



Silice-SSTPC-2022

RISQUES LIÉS À L'EXPOSITION À LA SILICE

14/04/2022



64379-2-00

Pathologies dues à l'inhalation de poussières de silice^{1,2}

M. De Zanter, B. Loddé, J.-D. Desvire

La silice ou dioxyde de silicium (SiO₂) existe de manière abondante et sous deux formes principales dans la croûte terrestre : cristalline et amorphe. La forme cristalline est la plus toxique et commune en termes d'exposition, ainsi, de nombreux professionnels peuvent être en contact avec la silice, dans plus fréquemment comme la construction ou l'entretien de matériels et outils, mais plus rarement comme la réparation automobile ou encore la restauration de monuments, etc. Les expositions à la silice peuvent entraîner une atteinte du parenchyme pulmonaire : la silicose. La physiopathologie des atteintes de la silice passe par plusieurs voies entrainant différentes lésions sur des organes cibles. L'accumulation de ces particules dans les voies respiratoires peut aussi entraîner de nombreuses complications telles que des obstructions du système respiratoire et des cancers bronchopulmonaires, ou favoriser les infections tuberculeuses et fongiques. En France, les affecteurs respiratoires aux poussières de silice sont reconnus et indemnisés au titre des maladies professionnelles.

Mots-clés : Silice ; Pneumoconiose ; Épidémiologie ; Fonction respiratoire ; Pathologie ; Cancer bronchopulmonaire ; Maladie auto-immune ; Indemnisation

Plan

- 18 ■ Introduction 1
- 19 ■ Expositions 2
- 20 ■ Caractéristiques 2
- 21 ■ Expositions 2
- 22 ■ Expositions 2
- 23 ■ Expositions 2
- 24 ■ Expositions 2
- 25 ■ Expositions 2
- 26 ■ Expositions 2
- 27 ■ Expositions 2
- 28 ■ Expositions 2
- 29 ■ Expositions 2
- 30 ■ Expositions 2
- 31 ■ Expositions 2
- 32 ■ Expositions 2
- 33 ■ Expositions 2
- 34 ■ Expositions 2
- 35 ■ Expositions 2
- 36 ■ Expositions 2
- 37 ■ Expositions 2
- 38 ■ Expositions 2
- 39 ■ Expositions 2
- 40 ■ Expositions 2
- 41 ■ Expositions 2
- 42 ■ Expositions 2
- 43 ■ Expositions 2
- 44 ■ Expositions 2
- 45 ■ Expositions 2
- 46 ■ Expositions 2
- 47 ■ Expositions 2
- 48 ■ Expositions 2
- 49 ■ Expositions 2
- 50 ■ Expositions 2
- 51 ■ Expositions 2
- 52 ■ Expositions 2
- 53 ■ Expositions 2
- 54 ■ Expositions 2
- 55 ■ Expositions 2
- 56 ■ Expositions 2
- 57 ■ Expositions 2
- 58 ■ Expositions 2
- 59 ■ Expositions 2
- 60 ■ Expositions 2
- 61 ■ Expositions 2
- 62 ■ Expositions 2
- 63 ■ Expositions 2
- 64 ■ Expositions 2
- 65 ■ Expositions 2
- 66 ■ Expositions 2
- 67 ■ Expositions 2
- 68 ■ Expositions 2
- 69 ■ Expositions 2
- 70 ■ Expositions 2
- 71 ■ Expositions 2
- 72 ■ Expositions 2
- 73 ■ Expositions 2
- 74 ■ Expositions 2
- 75 ■ Expositions 2
- 76 ■ Expositions 2

■ Introduction

La silice est l'une des plus abondantes minérales professionnelles, c'est une minérale commune par conséquent, les professionnels de silice cristalline et amorphe comme une pneumoconiose fibrosante ainsi qu'il résulte pour le pneumologue après l'arrêt de l'exposition. La silice existe sous deux formes, cristalline et amorphe. La silice cristalline existe sous de nombreuses formes dont la plus fréquente

SiO₂ : Pneumoconiose
Volume 21 n° 4 mai 2008
http://www.inrs.fr/fr/publications/revue/revue.htm

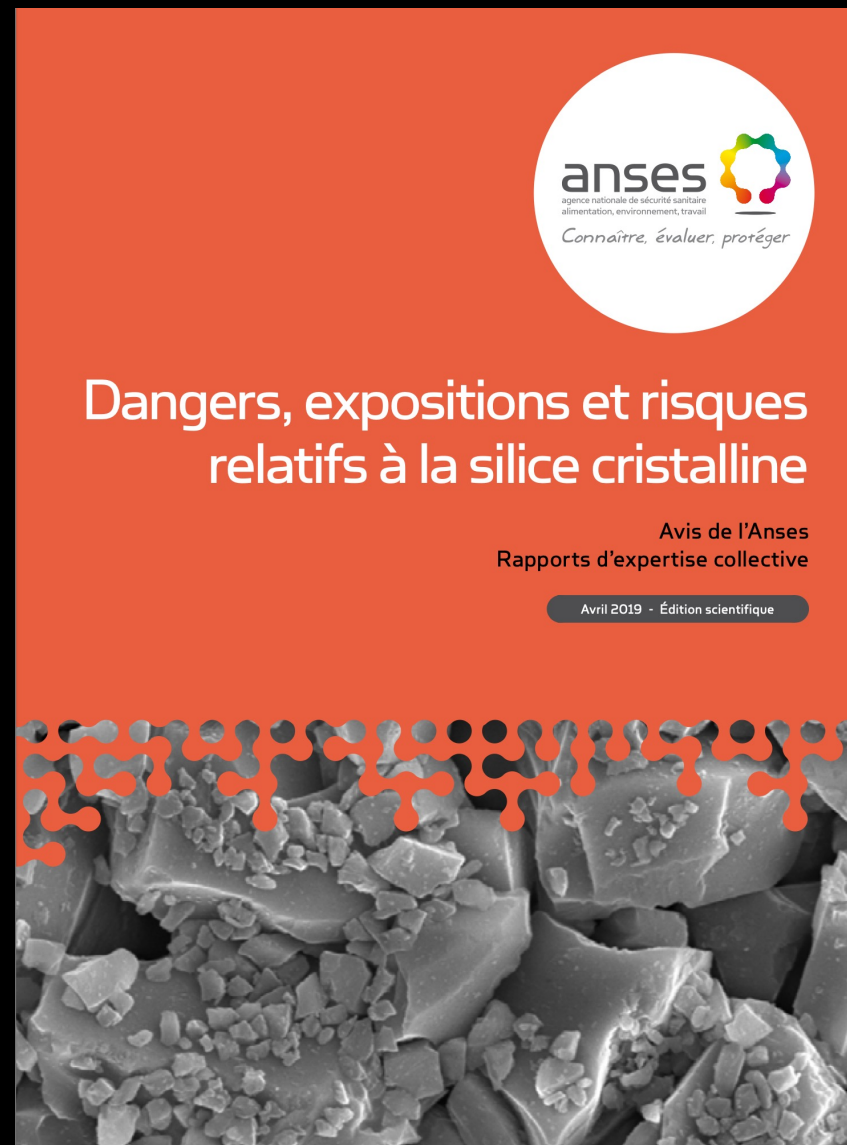
ÉVÈNEMENTS RÉCENTS (DEPUIS 2019)

- RAPPORT D'EXPERTISE COLLECTIVE DE L'ANSES (2019)
« DANGERS, EXPOSITIONS ET RISQUES RELATIFS À LA SILICE CRISTALLINE (SC) »
- RECOMMANDATIONS DE BONNE PRATIQUE (SFMT – 2021)
« SURVEILLANCE MÉDICO-PROFESSIONNELLE DES TRAVAILLEURS EXPOSÉS OU AYANT ÉTÉ EXPOSÉS À LA SC »
- JO N°266 DU 01/11/2020 :
CANCÉROGÉNÉICITÉ DE LA POUSSIÈRE DE SC ALVÉOLAIRE ISSUE DE PROCÉDÉS DE TRAVAIL



