe                                                                                                        | Silice Cristalline              |
|-----------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Naturelle | minérales   | ¶                                                                                                                     | Quartz - $\alpha$ ¶             |
|           |             | ¶                                                                                                                     | Quartz (CAS-14808-60-7) ¶       |
|           |             | ¶                                                                                                                     | Cristobalite (CAS-14464-46-1) ¶ |
|           |             | ¶                                                                                                                     | Tridymite (CAS-15468-32-3) ¶    |
|           | biogéniques | Diatomite ¶<br>(Kieselguhr, -CAS-61790-53-2) ¶<br>Teneur en silice cristalline < 3% ¶                                 |                                 |
|           |             | Diatomite calcinée (calcined, -CAS-91053-39-3) ¶<br>Teneur en silice cristalline 0 — 40 % ¶                           |                                 |
|           |             | Diatomite calcinée par flux ¶<br>(Flux-Calcined, -CAS-68855-54-9) ¶<br>Teneur en silice cristalline ° : jusqu'à 70% ¶ |                                 |

- 68 exploitations en 2016
- Total de 18,6 Mt autorisées en 2016 de matériaux siliceux

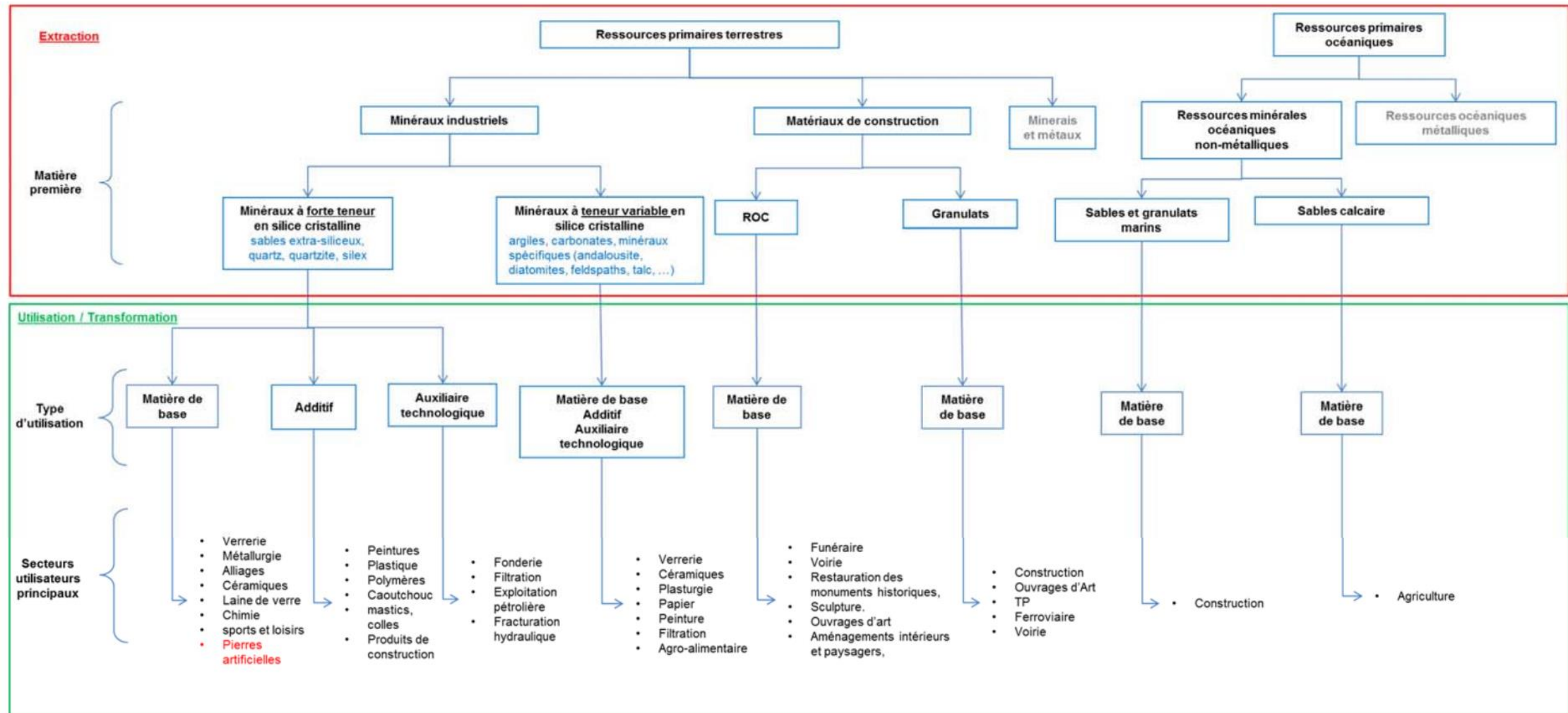


| Substances exploitées |                               | Lithologie               |                            | Limites administratives |                              |
|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|
| ● Filon de quartz     | ● Galets de quartz fluvialite | ● Galets de silex de mer | ▲ Grès, quartzite          | ▲ Quartzite             | ★ Sable et argile kaolinique |
| ● Sable siliceux      | ★ Sous-produit du kaolin      | Argiles                  | Calcaires, marnes et gypse | Craie                   | Grès                         |
|                       |                               | Sables                   | Basaltes et rhyolites      | Granites                | Ophiolites                   |
|                       |                               |                          |                            | Gneiss                  | Micaschistes                 |
|                       |                               |                          |                            | Schistes et grès        |                              |

DEPARTEMENT  
 — frontière  
 - - - frontière ext  
 — trait de côte  
 - - - trait de côte ext

Système de coordonnées : RGF Lambert 93  
 Source : BRGM 2013 (Base de données des matériaux et des carrières, carte géologique simplifiée du BRGM, BD cartho)

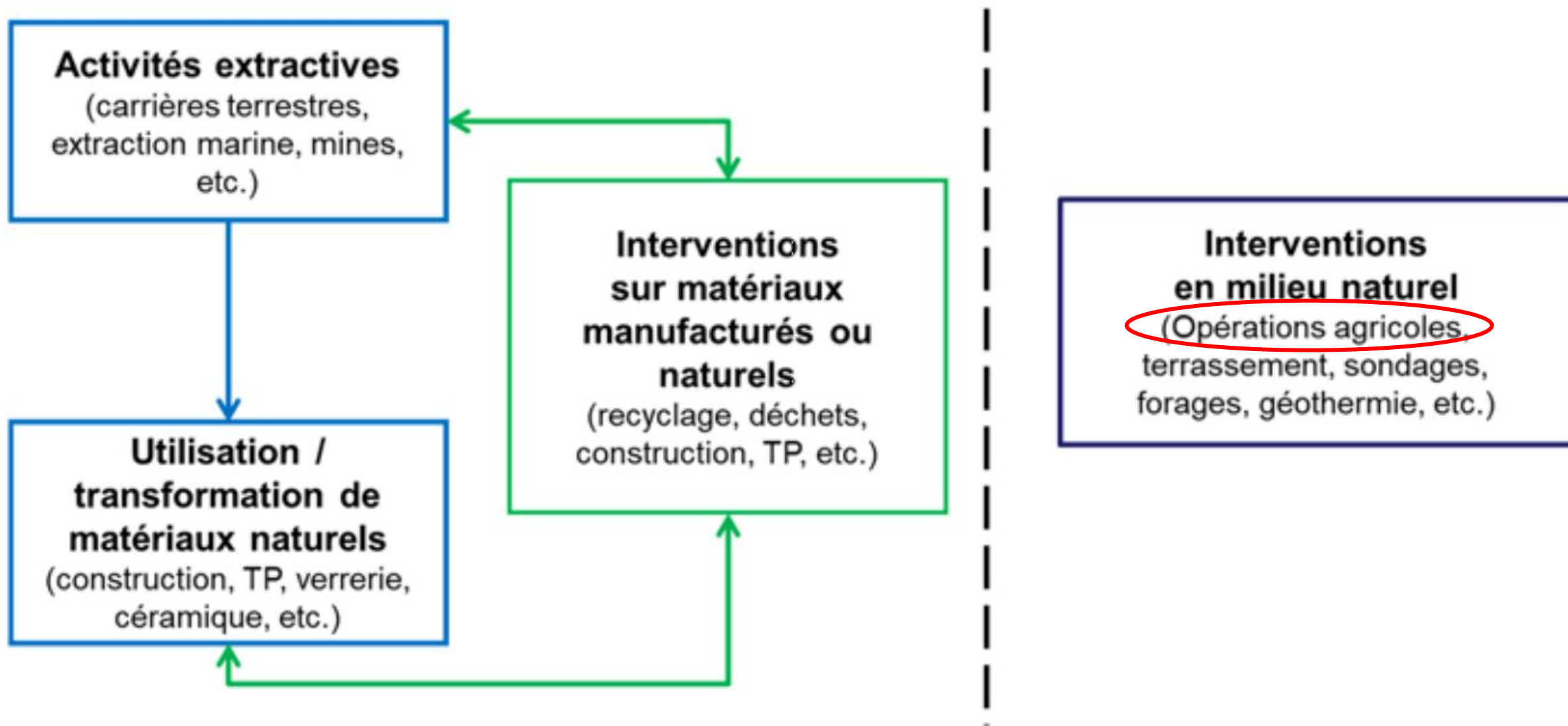




**Figure 3 : Schéma global de la filière**

# Identification du danger : présence SiO<sub>2</sub>c

- Où trouve-t-on de la silice cristalline (rapport ANSES 2019) ?
  - **Matériaux Solides Contenant de la Silice cristalline (MSCSc)**
    - Naturels : Granite ...
    - Synthétiques : Bétons ...
  - **Matériaux Pulvérulents Contenant de la Silice cristalline (MPCSc)**
    - Naturels : Sable ...
    - Synthétiques : terre de diatomées calcinées ...
  - **Poussières Mixtes Contenant de la Silice cristalline (PMCSc)**
    - Poussières de chantier BTP, mines et carrières ....
  - **Tout article fini intégrant des matériaux contenant de la silice**
    - Éléments de construction
    - Article divers



**Figure 4 : Schéma des situations d'exposition à la silice cristalline**

# Activités et Industries concernées par l'exposition à la silice cristalline

- Bâtiment
- Travaux publics
- Mines et carrières
- Verreries
- Fonderies
- Fumisterie
- Industrie textile
- Prothèse dentaire, bijouterie
- Fabrication Caoutchouc, Plastiques, Peintures, Abrasifs, Papier/Carton
- Fabrication Briques
- Fabrication Céramiques
- Taille Pierre
- Fabrication cuisines
- Agriculture ?

# Aperçu de quelques secteurs et opérations exposantes

## Rapport d'Expertise de l'ANSES (2019)



### Agriculture

- Labour, Récolte, utilisation des engins



### Mines et opérations liées à l'extraction minière

- Extraction et opérations mécaniques sur le minéral, Activités secondaires (chargement et déchargement des camions...)



### Carrières de roches siliceuses

- Opérations mécaniques sur le matériau extrait : extraction, traitement, taille... Activités secondaires (chargement et déchargement des camions), Expositions d'ambiance



### Construction/BTP

- Décapage abrasif, fabrication béton et macadam, construction de tunnel et autoroute, excavation, opérations mécaniques du béton, maçonnerie, démolition, nettoyage de façade (sablage ou nettoyeur HP)



### Verrerie (dont fibre de verre)

- Préparation des matières premières, polissage et gravure sur verre au sable, réparation



### Cimenterie

- Préparation des matières premières, chargement/déchargement ciment



### Abrasifs/ sables industriels

- Production de produits abrasifs, production de carbonate de silicium, ensachage



### Céramiques (dont briques, poterie, porcelaine, réfractaires, émaux)

- Mélangeage, moulage, finition, cuisson, préparation des matières premières, glaçage, émail



### Marbrerie

- Découpe, polissage, pierre naturelle ou artificielle



### Fer et réparation de fours industriels en briques réfractaires

- Démolition des parois du four, découpe de briques neuves

**Tableau 15 : Principaux secteurs d'activité et des tâches exposantes à la silice cristalline**

| Secteurs d'activité/industrie                           | Tâches exposantes                                                                                                                                                                | Source de la silice                                                   |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>Agriculture</b>                                      | Labour, Récolte, utilisation des engins                                                                                                                                          | Sol                                                                   |
| <b>Mines et opérations liées à l'extraction minière</b> | Extraction et opérations mécaniques sur le minerai,<br>Activités secondaires (chargement et déchargement des camions...)                                                         | Matériau extrait, minerais et roches associées                        |
| <b>Carrières de roches siliceuses</b>                   | Opérations mécaniques sur le matériau extrait :<br>extraction, traitement, taille...<br>Activités secondaires (chargement et déchargement des camions)<br>Expositions d'ambiance | Grès, granit, flint, sable, gravier, ardoise, terre de diatomée       |
| <b>Construction/BTP</b>                                 | Décapage abrasif au jet de sable, fabrication béton et macadam, construction de tunnel et autoroute, excavation, opérations mécaniques du béton, maçonnerie, démolition          | Sable, béton, pierre, brique, parpaing, mortier, plaster, roche, sol, |

# Silice cristalline : Rappel

- 2/ Comment évaluer les expositions ?
  - Evaluation du risque (danger / exposition)

# Evaluation exposition à la SiO<sub>2</sub>c

- **Déterminants quantitatifs : métrologie**
  - Mesure individuelle sur un poste de travail de 8 heures
- **Déterminants qualitatifs : modulation en + ou en -**
  - Exposition directe > indirecte (co-activité) > passive
  - Notion de pic d'exposition
  - Notion de silice fraîchement fracturée
  - Notion de granulométrie (fraction fine et ultrafine)
  - Moyens effectifs de protections collectives (travail à l'humide, aspiration à la source, ...) et individuelles (EPI respiratoires adaptés)
  - Hyperventilation (activités physiques, travail à la chaleur)

# Evaluation de l'exposition

- **Mesure de l'exposition**

- Mesure conventionnelle au moins une fois par an (fiche Metropol INRS) ou dans les situations d'activités nouvelles
- Stratégies de prélèvement en situation d'exposition variable dans le temps et dans l'espace (chantier +++)

- **Estimation de l'exposition sur des situations considérées comme analogues**

- Données existantes dans l'entreprise
- Données existantes dans d'autres situations analogues
  - Bases de données métrologiques des SST
  - Bases de données nationales : Colchic/INRS, Cartosilice OPPBTP ?
  - Bases de données bibliographiques : rapports ANSES, HAS; documents INRS, OPPBTP; Evalutil
  - Fiches métiers ?? : mais peu ou pas de données métrologiques

# Evaluation exposition à la SiO<sub>2</sub>c

- Synthèses

- Sur un poste de travail ou un emploi : **exposition moyenne sur une période donnée**
  - Mesure conventionnelle au poste de travail
  - estimation à partir de mesures faites sur des situations équivalentes

**mg/m<sup>3</sup>**

- Sur l'ensemble de la vie professionnelle : **exposition moyenne cumulée**
  - Somme du
    - [produit des concentrations moyennes des expositions de chaque poste de travail  $C$  (mg/m<sup>3</sup>) multipliée par la durée  $d$  de chaque poste de travail (années)] :  **$C_i \times d_i$  pour chaque emploi  $i$**
    - sur l'ensemble de la carrière professionnelle sur  $n$  emplois :  $\sum_n^1 (C_i \times d_i)$

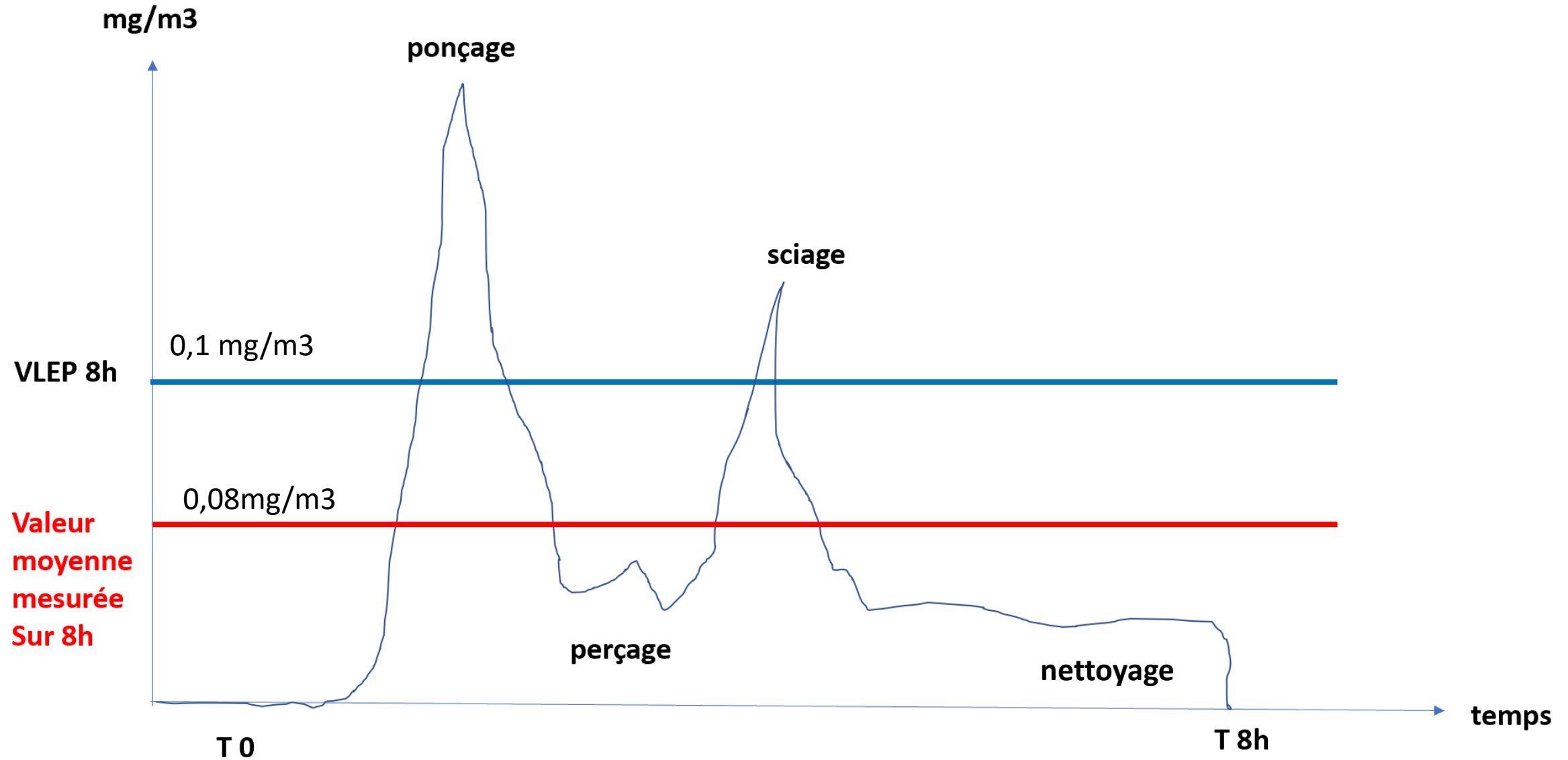
**mg/m<sup>3</sup>.années**

# Evaluation de l'exposition à la SiO<sub>2</sub>c

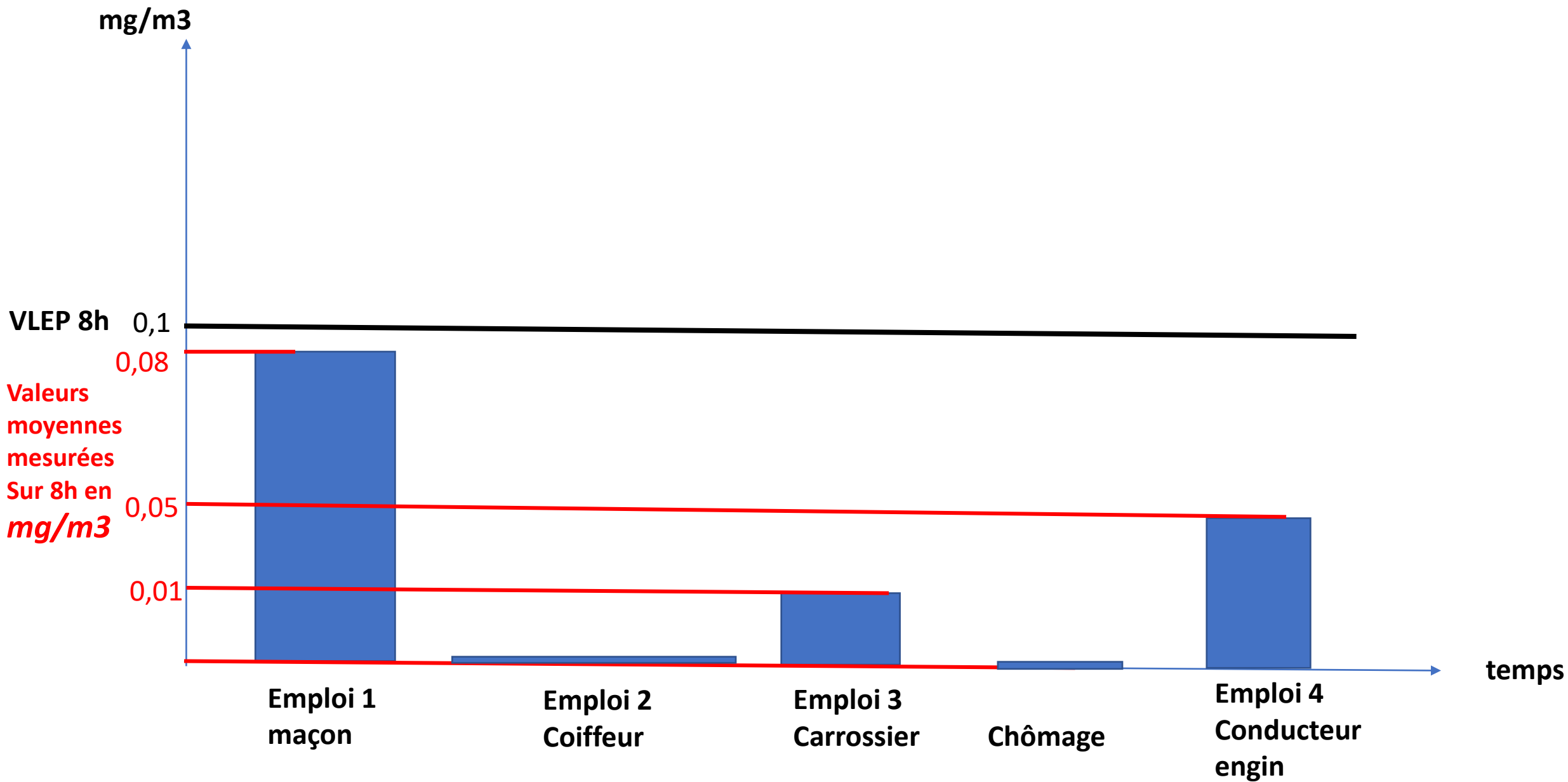
- Mesure de l'exposition : étape 1

*Exposition - au poste de travail (moyenne sur 8h) ou  
- dans un emploi donné (moyenne sur la durée de l'emploi)*