RAPPORT ANSES 2019 SILICE CRISTALLINE

GT Silice
(Président : Pr Ch. Paris – Rennes)



<https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2015SA0236Ra.pdf>

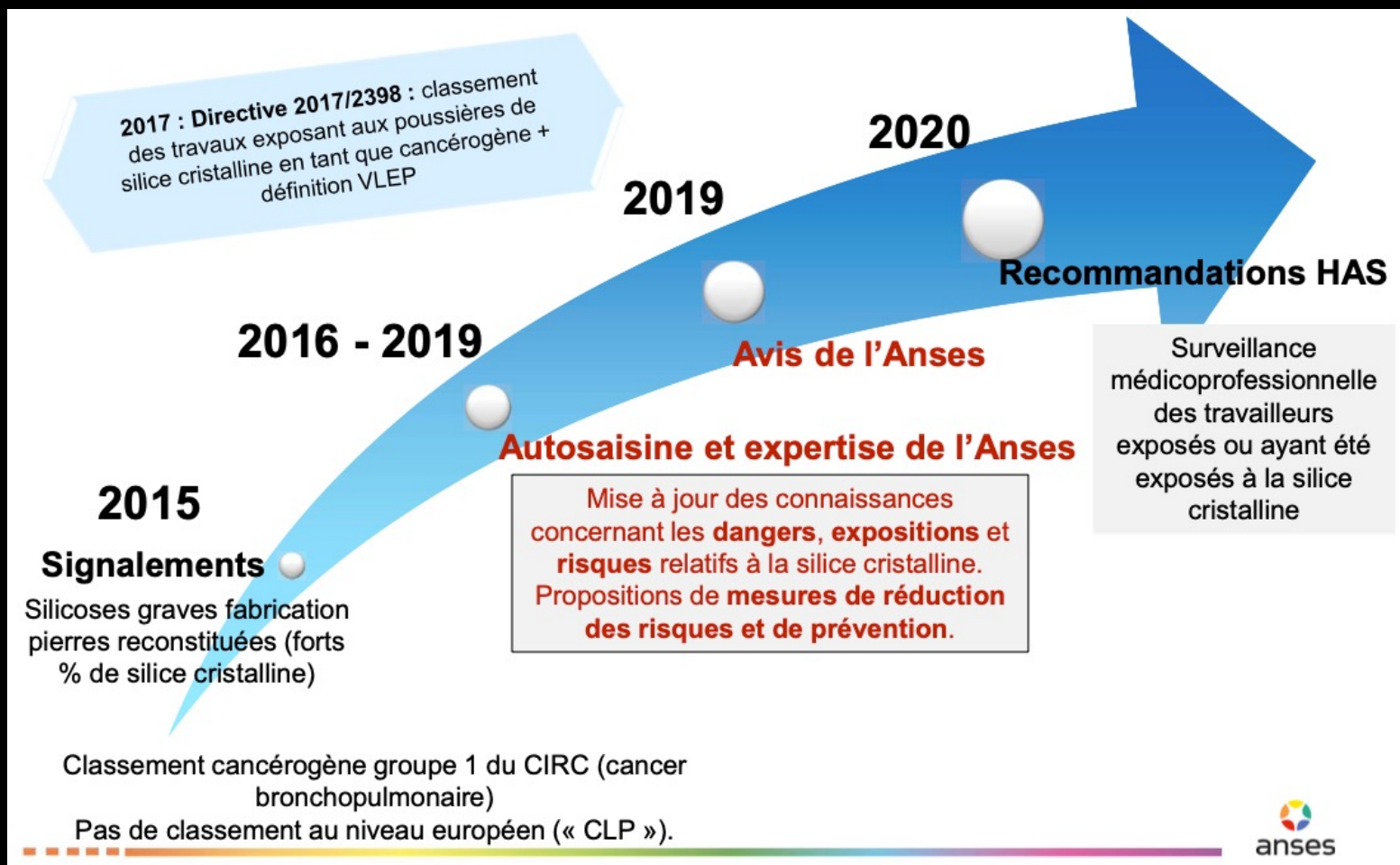


RECOMMANDATIONS DE BONNE PRATIQUE (SFMT – 2021)

«SURVEILLANCE MÉDICO-PROFESSIONNELLE DES TRAVAILLEURS EXPOSÉS OU AYANT ÉTÉ EXPOSÉS À LA SC »

- <http://www.chu-rouen.fr/sfmt/pages/news.php>

CHRONOLOGIE



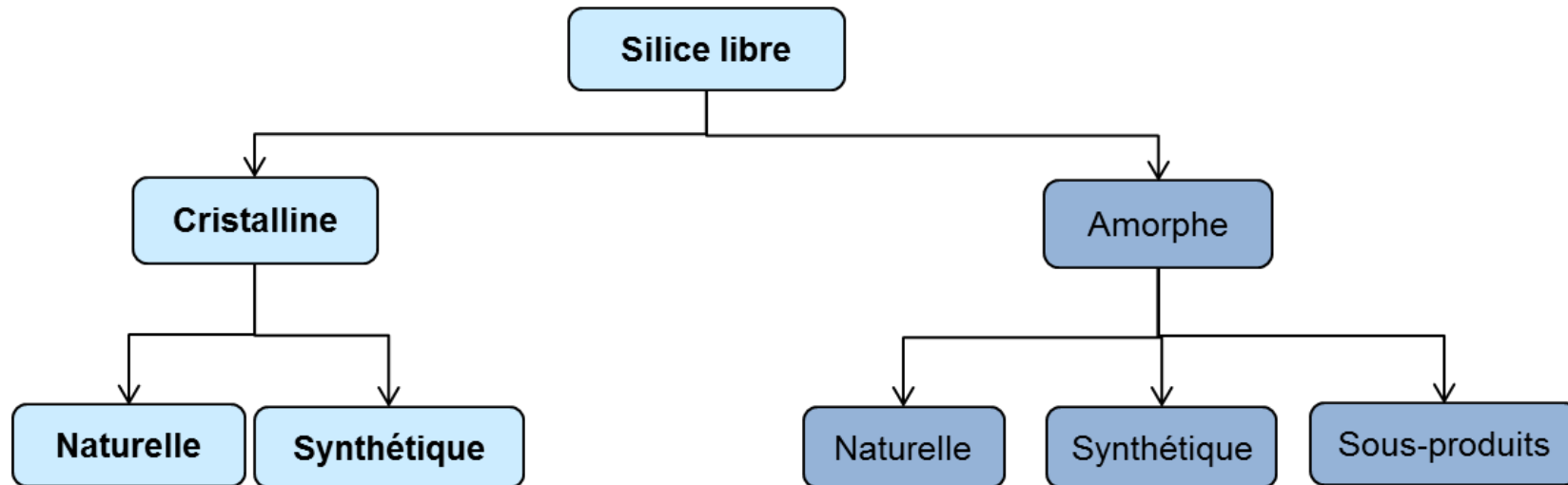
RAPPELS SUR LA SILICE CRISTALLINE

Silice-SSTPC-2022

14/04/2022

DIFFÉRENTES FORMES DE SILICE

- Silice ou Dioxyde de silicium (SiO_2) :
 - Plus de 60 % en masse de l'écorce terrestre
- Formes cristalline ou amorphe à l'état libre
- Peut être d'origine **industrielle**
- Peut se présenter sous différentes variétés **naturelles** ou **synthétiques**,
 - avec notamment **huit** formes **cristallines** (par exemple le quartz, la cristobalite et la tridymite – les plus abondantes),
 - mais également des formes **microcristallines** (comme la calcédoine)
 - ou encore des variétés **amorphes**