## *Evaluation de l'exposition au poste de travail*



*Evaluation de la concentration moyenne de l'exposition pour chaque emploi*

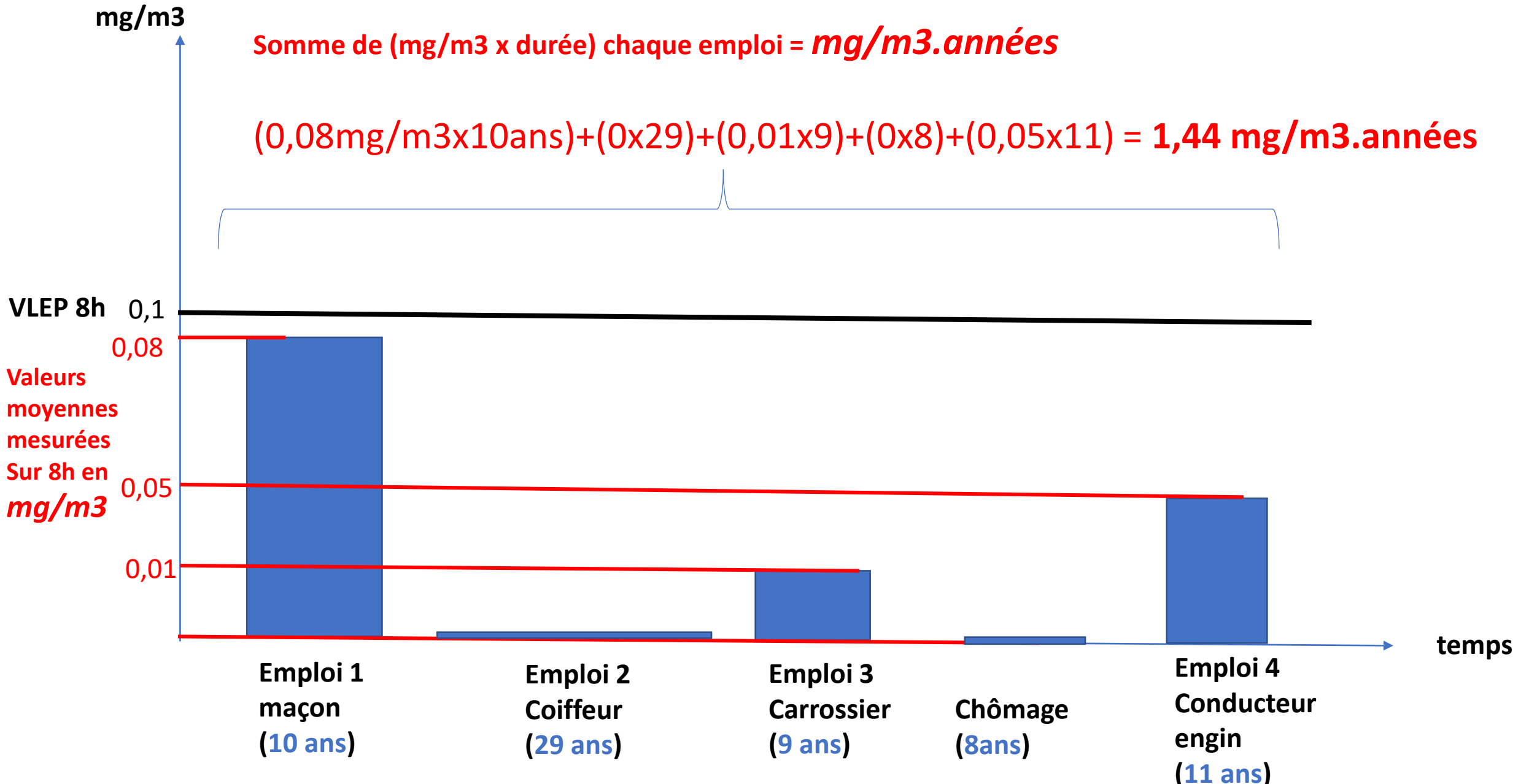


# Evaluation exposition à la SiO<sub>2</sub>c

- Mesure de l'exposition : étape 2

*Exposition cumulée vie entière*

## Evaluation de l'exposition sur la carrière professionnelle



# Silice cristalline : Rappel

- 3/ Quelles risques pour la santé
  - Nature des effets sanitaires
  - Probabilité de développer les maladies en rapport
  - Imputabilité (notion de poly-exposition et d'étiologies multi-factorielles)

# Silicose et autres pathologies interstitielles

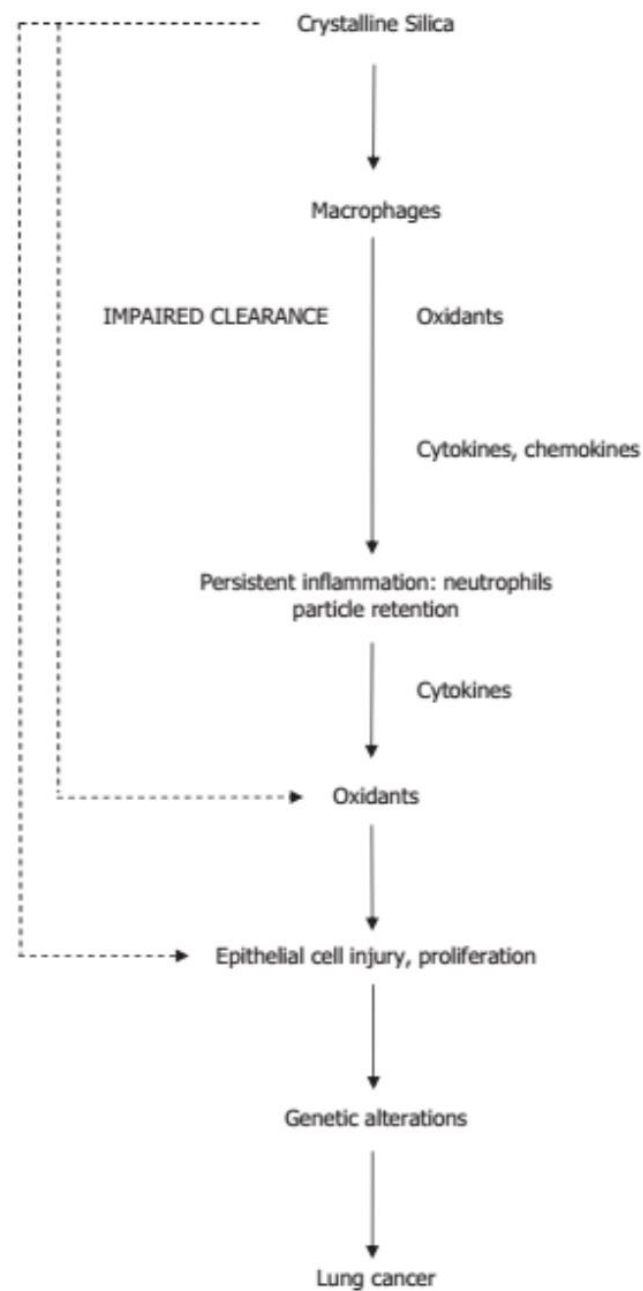
- **Lien causal bien établi** entre exposition par voie respiratoire à la SC et plusieurs formes de silicose (silicose chronique, silicose accélérée et silico-protéinose)
- **Facteurs d'exposition** impliqués dans l'**initiation** de la silicose et associés positivement à la **progression** de la pathologie : Conc<sub>moy</sub>(SC), Exposition cumulée (Q ou SCA) en mg.m<sup>-3</sup>-années, Durée d'exposition professionnelle
- **Relation dose-réponse significative** établie de manière bien documentée (autopsies, radiographies pulmonaires (RP) standards, mortalité par silicose) pour une exposition cumulée à la SC
- **Augmentation lente de la progression de la pathologie après arrêt de l'exposition**
- **Définition médico-légale de la silicose** (Conférence internationale de Johannesburg en 1930) :
  - ⇒ *Quid des formes ganglionnaires isolées, avec présence de nodules silicotiques dans les ganglions hilaires ou médiastinaux?*
- **Pneumopathie infiltrante diffuse (PID)** de type fibrose pulmonaire idiopathique (FPI) ou **sarcoïdose associées à une exposition à la SC**
  - ⇒ *Données actuellement disponibles insuffisantes pour préciser ces relations*
- **Apport du scanner thoracique (ou TDM) versus la RP standard dans le dépistage de la silicose** (+ détection d'autres pathologies : emphysème ou PID)

## Cancer broncho-pulmonaire (CBP)

- Silice cristalline classée **cancérogène avéré pour l'Homme** (CIRC 1997, 2012)
- **Lien causal confirmé** entre exposition par voie respiratoire à la SC et développement d'un CBP
- Confirmation de l'**existence d'un risque significatif de CBP indépendamment de la silicose**  
⇒ *La silicose pulmonaire est un facteur aggravant le risque de CBP*
- **Relation dose-réponse significative** pour une exposition cumulée à la SC  
⇒ *Aucun seuil identifié*
- **Effet additif voire multiplicatif** de l'interaction SC/tabagisme sur le risque de CBP

## Cancers extra-pulmonaires

- Peu évalués
- **Aucune association avérée** avec une exposition à la silice cristalline, mais suggestion d'un lien avec les cancers digestifs



**Figure 57 : Mécanisme de cancérogénicité chez le rat de la silice cristalline proposé par le CIRC (1997)**

# Cancer broncho-pulmonaire

Classement CIRC  
1997 Classe I

2013 100C:

humain: « sufficient evidence »

expérimental: « sufficient evidence »

génotoxicité directe (et indirecte)

Table 2.3. Relative risk (95% confidence intervals) from meta-analyses of lung cancer among silicotics or silica-exposed workers.

| Authors                                    | Study type   | Silicosis only                                                                         | Silica-exposed   | Silica w/o silicosis                                     | Overall          |
|--------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------|------------------|
| Smith <i>et al.</i> (1995) <sup>b</sup>    | Overall      | 2.2 (2.1–2.4)                                                                          |                  |                                                          |                  |
|                                            | Cohort       | 2.0 (1.8–2.3)                                                                          |                  |                                                          |                  |
|                                            | Case control | 2.5 (1.8–3.3)                                                                          |                  |                                                          |                  |
| Steenland and Stayner (1997) <sup>b</sup>  | Overall      | 2.3 (2.2–2.4)                                                                          | 1.3 (1.2–1.4)    |                                                          |                  |
| Tsuda <i>et al.</i> (1997) <sup>b</sup>    | Overall      | 2.74 (2.60–2.90) <sup>a</sup><br>2.76 (2.41–3.16) <sup>b</sup>                         |                  |                                                          |                  |
|                                            | Cohort       | 2.78 (2.41–3.22) <sup>b</sup>                                                          |                  |                                                          |                  |
|                                            | Case control | 2.79 (2.00–3.89) <sup>b</sup>                                                          |                  |                                                          |                  |
| Kurihara and Wada (2004) <sup>b</sup>      | Overall      | 2.37 (1.98–2.04)                                                                       | 1.32 (1.23–1.41) | 0.96 (0.81–1.15)                                         |                  |
|                                            | Cohort       | 2.49 (2.08–2.99)                                                                       | 1.29 (1.20–1.40) |                                                          |                  |
|                                            | Case control | 1.89 (1.45–2.48)                                                                       | 1.42 (1.22–1.65) |                                                          |                  |
| Lacasse <i>et al.</i> (2005) <sup>b</sup>  | Overall      | Not available                                                                          |                  |                                                          |                  |
|                                            | Cohort       | 2.45 (1.63–3.66)                                                                       |                  |                                                          |                  |
|                                            | Case control | 1.70 (1.15–2.53)                                                                       |                  |                                                          |                  |
| Pelucchi <i>et al.</i> (2006) <sup>b</sup> | Overall      | 1.74 (1.37–2.22)                                                                       |                  |                                                          |                  |
|                                            | Cohort       | 1.69 (1.32–2.16)                                                                       | 1.25 (1.18–1.33) | 1.19 (0.87–1.57)                                         | 1.34 (1.25–1.45) |
|                                            | Case control | 3.27 (1.32–8.2)                                                                        | 1.41 (1.18–1.70) | 0.97 (0.68–1.38)                                         | 1.41 (1.18–1.67) |
| Erren <i>et al.</i> (2009) <sup>b</sup>    | Overall      | 2.1 (2.0–2.3) <sup>a</sup><br>2.1 (1.9–2.3) <sup>b</sup><br>2.1 (1.8–2.4) <sup>c</sup> |                  | 1.2 (1.1–1.3) <sup>a</sup><br>1.2 (1.0–1.3) <sup>b</sup> |                  |
|                                            | Cohort       | 2.1 (1.9–2.2) <sup>a</sup>                                                             |                  | 1.2 (1.1–1.3) <sup>a</sup>                               |                  |
|                                            | Case control | 2.1 (1.7–2.6) <sup>a</sup>                                                             |                  | 1.0 (0.7–1.3) <sup>a</sup>                               |                  |

<sup>a</sup> Fixed effects analysis

<sup>b</sup> Random effects analysis

<sup>c</sup> Fixed effects, adjusted for smoking

## Pathologies respiratoires non malignes autres que la silicose

- SC ↗ risque de **bronchite chronique**, **emphysème**, **altération des fonctions respiratoires** (réduction des débits expiratoires) et **tuberculose**  
⇒ *Développement possible de ces pathologies en l'absence de silicose*
- **Relation dose-réponse significative pour la mortalité**  
⇒ *Aucun seuil identifié*
- **Facteurs associés à ↗ risque de silicotuberculose** : durée d'exposition, dose de SC inhalée, co-infection par le VIH, tabagisme

## Cancers extra-pulmonaires

- Peu évalués
- **Aucune association avérée** avec une exposition à la silice cristalline, mais suggestion d'un lien avec les cancers digestifs

**Tableau 2 : Evaluation du lien de causalité entre l'exposition à la silice cristalline et quatre pathologies auto-immunes**

| <b>MAI / Critères de causalité</b>         | <b>Polyarthrite rhumatoïde</b>                                                                | <b>Sclérodémie systémique</b>                                                                                                                                          | <b>Lupus</b>                                                   | <b>Vascularites ANCA+</b>                                                                      |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Force de l'association</b>              | Risque > 2                                                                                    | Risque > 15                                                                                                                                                            | Risque > 2 voire 4 chez les plus exposés                       | Risque > 1,5                                                                                   |
| <b>Temporalité de l'association</b>        | Plus de 50 ans                                                                                | Plus de 50 ans                                                                                                                                                         | Plus de 25 ans                                                 | Données variables                                                                              |
| <b>Spécificité</b>                         | Oui                                                                                           | Oui                                                                                                                                                                    | Discutable                                                     | Pas de données                                                                                 |
| <b>Cohérence chronologique</b>             | Travaux de cohorte                                                                            | Travaux de cohorte                                                                                                                                                     | Travaux de cohorte                                             | Données variables                                                                              |
| <b>Relation dose-réponse</b>               | Oui                                                                                           | Oui                                                                                                                                                                    | Oui                                                            | Pas de données                                                                                 |
| <b>Cohérence externe</b>                   | Oui                                                                                           | Oui                                                                                                                                                                    | Oui                                                            | oui                                                                                            |
| <b>Analogie</b>                            | Tabac, autres poussières inorganiques                                                         | solvants                                                                                                                                                               | solvants                                                       | Pas de données franches                                                                        |
| <b>Plausibilité biologique</b>             | NLRP-3<br>Citruillisation<br>Action conjointe du tabac                                        | NLRP-3 et fibrose                                                                                                                                                      | NLRP-3 et antinucléaires<br>Netose<br>Apoptose/necroptose      | Silice et netose                                                                               |
| <b>Preuves expérimentales</b>              | NLRP-3 <sup>26</sup> et Citruillisation<br>Rapports silice et modèles murins plus spéculatifs | NLRP-3 et fibrose : validée dans certains modèles murins de fibrose inflammatoire.<br>Impact direct de la silice à préciser dans les modèles de sclérodémie systémique | Silice et AAN <sup>27</sup> dans les modèles murins lupidiques | Données sur netose et silice mais pas de mise en relation directe avec les vascularites à ANCA |
| <b>Conclusion sur le lien de causalité</b> | <b>Certain</b><br>+                                                                           | <b>Certain et Fort</b><br>++                                                                                                                                           | <b>Certain</b><br>+                                            | <b>Possible</b><br>+/-                                                                         |

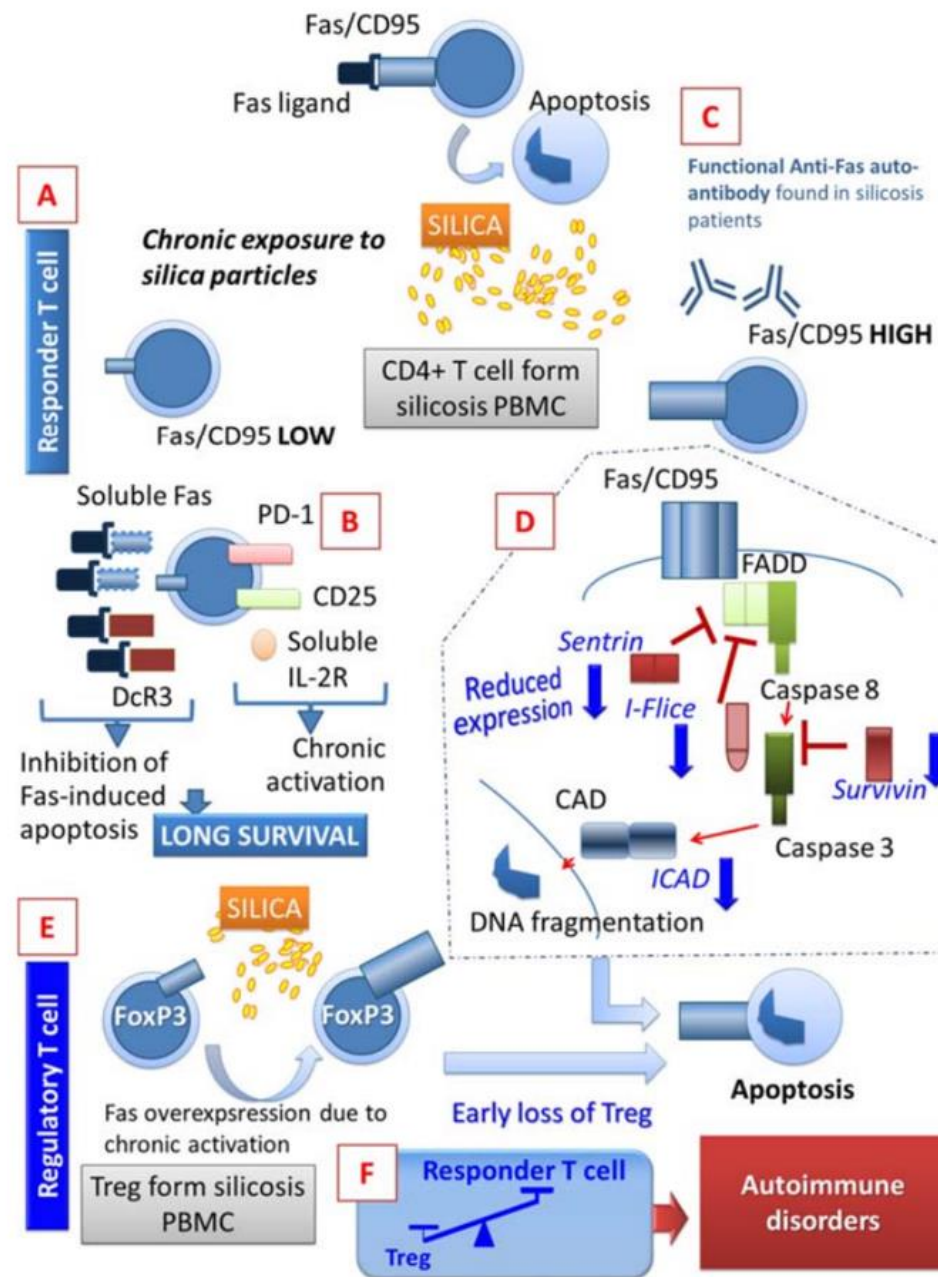


Figure 56 : Les grands mécanismes immunotoxiques de la silice cristalline (selon Otsuki et al. (2016))

## Pathologies rénales

- **Risque majoré de maladies rénales** chez travailleurs exposés à la SC

MAIS : estimation du risque de décès par insuffisance rénale (IR)

⇒ *causes sous-jacentes ou associées à l'IR (diabète, HTA, co-exposition à des métaux lourds)*

⇒ *difficulté d'étudier l'IR (caractère tardif et asymptomatique, absence de biopsie rénale)*

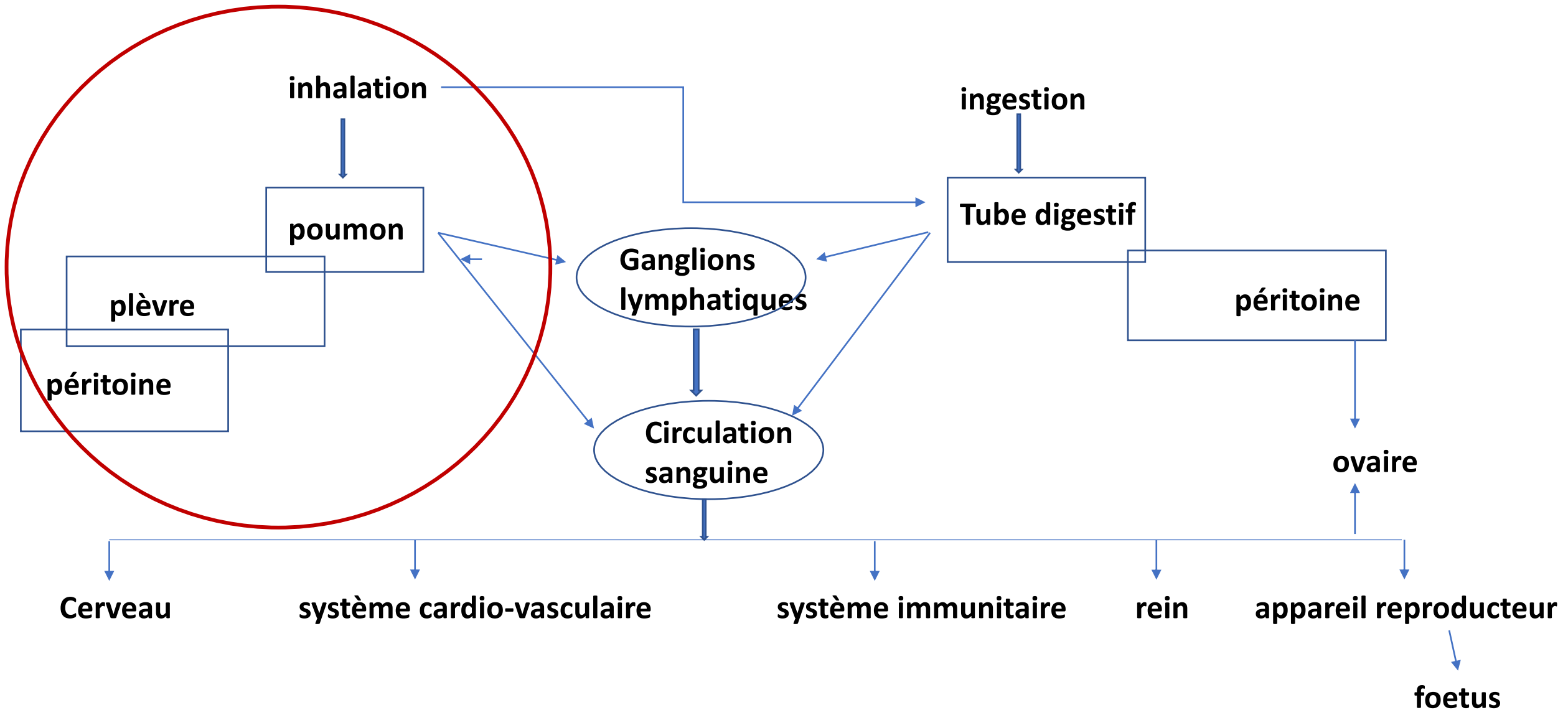
⇒ **Impossible d'affirmer que cette majoration du risque est due à la SC seule**

## Effets cardio-vasculaires

- Evocation de l'existence d'une relation avec la mortalité par pathologies cardiaques

⇒ **Impossible de conclure spécifiquement sur le rôle des particules de silice cristalline**

# Particules fines et ultrafines : quel impact sur la santé ?



# Silice cristalline : Rappel

- 4/ Prévention primaire
  - Supprimer le danger
  - Maitriser les expositions

Robot de démolition

Electrique et télécommandé  
Outil interchangeable  
Cisaille, BRH, godet...