FORMES PRINCIPALES DE SILICE

LA SILICE

Silice cristalline

Quartz

Cristobalite

Tridymite

Silice amorphe

Terre de diatomées
considérée comme non
fibrogène



Broyage, calcination

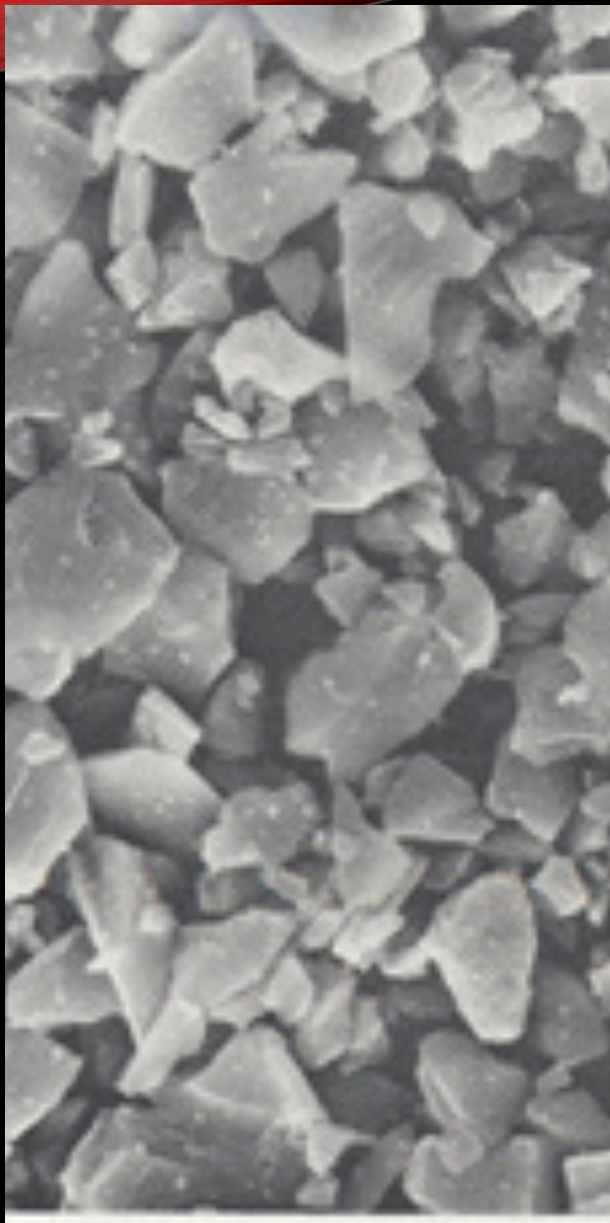
SILICE CRISTALLINE

Silice-SSTPC-2022

14/04/2022

3 FORMES PRINCIPALES

- QUARTZ
 - Présent dans de nombreux produits comme le ciment, les différents types de béton, les mortiers, les enduits de façade. Utilisé dans de nombreux domaines



3 FORMES PRINCIPALES

- CRISTOBALITE

- Beaucoup plus rare dans la nature.
- Seules **certaines roches volcaniques** et certaines météorites sont susceptibles d'en contenir.
- Se forme également lorsque le **quartz est chauffé**, notamment lors de la production et l'utilisation de **matériaux réfractaires** et lors de la **cuisson/calcination de la silice amorphe**.
- Se distingue par sa **blancheur**, sa luminosité, sa stabilité mécanique.
- Elle est notamment utilisée comme **pigment** pour les couleurs, **marquage** en extérieur (peintures et revêtements muraux).
- Sa remarquable stabilité mécanique, associée à son inertie chimique en fait un des constituants des **céramiques dentaires**.

3 FORMES PRINCIPALES

- TRIDYMITE
 - une des formes assez rares de silice cristalline.
 - Elle est employée comme agent **isolant**,
 - agent de **filtration** pour l'eau ou
 - **revêtement de four.**

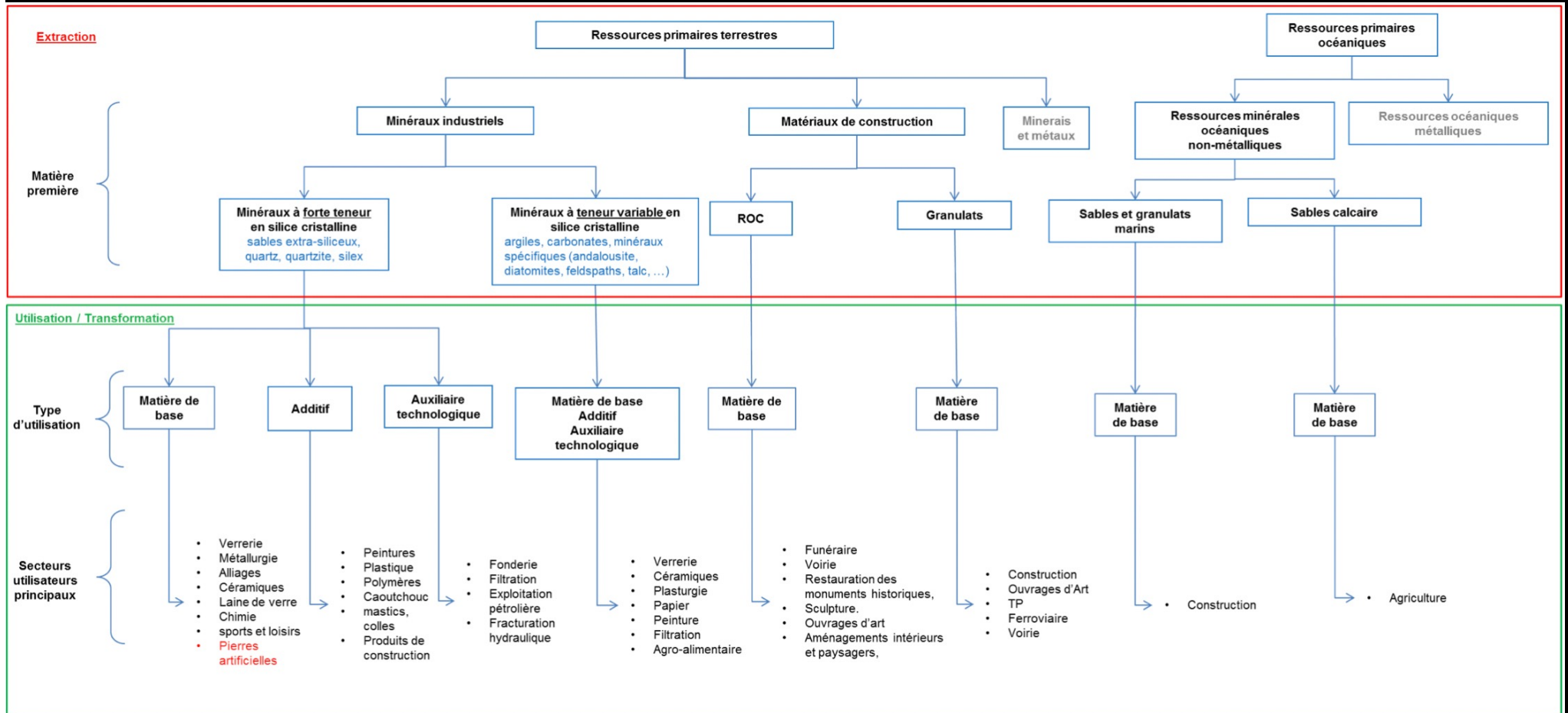
ETUDES DE FILIÈRES EN FRANCE

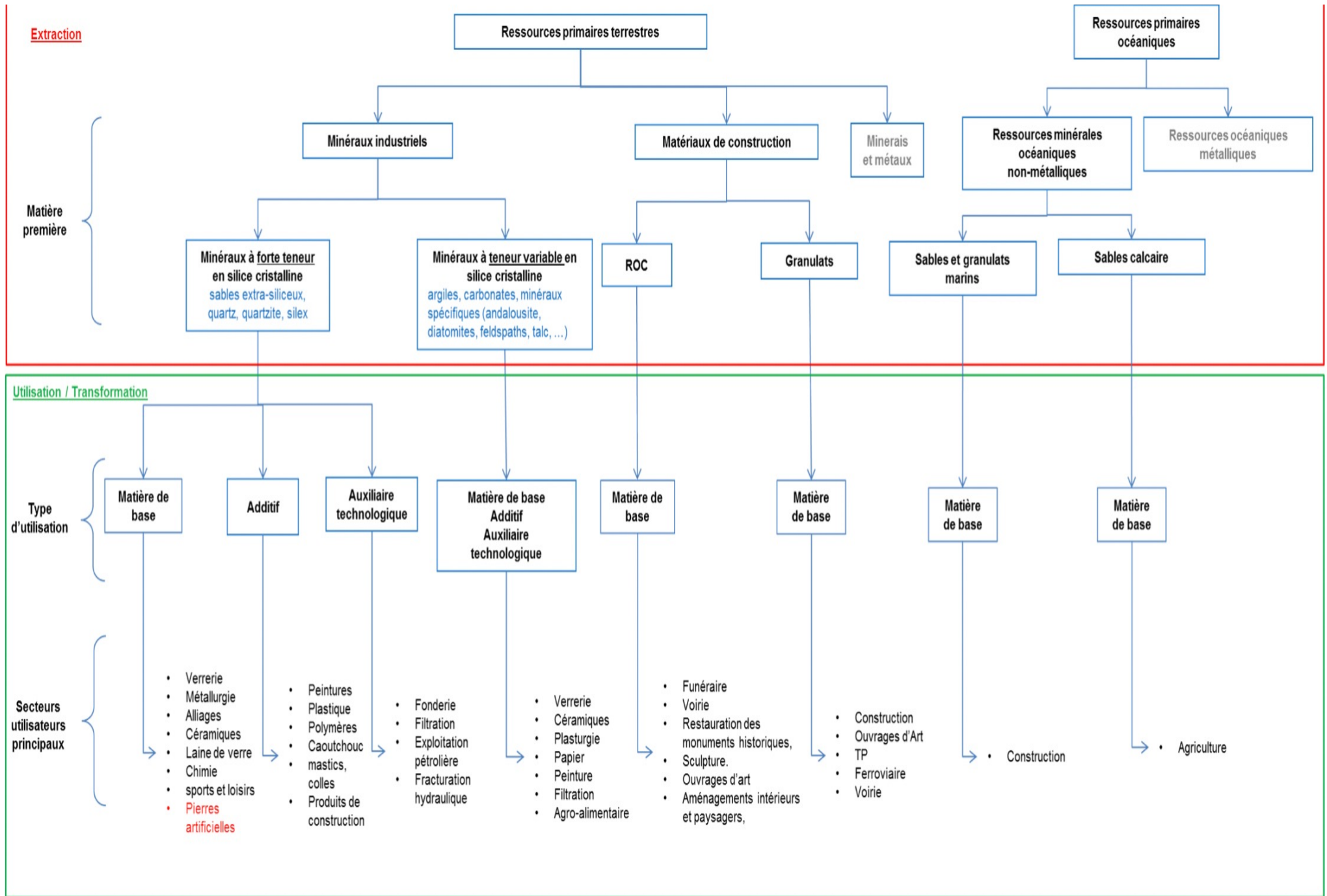
Silice-SSTPC-2022

14/04/2022

Secteurs d'activités potentiellement concernés par la problématique de la silice cristalline en France

SCHÉMA GLOBAL DE LA FILIÈRE



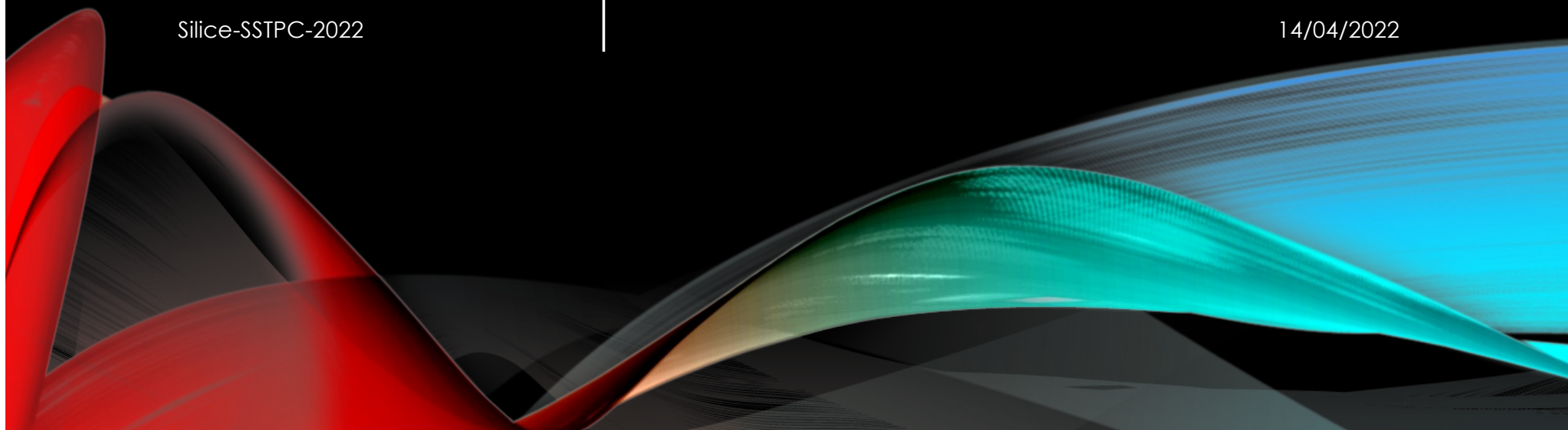


BRGM : rapport
2016 « memento
Silice industrielle »

UTILISATIONS

Silice-SSTPC-2022

14/04/2022



ACTIVITÉS ET INDUSTRIES CONCERNÉES PAR L'EXPOSITION À LA SILICE CRISTALLINE

- **Bâtiment**
 - **Dont déconstruction (démolition)**
- **Travaux publics**
- **Mines et carrières**
- **Verreries**
- **Fonderies**
- **Fumisterie**
- **Industrie textile**
- **Prothèse dentaire, bijouterie**
- **Fabrication Caoutchouc, Plastiques, Peintures, Abrasifs, Papier/Carton**
- **Fabrication Béton, Parpaing, ...**
- **Fabrication Briques**
- **Fabrication Céramiques**
- **Taille Pierre**
- **Fabrication cuisines**
- **Agriculture**



Agriculture

- Labour, Récolte, utilisation des engins



Mines et opérations liées à l'extraction minière

- Extraction et opérations mécaniques sur le minerai, 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



EXTRACTION



















Carrières : 4.200 carrières en France
=> production annuelle = 400 millions T

- Granulats :
3200 carrières en activités/2700 sites
d'extractions en activité
- Roches ornementales et pierres de
construction (ROC)
environ 500 carrières en activité en 2015
- Roches ou minéraux industriels :
environ 496 carrières en activité (2015)

Mines :

- En France métropolitaine, on recense environ
450 concessions valides ;
- une vingtaine est actuellement exploitée.
- Les autres concessions ne sont plus en activité
mais sont toujours valides.



-    **Exploitations Minières**
-    **Permis d'Exploration**
-    **Demandes de PERM (Permis Exclusif de Recherche de Mines)**
-    **Exploitations de Granulats Marins**
-    **Permis Exclusif de Recherche de Granulats Marins**
-    **Gîtes Géothermiques à Haute Température (>150°C)**

EXTRACTION

- **Carrières :**
- **Mines :**
- **Granulats marins :** Deux types de granulats marins
 - **Sables calcaires**, ou **sables coquilliers**, principalement constitués de morceaux de coquillages marins ou d'eau douce.
Leur richesse en carbonate de calcium en fait un très bon matériau pour **l'amendement des sols**
 - **Sables et graviers de nature siliceuse :** matériaux complémentaires à ceux extraits à terre pour la construction et principalement pour la réalisation d'ouvrages en béton.