Découpeuse thermique à l'eau

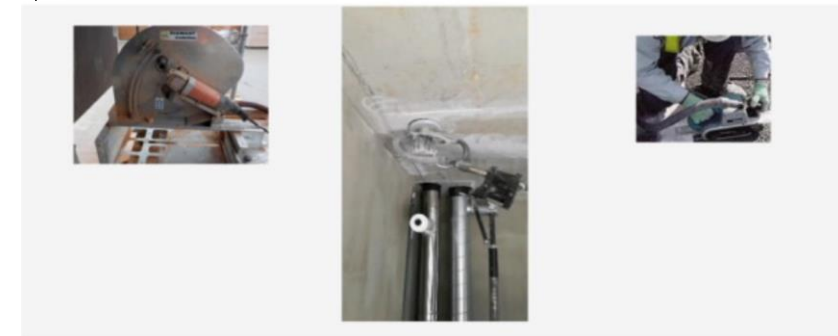


Brumisation



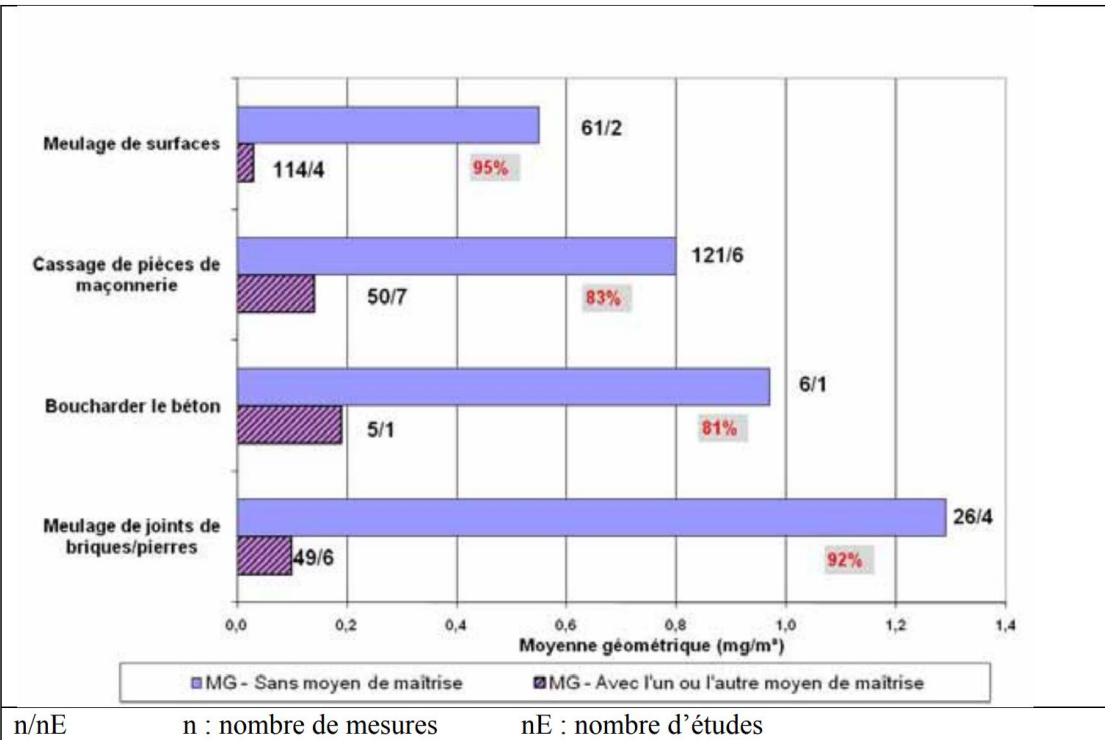
Subvention Prevention TPE

Outils avec aspiration



# Prévention primaire ....

Figure 5 – Impact de l'utilisation d'un moyen de maîtrise sur l'exposition durant une tâche



Building Information Modeling  
(Bâti Immobilier Modélisé)  
BIM

# Panorama de VLEP

| Pays/<br>Organisation     | Substances                         | Nom/durée                      | Valeur<br>(fraction<br>alvéolaire)<br>mg.m <sup>-3</sup>                                 | Effets considérés<br>pour<br>l'établissement de<br>la valeur                                    |
|---------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| France (2021)             | Quartz (Q)                         | VLEP-8h<br>(8h/j, 40h/sem)     | 0,1                                                                                      | Non précisé                                                                                     |
|                           | Cristobalite (C)                   |                                | 0,05                                                                                     |                                                                                                 |
|                           | Tridymite (T)                      |                                | 0,05                                                                                     |                                                                                                 |
|                           | IE                                 |                                | $\frac{C_Q}{V_Q} + \frac{C_C}{V_C} + \frac{C_T}{V_T} + \frac{C_{PANS}}{V_{PANS}} \leq 1$ |                                                                                                 |
| UE (2017)                 | Silice<br>cristalline<br>(Q, C, T) | VLEP-8h                        | 0,1                                                                                      | Silicose et cancer<br>pulmonaire                                                                |
| OSHA-USA<br>(2016)        | Silice<br>cristalline<br>(Q, C, T) | PEL-TWA<br>(8h/j, 40h/sem)     | 0,05<br><b>Seuil d'alerte :<br/>0,025</b>                                                | Cancer pulmonaire,<br>silicose, effets<br>respiratoires non<br>cancérogènes et<br>effets rénaux |
| NIOSH-USA<br>(1974, 2002) | Silice<br>cristalline<br>(Q, C, T) | REL-TWA<br>(10h/j,<br>40h/sem) | 0,05                                                                                     | Silicose et cancer<br>pulmonaire + Autres<br>effets nocifs<br>potentiels                        |
| SCOEL - EU<br>(2003)      | Silice<br>cristalline (Q)          | OEL                            | < 0,05                                                                                   | Silicose et cancer<br>pulmonaire                                                                |
| ACGIH-USA<br>(2010)       | Silice<br>cristalline<br>(α-Q, C)  | TLV-TWA<br>(8h/j, 40h/sem)     | 0,025                                                                                    | Silicose et cancer<br>pulmonaire                                                                |

**Valeurs  
réglementaires**

**Valeurs  
recommandées**



anses

anses



# Silice cristalline : Rappel

- 5/ Prévention secondaire
  - Dépistage

# Silice cristalline et surveillance médicale

- **Recommandation de bonne pratique 2021 (Promotion: DGT)**

**« Surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à la silice cristalline » (4 Sociétés)**



# 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>Siicose aiguë</b>      | -<br>(très rare)                                | +                         | -<br>(souvent fatale)                 | +                                | -<br>imagerie thoracique | NA                  | +                     | NA              | NA                 | NA             | Non              |
| <b>Silicose accélérée</b> | -<br>(rare)                                     | +                         | -<br>(souvent fatale)                 | +                                | ?<br>imagerie thoracique | NA                  | +                     | NA              | NA                 | NA             | Non              |
| <b>Silicose chronique</b> | +                                               | +                         | +                                     | +                                | RT +<br>TDM ++<br>(Se++) | RT : ++<br>TDM : +  | +                     | +               | RT -<br>TDM ?      | +              | Oui              |
| <b>PID fibrosante</b>     | ?<br>(prévalence variable : co-expo fréquentes) | ?                         | ?                                     | +                                | ?<br>imagerie thoracique | NA                  | +                     | 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> | +                       | +                         | +<br>(l'arrêt de l'exposition diminue le handicap)                 | +                                | +<br>courbe débit-volume | +                                     | +<br>(E+)             | +               | -                                              | +              | Oui              |
| <b>CBP - Sans silicose</b>                                  | ?                       | +                         | +                                                                  | +<br>(TDM thorax)                | ?                        | +<br>(selon fréquence de réalisation) | ?                     | +               | +<br>(incidentalome, procédures diagnostiques) | +              | 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)          | +                       | +                         | +<br>(préventif de TM)                                         | +<br>test IGRA                   | +<br>Test IGRA ou IDR      | +                   | +                                        | +               | -                  | - IGRA<br>+ IDR | Oui              |
| TM si silicose                                                          | +                       | +                         | +<br>(curatif)                                                 | +<br>imagerie thoracique         | +<br>IGRA ou IDR           | +                   | +<br>Dépistage ITL chez les silicotiques | +               | -                  | +               | Oui              |
| Insuffisance Rénale Chronique                                           | ?                       | +<br>(clinique tardive)   | +/-<br>(ralentissement aggravation en supprimant l'exposition) | +<br>Créatininémie CKD-EPI       | +<br>Créatininémie CKD-EPI | +                   | +<br>(E+)                                | +               | -                  | +               | Oui              |
| Sclérodermie ,<br>lupus, polyarthrite rhumatoïde,<br>vascularite à ANCA | ?/-                     | ?                         | ?                                                              | -                                | -                          | NA                  | NA                                       | NA              | NA                 | NA              | Non              |

# 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 TDM           | +                   | +                     | +               | RXT - TDM ?        | +               |
| Maladies chroniques obstructives des voies aériennes | +                       | +                         | +                                     | +                                | + courbe débit volume   | +                   | +                     | +               | -                  | +               |
| ITL populations à forte prévalence de TM             | +                       | +                         | préventif de TM                       | +                                | +<br>test IGRA, IDR     | +                   | +                     | +               | -                  | - IGRA<br>+ IDR |
| TM si silicose                                       | +                       | +                         | +                                     | +                                | +<br>Dépistage de l'ITL | +                   | +                     | +               | -                  | +               |
| Insuffisance Rénale Chronique                        | ?                       | +                         | +/-                                   | Créatininémie                    | +<br>Créatininémie      | +                   | +                     | +               | -                  | +               |

# Programme de surveillance médicale silice : recommandations SFMT/SPLF/SFR/SFMI (HAS)

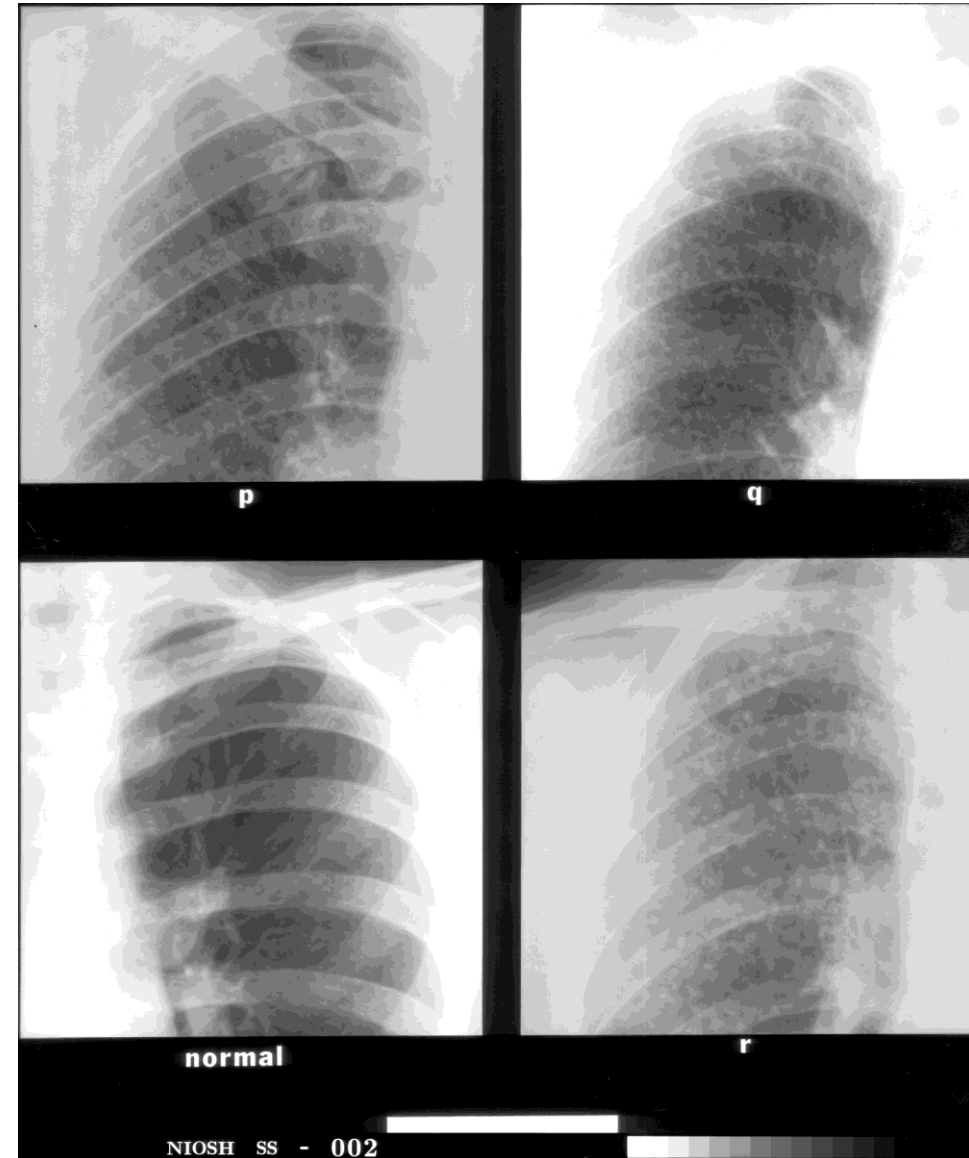
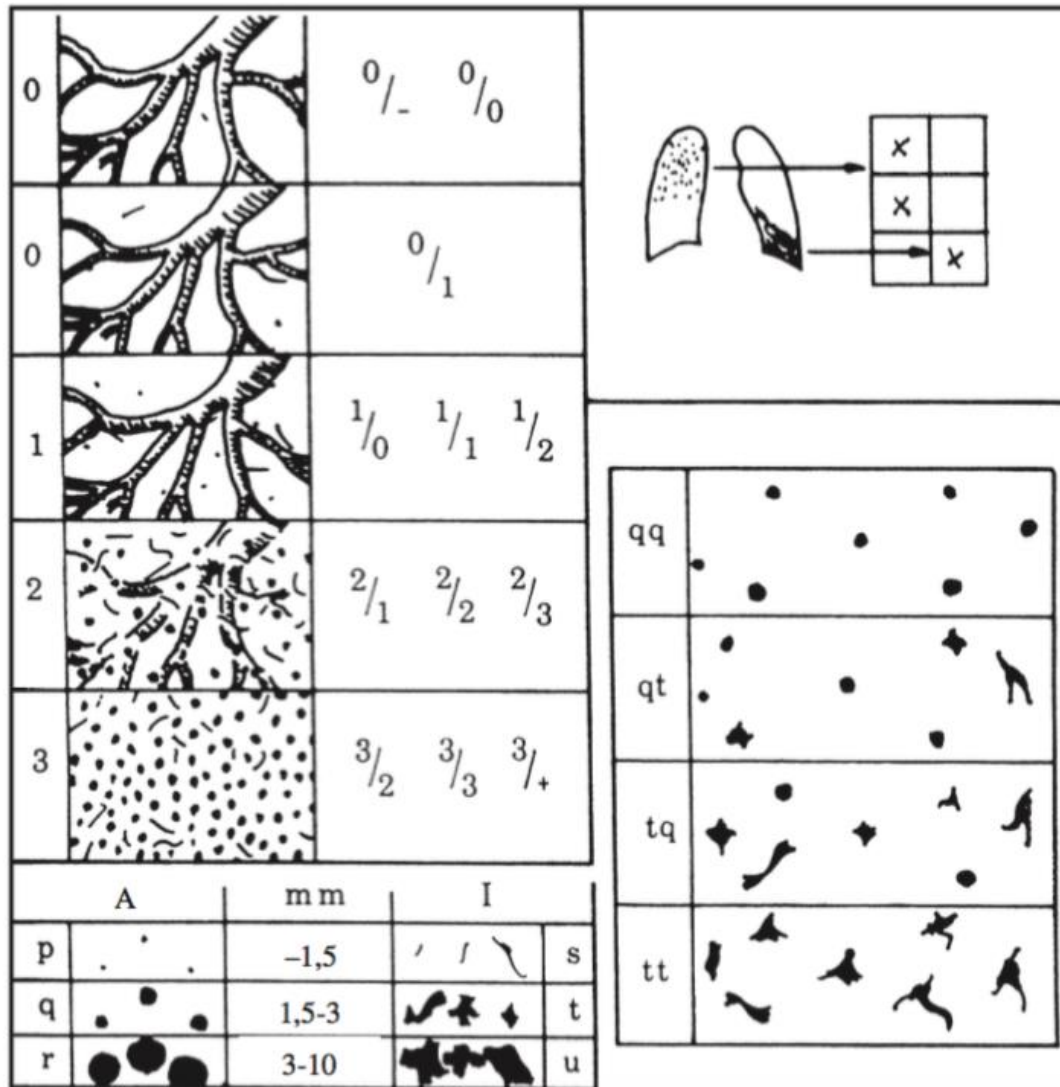
- Bilan initial
  - *Premier emploi*
  - *A déjà travaillé*
- Suivi catégorie **exposition cumulée *intermédiaire* :  $< 1 \text{ mg/m}^3\text{.années}$**
- Suivi catégorie **exposition cumulée *forte* :  $\geq 1 \text{ mg/m}^3\text{.années}$**



Tableau 1 : Contenu et modalités des différents suivis proposés dans les recommandations du suivi médico-professionnel des travailleurs exposés ou ayant été exposés à la silice cristalline.

|                            | Bilan de référence (au début de l'exposition) | Suivi en cas d'exposition cumulée <b>INTERMEDIAIRE</b> (<1 mg/m <sup>3</sup> xannée) pendant la période d'exposition | Suivi en cas d'exposition cumulée justifiée comme <b>FORTE</b> (≥1 mg/m <sup>3</sup> xannée) pendant la période d'exposition | Visite de « départ » ou de « fin de carrière » | SPE et SPP                                                      |
|----------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Entretien individuel       | Oui                                           | Tous les 2 ans                                                                                                       | Tous les 2 ans                                                                                                               | Oui                                            | Tous les 5 ans                                                  |
| Radiographie thoracique    | Oui                                           | 20 ans après le début de l'exposition puis renouvelée tous les 4 ans                                                 | 10 ans après le début de l'exposition puis renouvelée tous les 2 ans                                                         | Non                                            | Tous les 5 ans                                                  |
| Courbe débit-volume        | Oui                                           | Tous les 4 ans                                                                                                       | Tous les 2 ans                                                                                                               | Non                                            | Selon les résultats des examens de la visite de fin de carrière |
| Dosage de la créatininémie | Oui                                           | 20 ans après le début de l'exposition puis renouvelé tous les 4 ans                                                  | 20 ans après le début de l'exposition puis renouvelé tous les 4 ans                                                          | Non                                            | Tous les 5 ans                                                  |
| Test IGRA/IDR Tuberculine  | Pour les populations à risque**               | si le diagnostic de silicose est confirmé*                                                                           | si le diagnostic de silicose est confirmé*                                                                                   | Non                                            | si le diagnostic de silicose est confirmé*                      |

# BIT Petites opacités



# Silice cristalline : Rappel

- 6/ Réparation
  - Tableau 25 RG
  - Tableau 22 RA

**Tableau 1 : Maladies professionnelles associées à la silice cristalline**

| Pathologie                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Tableau 25<br>RG | Tableau 22<br>RA |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| Silicose aiguë                                                                                                                                                     | Pneumoconiose caractérisée par des lésions alvéolo-interstitielles bilatérales mises en évidence par des examens radiographiques ou tomodensitométriques ou par des constatations anatomopathologiques (lipoprotéinose) lorsqu'elles existent : ces signes ou ces constatations s'accompagnent ou non de troubles fonctionnels respiratoires d'évolution rapide.                                                                                                                                                                                                                                              | X                | X                |
| Silicose chronique                                                                                                                                                 | Pneumoconiose caractérisée par des lésions interstitielles micronodulaires ou nodulaires bilatérales révélées par des examens radiographiques tomodensitométriques ou par des constatations anatomopathologiques lorsqu'elles existent ; ces signes ou ces constatations s'accompagnent ou non de troubles fonctionnels respiratoires<br><b>Complication</b> : Manifestations pathologiques associées à des signes radiologiques ou des lésions de nature silicotique :<br>- <b>cancer bronchopulmonaire primitif</b> ;<br>- lésions pleuro-pneumoconiotiques à type rhumatoïde (syndrome de Caplan-Colinet). | X                | X                |
| Sclérodémie systémique progressive                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | X                | X                |
| Lupus érythémateux disséminé (aujourd'hui désigné comme « lupus érythémateux systémique » (LES) ou plutôt « lupus systémique » par les spécialistes de la maladie) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  | X                |
| Affections dues à l'inhalation de poussières minérales renfermant des silicates cristallins (kaolin, talc) ou du graphite : Kaolinose – Talcose – Graphitose       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | X                | X                |
| Affections dues à l'inhalation de poussières de houille :<br>Pneumoconiose                                                                                         | Lésions interstitielles bilatérales révélées par des examens radiographiques ou tomodensitométriques ou par des constatations anatomo-pathologiques lorsqu'elles existent, que ces signes radiologiques ou ces constatations s'accompagnent ou non de troubles fonctionnels respiratoires                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | X                | X                |
| Fibrose interstitielle pulmonaire diffuse non régressive, d'apparence primitive. (Mineurs houille)                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | X                |                  |

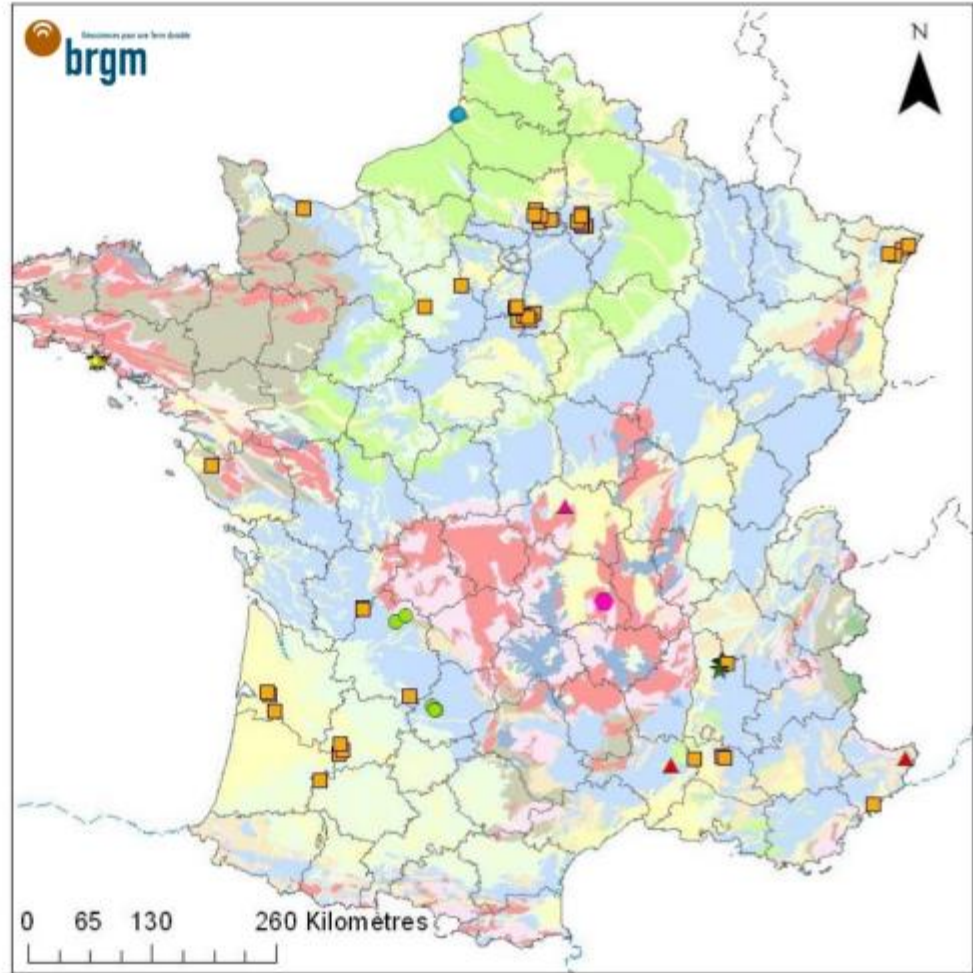
# Silice cristalline et agriculture

- Quelles spécificités en milieu agricole ?