MINÉRAUX INDUSTRIELS

- Déf : désignent des roches ou des minéraux **non métalliques** utilisés, sous forme brute ou le plus souvent transformés, comme matières premières, additifs fonctionnels ou auxiliaire technologique.
- Sont plus spécifiquement utilisés soit comme :
 - Matières premières indispensables à la fabrication de certains produits, comme par exemple :
 - **le quartz, les carbonates, le feldspath et le kaolin**, sous certaines conditions de pureté, pour la fabrication du verre ou de la céramique ;
 - Les calcaires pour la production de **ciment ou de chaux**,
 - Les **argiles plastiques** pour la fabrication de produits céramiques,
 - Les grès siliceux de haute pureté pour la fabrication de **silicium**,
 - Les sables extra-siliceux pour la fabrication de **produits verriers**,
 - Le **gypse** pour la production de produits plâtriers...

MINÉRAUX INDUSTRIELS

14/04/2022
Silice-SSTPC-2022

24

- Additifs fonctionnels entrant dans la composition d'un produit manufacturé pour apporter certaines propriétés, en modifier d'autres au cours de son procédé de fabrication ou lui conférer des propriétés d'usage, comme par exemple :
 - les **carbonates de calcium** dans les plastiques pour la blancheur et la résistance aux UV,
 - le **kaolin** sous forme naturelle ou calcinée pour diminuer et contrôler le retrait à la cuisson d'une pièce céramique sanitaire
 - le **talc** pour le glaçage du papier.
- Auxiliaire technologique : dans ces conditions, les minéraux n'entrent pas directement dans le processus de fabrication du produit fini, mais sont nécessaires à la mise en œuvre du procédé de fabrication, comme par exemple :
 - les moules de fonderie en sable extra-siliceux,
 - les supports de cuisson en matériaux réfractaires;
 - la diatomite pour la filtration de liquides alimentaires (bière, vin...).

QUELQUES SECTEURS ET OPÉRATIONS EXPOSANTES

Silicone et silicone ferreux

- Manutention de matières premières

Fonderies et Métaux

- Décapage abrasif ; fonderie (fabrication de moules, démoulage et nettoyage) ; ébarbage ...

Construction navale

- Décapage abrasif

Caoutchouc et plastiques

- Manutention de matières premières

Peintures

- Manutention de matières premières

Asphaltes et feutre de toiture

- Remplissage et application de granulés

Produits chimiques pour l'agriculture

- Broyage de matières premières, manutention

Bijouterie

- Coupes, broyages, polissage, fabrication de moules, démoulage et nettoyage pièces moulées

Matériaux dentaires

- Sablage, Polissage, fabrication de moules, démoulage et nettoyage pièces moulées

Réparation automobile

- Décapage abrasif

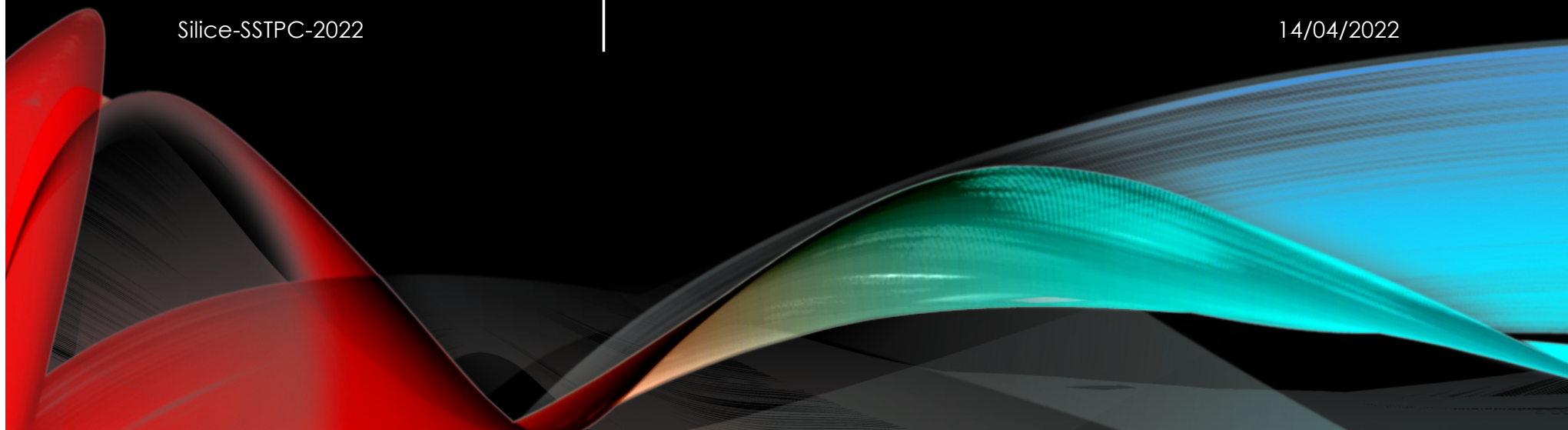
Taille de pierres siliceuses (sculpture...)

- Taille, polissage

FOCUS SUR LES PIERRES ARTIFICIELLES

Silice-SSTPC-2022

14/04/2022



FABRICATION

- Mélange d'environ **90% de quartz** avec de la résine et des colorants/pigments (2 à 5%) sous forme de poudre.
- Pressage sous vide puis cuisson (la température varie selon le fabricant mais oscille aux alentours des 90°C).
- Séchage à l'air libre ensuite,
- **Découpe** en « tranche » et **polissage** pour créer ensuite les plans de travail.
- D'après les auditions menées, **aucune fabrication de plan de travail en pierres dites artificielles n'a lieu en France.**

INTERVENTION EN MILIEU NATUREL

- Les agriculteurs peuvent être exposés à la silice par les actions menées sur les sols siliceux, comme par exemple le **labourage**. Ces actions peuvent générer des poussières de silice qui peuvent être inhalées.
- Il en est de même pour toutes activités réalisées en milieu naturel, dès lors qu'elles conduisent à une manipulation des sols : par exemple opérations de **terrassement** ou **percement** de tunnel.

PATHOGÉNIE

2 phases :

- Alvéolite
- Fibrose

EFFETS SANITAIRES

- CIRC 2012
- OSHA 2013
- SWEA 2014



ATTEINTES PULMONAIRES

CLASSIFICATION DES ATTEINTES PULMONAIRES ASSOCIÉES À UNE EXPOSITION À LA SILICE CRISTALLINE (DAVID REES & JILL MURRAY ; 2016)

Pneumoconioses (silicose)	
Silicose chronique	≥15 à 20 ans exposition ; concentrations de SiO ₂ modérée
Silicose accélérée	≤10 ans exposition (pouvant être très courts) ; niveaux élevés d'exposition
Silico-protéinose aiguë	Temps d'expositions très courts, de quelques semaines à 1-2 ans ; niveaux très élevés d'exposition avec protéinose alvéolaire
Fibrose massive progressive (PMF)	Formes évoluées de silicose avec lésions histologiques ≥ 10 mm
Atteinte des voies aériennes	
BPCO	Définition clinique idem à celle due au tabac
Emphysème	Associé à la silice † même sans pneumoconiose
Mineral dust airway disease *maladies des petites voies aériennes	Lésions des petites voies aériennes (bronchioles respiratoires) avec fibrose, inflammation et dépôt de particules
Bronchite chronique	Non spécifique : toux et expectoration
Autres	
Nodules silicotiques-rhumatoïdes (Syndrome de Collinet et Caplan)	Volumineux nodules ≥ 3cm ; histologie particulière associant nodules rhumatoïdes et nodules silicotiques PR
Fibrose pulmonaire sans silicose	Quelques cas rapportés ou études épidémiologiques.
« hut lung »	Pneumoconiose domestique d'étiologies mixtes
DIP pneumopathie desquamative	Alvéolite macrophagique

LA SILICOSE

- La silicose **chronique** est une pathologie pulmonaire fibreuse progressive potentiellement fatale induite par une exposition professionnelle à la silice **cristalline**. Elle fait suite à une exposition d'intensité **moyenne** et de **longue durée** (au moins 10 ans mais **généralement > 20 ans**). Elle se caractérise cliniquement par une **toux** chronique, la production **d'expectorations** et une **dyspnée**.
- Il existe d'autres formes de silicoses,
 - la silicose **accélérée** et
 - la **silico-protéinose**, qui sont des formes se rencontrant en cas d'exposition **intense à très intense**.
- Le lien causal entre exposition par voie respiratoire à la SC et silicose est bien établi.
- La silicose résulte spécifiquement de l'inhalation de **silice sous forme cristalline**.

COMPLICATIONS (HORS CANCER BRONCHIQUE ET AUTRES PATHOLOGIES)

- **Pneumothorax** spontané consécutif à la rupture de bulles d'emphysème, principalement dans les formes évoluées.
- **Surinfection broncho-pulmonaire** à germe banal ou à mycobactérie – la tuberculose constitue notamment la complication majeure de la silicose de par sa fréquence et sa gravité
- **Cœur pulmonaire chronique (CPC)** – stade ultime d'évolution, une des causes les plus fréquentes de décès des silicotiques
- **Hypertension artérielle pulmonaire (HTAP I et II)**



35

CANCERS BRONCHO- PULMONAIRES

Silice-SSTPC-2022

14/04/2022

DONNÉES RÉCENTES

- Plusieurs études ont établi une relation dose-réponse entre une exposition à la SC et le CBP (**pour une exposition cumulée à la SC à partir de $0,5 \text{ mg.m}^{-3}\text{-années}$**).
- Les ratios de mortalité standardisés (SMR) sont significatifs à la fois chez les travailleurs **silicotiques** et chez les travailleurs **non silicotiques**, bien que plus faibles chez ces derniers.
- La silicose est donc un facteur **aggravant** le risque de CBP.
- De plus il n'a pas été identifié formellement de **seuil**.

AUTRES PATHOLOGIES INTERSTITIELLES

PNEUMOPATHIE INFILTRANTE DIFFUSE

- Certaines **PIC (pneumopathie interstitielle commune)** aboutissent au diagnostic de **FPI (fibrose pulmonaire idiopathique)** en l'absence d'identification d'exposition à la SC.
- Mais, plusieurs arguments convergent vers le rôle potentiel d'une exposition à la silice cristalline comme **facteur associé** à une PID
- Cependant, plusieurs points doivent être affinés :
 - 1/ les critères de diagnostic de FPI sont devenus **depuis 2011** plus stricts, et la plupart des études sont antérieures à l'élaboration de ces critères. De nouvelles études, qui tiendront compte de ces critères, sont donc requises
 - 2/ les études d'association FPI/silice concernent jusqu'à maintenant des effectifs **modestes**, et **sans enquête d'exposition exhaustive**.

SARCOÏDOSE

- Maladie multi-systémique, caractérisée par la formation de **granulomes** épithélioïdes sans nécrose.
- Les causes en sont encore **inconnues**,
- Cependant la **conjonction** de facteurs **génétiques, infectieux** et/ou **environnementaux** est maintenant bien admise (Valeyre et al 2014)
 - Parmi ces facteurs environnementaux, l'exposition à la silice est un de ceux suspectés.
 - Cette suspicion repose
 - sur des cas d'association de silicose avec une sarcoïdose (ayant d'ailleurs fait proposer le terme de **silico-sarcoïdose**),
 - sur différentes histoires cliniques et
 - sur plusieurs, mais rares études épidémiologiques.
- Cependant, avant de conclure sur un **possible** lien causal, il est nécessaire de disposer d'autres données épidémiologiques en milieu professionnel ou en population générale.

PATHOLOGIES RESPIRATOIRES NON MALIGNES (AUTRES QUE LA SILICOSE)

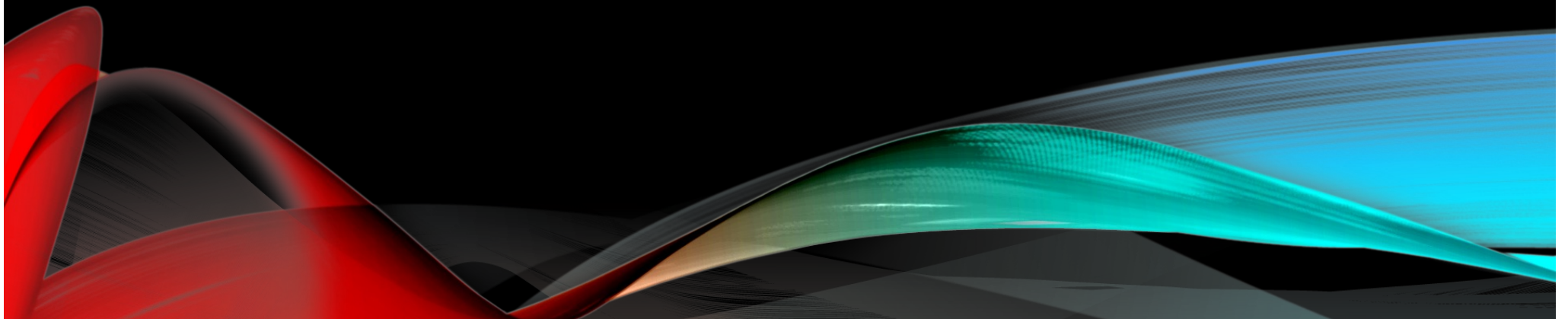
Non Malignant Respiratory Diseases (NMRD)

- L'exposition à la silice cristalline alvéolaire augmente le risque de
 - bronchite chronique,
 - d'emphysème,
 - d'altération des fonctions respiratoires et
 - de mortalité par pathologie respiratoire non maligne.
- Relation dose-effet entre l'exposition à la silice cristalline alvéolaire et le risque d'apparition de ces effets, MAIS ces pathologies peuvent se développer en **l'absence de silicose**.
- Pour toutes ces pathologies, l'effet du tabagisme peut être **additif ou synergique**.
- Impossibilité de définir un **seuil d'exposition** à la silice cristalline alvéolaire associé à un risque accru de troubles de la fonction pulmonaire en l'état actuel des connaissances.

TUBERCULOSE AUTRES INFECTIONS RESPIRATOIRES

- Risque de développer une silicotuberculose augmenté avec la **durée** d'exposition et la **dose** de SC inhalée.
- Certaines études en population professionnelle rapportent également un risque augmenté de tuberculose chez les travailleurs exposés à la silice **en l'absence de silicose**.
- Le risque de développer une silicotuberculose est augmenté
 - en cas de co-infection par le **VIH**
 - par le **tabagisme**.
- Le diagnostic de tuberculose active sur silicose est difficile,
 - du fait de manifestations cliniques non spécifiques
 - de lésions radiologiques difficiles à distinguer de celles de la silicose.
- Dans les pays à faible prévalence de tuberculose, 'intérêt des tests de dépistage des formes latentes par détection de l'IGRA (Interferon-Gamma Release Assays) ?