# SiO<sub>2</sub>c en milieu agricole : sources de données

- Exposition potentielle
  - Géologie et minéralogie (BRGM) **OUI +++**
- Exposition documentée
  - Données publiées (INRS, publications scientifiques) **peu de données disponibles**
- Biocontamination
  - Silice dans les poumons (LEPI)
  - Nodules fibro-hyalins (poumon, ganglions) **études en cours**
- Pathologies associées
  - Spécifique : Silicose **moins de 3 cas /an**
  - Non spécifiques : cancer BP, BPCO, collagénose/vascularites, Insuffisance rénale chronique

- 68 exploitations en 2016
- Total de 18,6 Mt autorisées en 2016 de matériaux siliceux



**Substances exploitées**

- Filon de quartz
- Galets de quartz fluvial
- Galets de silex de mer
- ▲ Grès, quartzite
- ▲ Quartzite
- ★ Sable et argile kaolinique
- Sable siliceux
- ☆ Sous-produit du kaolin

**Lithologie**

- Argiles
- Calcaires, marnes et gypse
- Craie
- Grès
- Sables
- Basaltes et rhyolites
- Granites
- Ophiolites
- Gneiss
- Micaschistes
- Schistes et grès

**Limites administratives**

- DEPARTEMENT
- frontière
- frontière ext
- trait de côte
- trait de côte ext

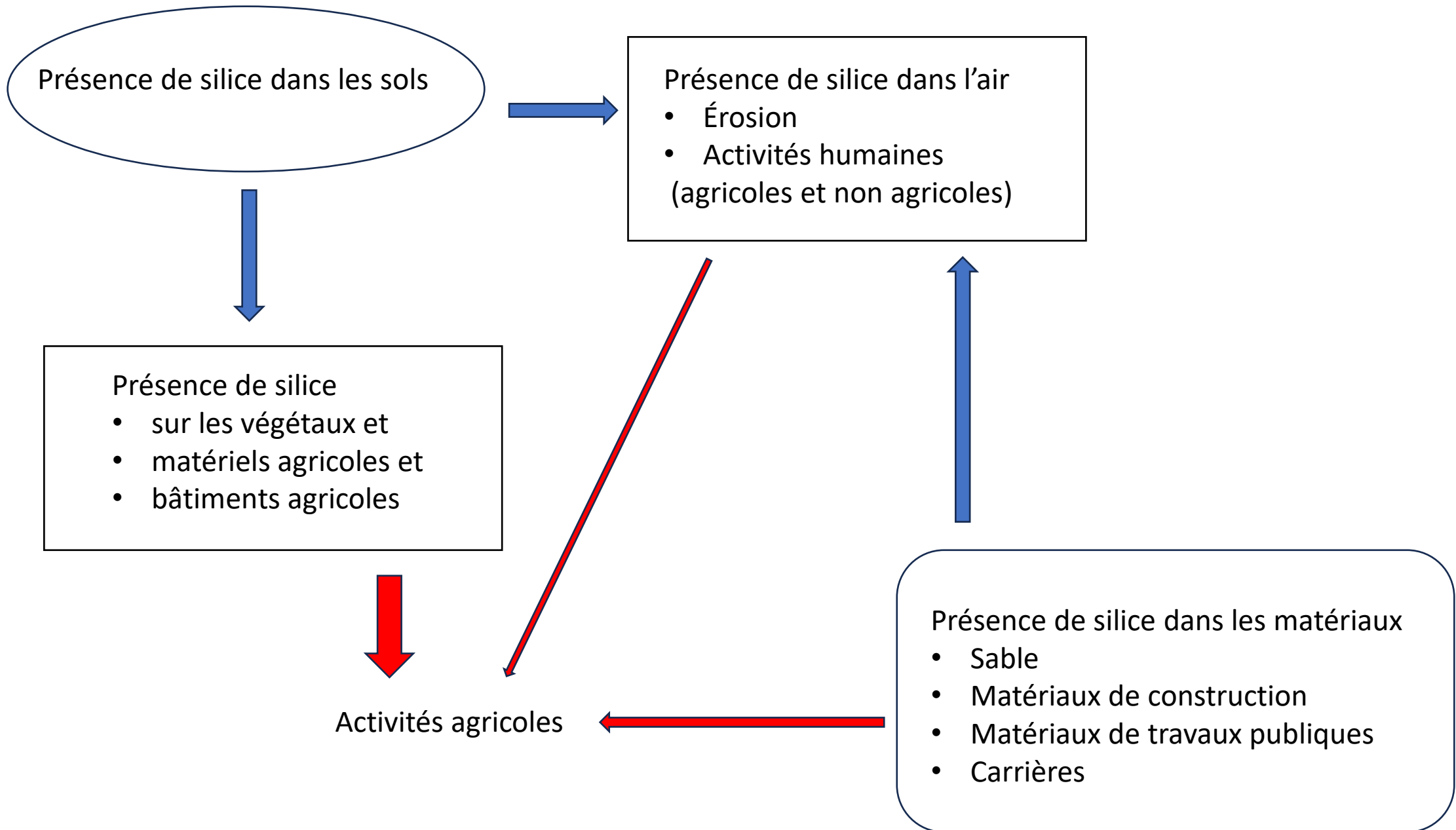
Système de coordonnées : RGF Lambert 93  
 Source : BRGM 2013 (Base de données des matériaux et des carrières, carte géologique simplifiée du BRGM, BD cartho)



Scalare Sable de Rivière Blanc 4 kg

**Tableau 8 : Secteurs utilisateurs de minéraux industriels (d'après l'audition d'EUROSIL et IMA, 2016)**

| Secteur utilisateur                        | Type d'utilisation                                |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Verre                                      | Matière première – transformée                    |
| Céramique/réfractaires /tuiles et briques) | Matière première – transformée                    |
| Ciment                                     | Matière première – partiellement transformée      |
| Applications dentaires                     | Matière de charge – incorporée dans la matrice    |
| Papier                                     | Matière de charge – incorporée dans la matrice    |
| Plastiques                                 | Matière de charge – incorporée dans la matrice    |
| Peintures, vernis, adhésifs                | Matière de charge – incorporée dans la matrice    |
| Caoutchouc                                 | Matière de charge – incorporée dans la matrice    |
| Litière pour chat                          | Matière première – pas de transformation          |
| Ingénierie civile                          | Auxiliaire technologique                          |
| Alimentaire (humaine et animale)           | Ingrédients, additifs, auxiliaires technologiques |
| Fluide de forage                           | Auxiliaire technologique                          |
| Fonderie                                   | Auxiliaire technologique                          |
| Cosmétiques/pharmacie                      | Excipient ou substances actives – incorporée      |
| Agriculture                                | Epandage                                          |



# Activités agricoles

## *Activités directement liées aux cultures*

Préparation des sols  
Récoltes de végétaux  
Traitements ultérieurs  
(stockage, transport,  
transformation,  
filtration)

## *Activités indirectement liées aux cultures*

Entretien et  
réparation du  
matériel agricole  
  
Entretien des  
bâtiments agricoles

## *Activités connexes en milieu agricole*

Activités BTP  
Sablage (cuves, ...)  
...

# Silice cristalline et agriculture

- métrologie

USA

**Tableau 65 : Concentrations en poussières alvéolaires et silice cristalline – Archer *et al.* (2002)**

| Tâche réalisée                                         | Nombre de mesures | Poussières alvéolaires<br>mg.m <sup>-3</sup> | Silice cristalline<br>mg.m <sup>-3</sup> |
|--------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|
| Conducteurs de tracteurs<br>disposant d'une cabine     | 10                | 0,23 ± 0,36                                  | 0,09 ± 0,12                              |
| Conducteurs de tracteurs ne<br>disposant pas de cabine | 13                | 3,09 ± 4,31                                  | 1,55 ± 2,36                              |
| « Travailleurs à pied »                                | 14                | 0,42 ± 0,85                                  | 0,12 ± 0,20                              |

Afrique du Sud

Cultures maïs, blé, tournesol, pastèques, citrouilles, ...

**Tableau 66 : Concentrations en silice cristalline et poussières alvéolaires mesurées en fonction de la nature du sol (Swanepoel et al. (2011))**

| Type de sol    | N   | Silice cristalline (mg.m <sup>-3</sup> ) |       |        | N   | Poussières alvéolaires (mg.m <sup>-3</sup> ) |      |     |
|----------------|-----|------------------------------------------|-------|--------|-----|----------------------------------------------|------|-----|
|                |     | min                                      | max   | MG     |     | min                                          | max  | MG  |
| Sablonneux     | 138 | < LD                                     | 0,626 | 0,0317 | 138 | 0,02                                         | 6,49 | 0,3 |
| Sablo-limoneux | 77  | < LD                                     | 0,413 | 0,0316 | 77  | 0,03                                         | 3,39 | 0,2 |
| Argileux       | 83  | < LD                                     | 0,098 | 0,0311 | 83  | 0,06                                         | 3,97 | 0,5 |

31% > 0,05 µg/m<sup>3</sup> NIOSH

57% > 0,25 µg/m<sup>3</sup> ACGIH

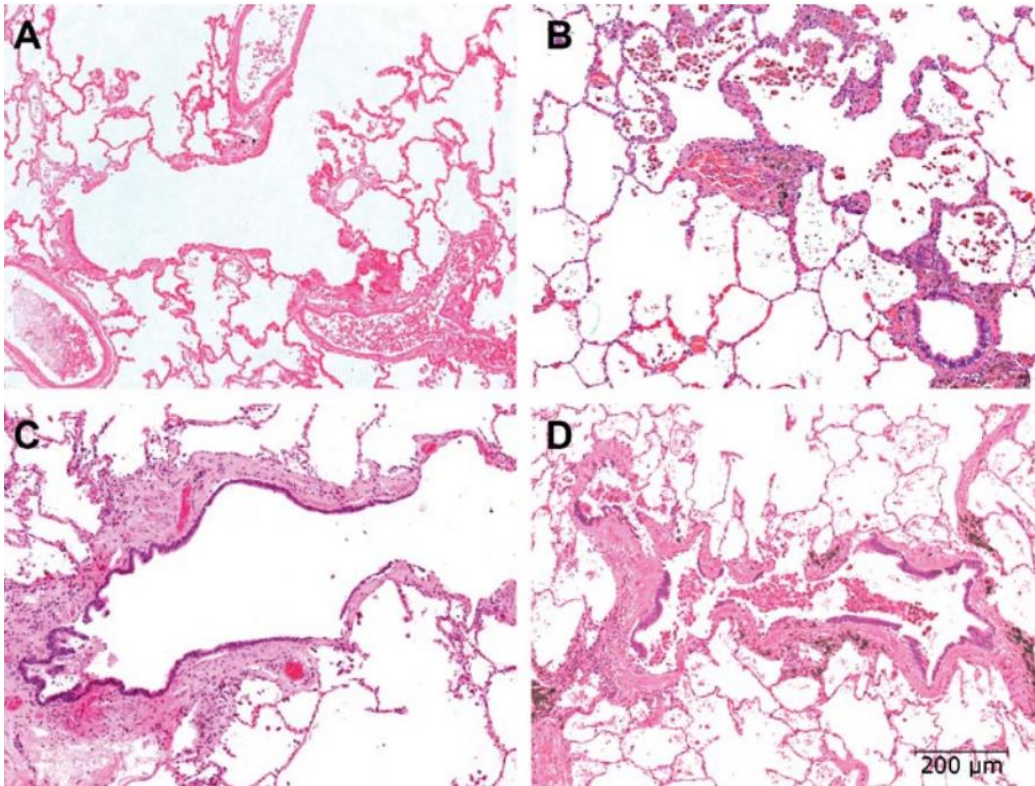
# Pneumoconiosis from Agricultural Dust Exposure among Young California Farmworkers

Marc B. Schenker,<sup>1</sup> Kent E. Pinkerton,<sup>2</sup> Diane Mitchell,<sup>1</sup> Val Vallyathan,<sup>3</sup> Brenda Elvine-Kreis,<sup>1</sup> and Francis H.Y. Green<sup>4</sup>

. Environ Health Perspect 117:988–994 (2009).