EFFETS IMMUNITAIRES



IMMUNOLOGIE

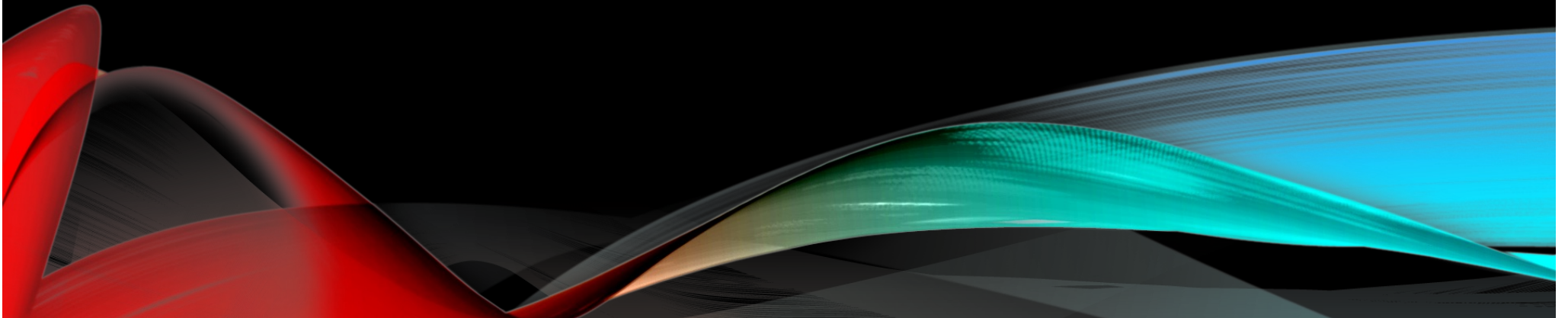
- Association entre l'exposition à la SC et plusieurs pathologies auto-immunes
 - Sclérodémie systémique (SSc),
 - Polyarthrite rhumatoïde (PR),
 - Lupus érythémateux systémique (LES)
 - Vascularites ANCA+.
- Globalement, les résultats de ces études indiquent que les expositions professionnelles à la silice cristalline, chez certains travailleurs pouvant par ailleurs présenter **d'autres facteurs de risques** de pathologies auto-immunes (**prédisposition génétique, exposition à d'autres substances chimiques**), sont susceptibles d'entraîner un risque accru de développer une maladie auto-immune.
- L'association SSc et Silice semble plus marquée chez les patients de sexe **masculin** et possiblement associée à des **formes plus sévères de la maladie**

(McCormic et al. 2010, Miller et al. 2012 & Rubio-rivas et al. 2017)

IMMUNOLOGIE

- PR :
 - Association certaine entre survenue de PR et exposition à la silice (Caplan-Colinet)
 - L'impact de la co-exposition avec le **tabac** et l'influence de l'exposition à la silice sur le statut sérologique avec présence d'ACPA (« **anticorps anti-peptides citrullinés** » spécifiques de la maladie) ne peut être évaluée avec fiabilité sur le plan épidémiologique, au vu des données actuellement disponibles.
- LES :
 - Prévalence plus importante d'antécédents d'expositions professionnelles à la silice cristalline chez les patients atteints de LES
 - Certains travaux suggèrent que les patients exposés pourraient souffrir de **formes plus sévères** avec une **mortalité** plus grande chez les sujets exposés et une fréquence plus importante des **hospitalisations**.

COMMENT ÉVALUER LES RISQUES LIÉS À L'EXPOSITION À LA SILICE CRISTALLINE ?



EVALUATION DE L'EXPOSITION

- Quels sont les déterminants de l'importance de l'exposition à l'aérosol de SiO_2c ?
- Bases de données disponibles
- Classement des expositions

FICHES DE REPÉRAGES DES EXPOSITIONS À LA SILICE CRISTALLINE : EXEMPLES

- **INRS:**

- - Fiche d'aide au repérage des cancérogènes dont la silice cristalline pour une cinquantaine d'activités professionnelles, format PDF, pas très pratique car entrée Activité et non Silice
- Fiche toxico; dossier silice
- <https://www.inrs.fr/publications/bdd/far-fas.html>

- **CARSAT**

- - Documents établis dans le cadre du PRST 3

- **FORSAPRE santé travail BTP**

- - idem Fiche FAST : entrée métier BTP
- - Fiche FAN silice SiO₂ avec liens vers les fiches FAST donc métiers concernés
- https://www.forsapre.fr/fiches_fan/silice-sio2

- **Fiches médico-professionnelles Présanse :**

- - rubrique FICHE NUISANCE silice amorphe et cristalline avec liste des activités exposantes faisant le lien avec les fiches FAR de l'INRS ; existent aussi FICHES METIERS détaillées donc entrée métier
- <http://www.presanse.fr/>

- **OPPBTP**

- - Carto-silice

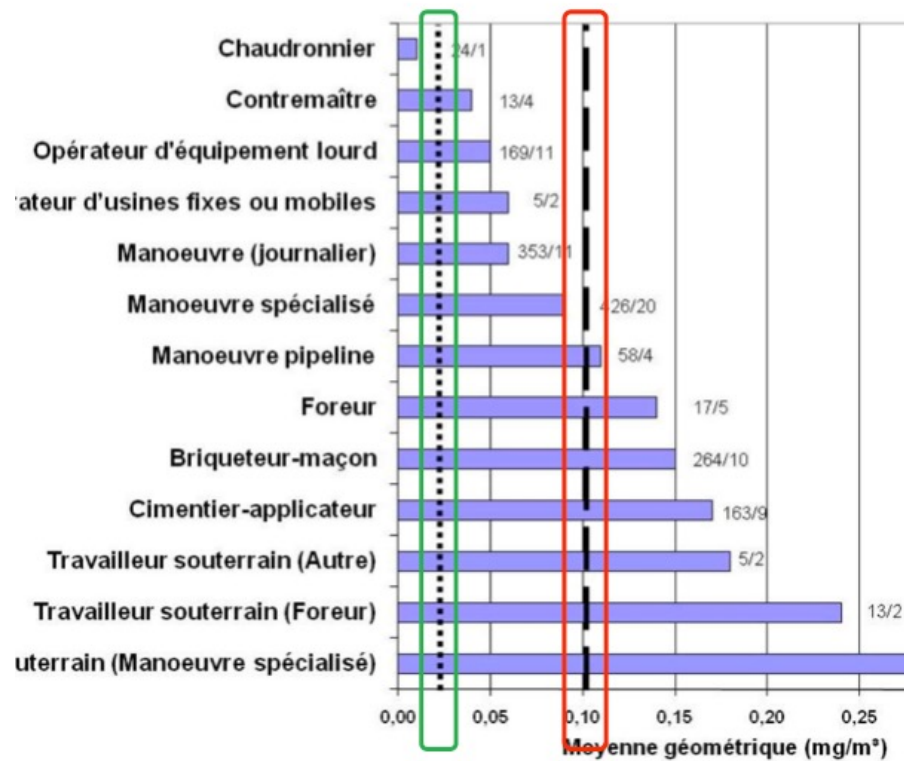
EVALUATION DE L'EXPOSITION À LA SiO_2C

Déterminants quantitatifs

- Durée / fréquence des situations d'exposition
- Sur le poste de travail de 8 heures
- Sur un chantier donné de durée X
- Sur un emploi donné de durée Y
- Mesure individuelle sur un poste de travail de 8h

Déterminants qualitatifs (modulation en + ou en -)

- Directe / Indirecte / passive
- Notion de pics d'exposition
- Notion de silice fraîchement fracturée
- Notion de granulométrie
- Moyens effectifs de protections collectives (Travail à l'humide ; Aspiration à la source) ou individuelles (EPI respiratoires adaptés)



• VLE de l'ACGIH

- VLE du Québec

n : nombre de mesures

nE : nombre d'études n/nE

EXPOSITION À LA SC RESPIRABLE SELON LE TITRE D'EMPLOI

SURVEILLANCE MÉDICALE

recommandations SFMT/SPLF/SFR/SNFMI
(HAS)

OBJECTIFS DU SUIVI

1) **informer les travailleurs** : sur les **mesures de prévention** existantes et sur les **risques sanitaires de la silice cristalline**

2) **estimer l'exposition cumulée** des travailleurs à la silice cristalline (INTERMEDIAIRE ou FORTE).