**Table 1.** Demographic characteristics of population.

| Characteristic            | Agricultural worker | Nonagricultural worker | Overall      |
|---------------------------|---------------------|------------------------|--------------|
| Total no. of subjects (%) | 53 (51.5)           | 50 (48.5)              | 103/112      |
| Ever smoked <sup>b</sup>  | 32 (60.4)           | 26 (52.0)              | 58 (56.3)    |
| Age (years)               | 35 ± 14.2           | 30 ± 10.5              | 32.5 ± 12.8  |
| Years education           | 5.6 ± 3.2           | 10.1 ± 2.8             | 8.1 ± 3.7    |
| Years in Fresno County    | 11.9 ± 11.0         | 17.2 ± 12.0            | 14.95 ± 11.9 |



- A : non fumeur, non agriculteur
- B : fumeur, non agriculteur
- C : non fumeur, agriculteur
- D : fumeur, agriculteur

# Pneumoconiosis from Agricultural Dust Exposure among Young California Farmworkers

Marc B. Schenker,<sup>1</sup> Kent E. Pinkerton,<sup>2</sup> Diane Mitchell,<sup>1</sup> Val Vallyathan,<sup>3</sup> Brenda Elvine-Kreis,<sup>1</sup> and Francis H.Y. Green<sup>4</sup>

. Environ Health Perspect 117:988–994 (2009).

**Table 3.** Global diagnoses based on lung pathology in 112 residents of Fresno County, California, USA.

| Specific feature                        | Prevalence (%) |             |                 | p-Value |
|-----------------------------------------|----------------|-------------|-----------------|---------|
|                                         | All cases      | Farmworkers | Non-farmworkers |         |
| Mineral dust small airways disease      | 32 (28.6)      | 22 (41.5)   | 9 (18.0)        | 0.009   |
| Smoking-related small airways disease   | 61 (54.5)      | 32 (60.4)   | 26 (52)         | 0.392   |
| Pneumoconiosis (macules and/or nodules) | 23 (20.9)      | 17 (32.1)   | 4 (8.3)         | 0.003   |
| Interstitial fibrosis                   | 21 (19.1)      | 13 (24.5)   | 7 (14.6)        | 0.210   |
| Lymph node fibrosis                     | 54 (48.7)      | 30 (56.6)   | 19 (38.8)       | 0.072   |
| Chronic bronchitis <sup>a</sup>         | 63 (56.3)      | 36 (67.9)   | 24 (48.0)       | 0.040   |
| Asthma-like airway disease <sup>b</sup> | 30 (26.8)      | 12 (22.6)   | 14 (28.0)       | 0.530   |
| Emphysema                               | 26 (23.6)      | 17 (32.1)   | 8 (16.7)        | 0.073   |

<sup>a</sup>Defined on histologic criteria as pathologic changes consistent with chronic bronchitis. <sup>b</sup>Defined on histologic criteria, including the presence of all of the following: smooth muscle hyperplasia/hypertrophy, goblet cell metaplasia, mucous gland enlargement, thickening of basement membrane, and chronic inflammation with lymphocytes and occasional eosinophils.

## Amélioration des connaissances – objectif prévention

### ☐ Métrologie - Exposition:

- Compléter étude prévalence exposition dans les principaux secteurs concernés.
- **Documenter les expo** dans les **secteurs peu investigués**, tels que agriculture, secteurs réalisation travaux phases courtes exposantes sur matériaux tels que ~~béton, granite, pierres artificielles~~
- **Mettre au point des méthodes normalisées** pour env. pro et général pour **prélever** les particules en fonction de leur taille **et analyser SC** dans les **différentes classes granulométriques** (notamment PUF)
- Mieux caractériser les procédés émissifs : élaborer des **matrices activité/émission**
- **Documenter les concentrations environnementales en SC** : station de fond proximité de sites susceptibles de générer des aérosols contenant SC => évaluation de l'intérêt d'inclure la SC dans le cadre de la surveillance de la QAE.



# EXPOSITION À LA SILICE DANS LES TEILLAGES DE LIN

## Lien entre travail réel et mesures d'exposition

Auteurs : Déborah Larnicol, Pascale Hellec-Magny, Denis Leportier et Jean Jarriges,<sup>(1)</sup>  
Théophile Modena,<sup>(2)</sup> Juliette Pompili, Jérémie Le Goff, Yannick Lecluse et Pierre Lebailly.<sup>(2,3)</sup>

(1) Service de Santé Sécurité au Travail MSA Côtes Normandes

(2) ANTICIPE U-1086 INSERM, Centre François Baclesse. (3) Univ. Caen Normandie

### CONTEXTE

LA SILICE CRISTALLINE est une matière reconnue **CANCÉROGÈNE** depuis 1997 par le CIRC (Centre international de recherche sur le cancer), 2017 en Europe et 2021 en France. Dans le milieu professionnel, l'exposition à cette matière peut se révéler lors d'émissions de certaines poussières dans divers secteurs d'activités.

Dans le secteur agricole, la silice est présente dans l'activité du lin (aux champs et dans les teillages) du fait du contact de la terre avec la fibre de lin.

### OBJECTIFS

► Le service Santé Sécurité Travail (SST) de la MSA Côtes Normandes a souhaité procéder à des mesures d'exposition à la silice afin d'agir dans le cadre de la prévention des risques professionnels.

→ 4 teillages concernés en MSA Côtes Normandes, soit entre 150 et 200 salariés exposés.

► Ces mesures ont été réalisées en collaboration avec l'équipe Anticipe de l'INSERM (l'UMR 1086 Anticipe).

### MÉTHODOLOGIE

► Constitution de 6 Groupes d'Exposition Homogène (GEH)  
• GEH 1 : déroulage et engrenage • GEH 4 : maintenance  
• GEH 2 : filasse • GEH 5 : nettoyage  
• GEH 3 : chef d'équipe • GEH 6 : grenier

► Utilisation CIP-10 → exposition respiratoire aux poussières alvéolaires (poussières alvéolaires silicogènes et non silicogènes)

► Utilisation d'un DustTrack  
→ exposition en temps réel aux particules fines (poussières en suspension inf. 2.5 µm)

► Utilisation Gillian  
→ exposition respiratoire endotoxines

► Observation de l'activité de travail pendant toute la durée des mesures.

### RÉSULTATS

6 3 campagnes de mesures en octobre 2021, mars et juillet 2022.

6 GEH étudiés → 12 salariés observés.

25 dosages de silice et poussières alvéolaires non silicogènes  
18 analyses de poussières en temps réel  
10 dosages de mycotoxines/endotoxines.

Niveaux d'exposition variables selon les postes/activités occupés.  
**Gradient d'exposition** : Nettoyage (GEH 5) – Grenier (GEH 6)  
> Déroulage et Engrenage (GEH 1) > Chef d'équipe (GEH 3)  
> Maintenance (GEH 4) > Filasse (GEH 2)

DustTrack et observation du travail  
• 37 déterminants recensés (plage horaire, ancienneté sur le poste...)  
• Analyse des pics d'exposition par rapport aux tâches réalisées  
→ confirmation que certaines tâches sont plus exposantes.



### PORTÉE DE L'ÉTUDE

L'étude a permis de confirmer une exposition à la silice cristalline sur l'ensemble des observations.

Il y a une variabilité des niveaux d'exposition respiratoires silice et autres poussières alvéolaires selon les postes/activités occupés.

L'un des atouts majeurs de cette étude a été la prise en compte du travail réel et son observation dans l'analyse des résultats.

Cet axe de recherche a permis de pointer des facteurs d'exposition et des tâches plus exposantes que d'autres. Les résultats obtenus ont engendré des pistes de réflexion sur l'exposition à la silice pour les salariés et ont permis d'accroître la maîtrise du risque.

L'étude a eu une influence sur la prévention à différents niveaux : sensibilisation aux salariés, information auprès des acteurs de santé au travail, communication aux acteurs de la filière.



Niveaux d'exposition variables selon les postes/activités occupés.

**Gradient d'exposition** : Nettoyage (GEH 5) – Grenier (GEH 6)

> Déroulage et Engrenage (GEH 1) > Chef d'équipe (GEH 3)

> Maintenance (GEH 4) > Filasse (GEH 2)

## La silice cristalline a été détectée dans 99% des mesures

- 0,022 à 13,42 mg/m<sup>3</sup> (médiane 0,19 mg/m<sup>3</sup>)
- 66% des mesures dépassaient la VLEP de 0,1 mg/m<sup>3</sup>

# Silice cristalline et agriculture

- Réparation MP

**Tableau 1 : Maladies professionnelles associées à la silice cristalline**

| Pathologie                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Tableau 25<br>RG | Tableau 22<br>RA |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| Silicose aiguë                                                                                                                                                     | Pneumoconiose caractérisée par des lésions alvéolo-interstitielles bilatérales mises en évidence par des examens radiographiques ou tomодensitométriques ou par des constatations anatomopathologiques (lipoprotéinose) lorsqu'elles existent : ces signes ou ces constatations s'accompagnent ou non de troubles fonctionnels respiratoires d'évolution rapide.                                                                                                                                                                                                                                              | X                | X                |
| Silicose chronique                                                                                                                                                 | Pneumoconiose caractérisée par des lésions interstitielles micronodulaires ou nodulaires bilatérales révélées par des examens radiographiques tomодensitométriques ou par des constatations anatomopathologiques lorsqu'elles existent ; ces signes ou ces constatations s'accompagnent ou non de troubles fonctionnels respiratoires<br><b>Complication</b> : Manifestations pathologiques associées à des signes radiologiques ou des lésions de nature silicotique :<br>- <b>cancer bronchopulmonaire primitif</b> ;<br>- lésions pleuro-pneumoconiotiques à type rhumatoïde (syndrome de Caplan-Colinet). | X                | X                |
| Sclérodermie systémique progressive                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | X                | X                |
| Lupus érythémateux disséminé (aujourd'hui désigné comme « lupus érythémateux systémique » (LES) ou plutôt « lupus systémique » par les spécialistes de la maladie) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  | X                |
| Affections dues à l'inhalation de poussières minérales renfermant des silicates cristallins (kaolin, talc) ou du graphite : Kaolinose – Talcose – Graphitose       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | X                | X                |
| Affections dues à l'inhalation de poussières de houille : Pneumoconiose                                                                                            | Lésions interstitielles bilatérales révélées par des examens radiographiques ou tomодensitométriques ou par des constatations anatomo-pathologiques lorsqu'elles existent, que ces signes radiologiques ou ces constatations s'accompagnent ou non de troubles fonctionnels respiratoires                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | X                | X                |
| Fibrose interstitielle pulmonaire diffuse non régressive, d'apparence primitive.                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | X                |                  |

# Silice cristalline et agriculture : conclusions

- **L'exposition potentielle** est une réalité en milieu agricole
- Les **données d'exposition** sont très insuffisantes (réglementation CMR +++) en milieu agricole
- **L'impact sanitaire** est mal connu dans le monde agricole (cohortes agriculteurs et autres expositions : pesticides, particules organiques, endotoxines, ...)
- Il y a nécessité à prendre en compte en milieu agricole les **mesures de prévention primaire et secondaire** proposées dans le régime général
- Il y a nécessité à mieux analyser la **part attribuable** à la silice des maladies respiratoires et autres affections (collagénoses, ...) non spécifiques observées en milieu agricole

# Questions à débattre

- **Traçabilité des expositions (silice cristalline = agent cancérogène)**
  - Reconstitution rétrospective des calendriers professionnels
  - Évaluation rétrospectives des expositions
- Déterminer le **seuil** à partir duquel on considère qu'un travailleur doit bénéficier d'un **suivi médical spécifique « silice »** (recommandations HAS)
  - À l'embauche
  - Lors du suivi
- **Réparation : Imputabilité** des maladies non spécifique
  - Notion « d'exposition habituelle au risque » et présomption d'origine (alinéa 5)
  - Lien direct (alinéa 6)
  - Lien essentiel (alinéa 7)
- Intégrer la notion de multi-expositions en milieu agricole pouvant **expliquer les profils des pathologies professionnelles** impliquant d'autres recommandations de suivi médico-professionnel
  - antigènes organiques, endotoxines, silicates telluriques, pesticides, ...
  - mais aussi : amiante, fumées de soudure, fumées diesel, ....