3) **dépister les pathologies** consécutives à l'exposition à la silice cristalline :

- Silicose chronique
- Maladies chroniques obstructives des voies aériennes
- Infection tuberculeuse latente chez les travailleurs appartenant à des populations à forte prévalence de tuberculose (travailleur provenant depuis moins de 5 ans d'un pays de forte endémie tuberculeuse (>100/100 000) (en particulier en cas d'immunodépression), personne en situation de précarité), ou lorsqu'une silicose est diagnostiquée
- Insuffisance rénale chronique (IRC)

Repérage des pathologies susceptibles d'être aggravées par une exposition à la silice cristalline :

- Pneumopathies Infiltrantes Diffuses autre que la silicose,
- Sarcoïdose,
- Maladies Auto-Immunes

- 4) estimer l'exposition actuelle ou passée à **d'autres nuisances que la silice cristalline**
- 5) informer et conseiller les travailleurs sur les **dispositifs de prise en charge médico-sociale** de ces pathologies
- 6) informer et conseiller les travailleurs sur la prise en charge du **sevrage tabagique**, le cas échéant
- 7) évaluer la **compatibilité de l'état de santé avec le poste de travail**, et proposer des **aménagements de poste** le cas échéant

OBJECTIFS DU SUIVI - 2

MODALITÉS DE RÉALISATION DU SUIVI MÉDICO-PROFESSIONNEL : TRAVAILLEURS SUIVIS PAR UN SST

Bilan de référence

+

suiti longitudinal

(fonction de l'évaluation de l'exposition cumulée à la SiO₂c)

- **Bilan initial**
 - *Systematique sauf si premier emploi avec expo previsionnelle < 0,01 mg/m³*
- **Suivi categorie exposition cumulee intermediaire : < 1 mg/m³.annees**
 - *Sauf si expo cumulee < 0,1 mg/m³.annee*
- **Suivi categorie exposition cumulee forte : >= 1 mg/m³.annees**



CONTENU DU BILAN DE RÉFÉRENCE

R37 :

Les examens préconisés dans le bilan de référence des travailleurs exposés ou ayant été exposés à la silice cristalline et suivis par un service de santé au travail, sont les suivants :

- un **entretien avec un médecin du travail** (interrogatoire, examen physique, rappel des mesures de prévention et des risques sanitaires) comprenant le repérage des maladies susceptibles d'être aggravées par l'exposition à la silice cristalline (Pneumopathies Infiltrantes Diffuses autres que silicose, sarcoïdose, maladies auto-immunes),
- une **courbe débit-volume**,
- une **radiographie thoracique** postéro-antérieure avec interprétation réalisée selon la classification internationale des radiographies de pneumoconioses du Bureau International du Travail,
- un **test « Interferon-Gamma-Release-Assay » (IGRA)** ou une intradermo-réaction à la tuberculine pour tout travailleur faisant partie des populations à risque d'Infection Tuberculeuse Latente (travailleurs provenant depuis moins de 5 ans d'un pays de forte endémie tuberculeuse (>100/100 000), personne en situation de précarité),
- un **dosage de la créatininémie** (sauf si le travailleur en a bénéficié dans le cadre d'un autre bilan biologique au cours des 5 dernières années).

SUIVI LONGITUDINAL

→ tant que l'exposition cumulée à la silice cristalline est considérée comme **INTERMEDIAIRE** :

Entretien	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RT	X										X		X	
CDV	X		X		X		X		X		X		X	
Créatininémie	X										X		X	
	Début de l'exposition	2 ans	4 ans	6 ans	8 ans	10 ans	12 ans	14 ans	16 ans	18 ans	20 ans	22 ans	24 ans	26 ans

→ en cas d'exposition cumulée à la silice cristalline considérée comme **FORTE** :

Entretien	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RT	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X
CDV	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Créatininémie	X										X		X	
	Début de l'exposition	2 ans	4 ans	6 ans	8 ans	10 ans	12 ans	14 ans	16 ans	18 ans	20 ans	22 ans	24 ans	

SUIVI POST-EXPOSITION (R39)

Deux situations :

A) lorsque le suivi radiologique identifie sur la dernière radiographie thoracique des petites opacités arrondies avec une profusion égale ou supérieure à 1/0 selon la classification du BIT

ou

B) lorsque le niveau d'exposition cumulée estimé à la silice cristalline atteint ou dépasse 1 mg/m³xannée.

Périodicité :

tous les 5 ans (possibilité de raccourcir ce délai selon le contexte professionnel ou médical spécifique).

Contenu :

- un entretien (médecin du travail ou IDEST),
- une courbe débit-volume,
- une radiographie thoracique postéro-antérieure,
- un dosage de la créatininémie.

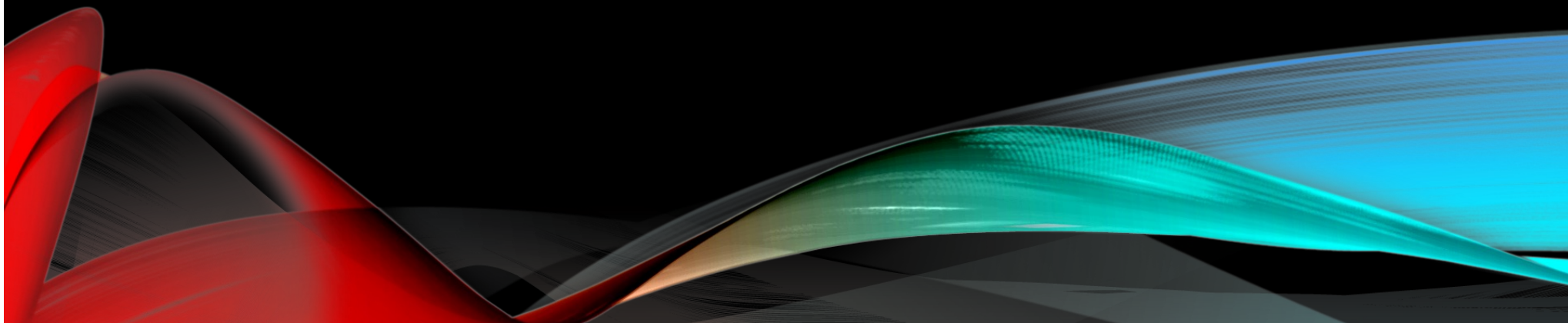
Réalisation et interprétation de la radiographie thoracique

R44 : Il est recommandé que la radiographie thoracique postéro-antérieure réalisée dans le cadre du suivi d'un travailleur pendant ou après une exposition à la silice cristalline soit effectuée dans un centre de radiologie proposant une **relecture spécifique selon la Classification Internationale des radiographies des pneumoconioses du Bureau International du Travail**.

Il est essentiel de réaliser un **archivage numérique de l'examen et de son interprétation** dans le Dossier Médical en Santé Travail et à terme dans le Dossier Médical Partagé. L'archivage est nécessaire dans une perspective d'**analyse comparative** des anomalies radiographiques lors du suivi longitudinal.

De surcroît, comme les travaux exposant à la silice cristalline sont classés comme cancérogènes dans le droit français, les **obligations d'archivage sur le long terme (50 ans)** doivent être appliquées à partir du 1^{er} janvier 2021.

RADIOS PULMONAIRES SELON LE BIT



EDITION RÉVISÉE DU BIT DE 2011

Principes de lecture (suite)

- Les radiographies à classer et les clichés types devraient être affichés simultanément dans un format similaire et côte à côte.

Eviter :

- Images sur écran d'ordinateur personnel
- Comparer clichés numérisés et clichés sur négatoscopes
- **Images imprimées sur papier**

Eclairage ambiant :
éclairage général de la pièce plutôt faible

Pas d'exposition à la lumière du jour

Travailler à l'abri des distractions



CRITÈRES DE QUALITÉ DES CLICHÉS

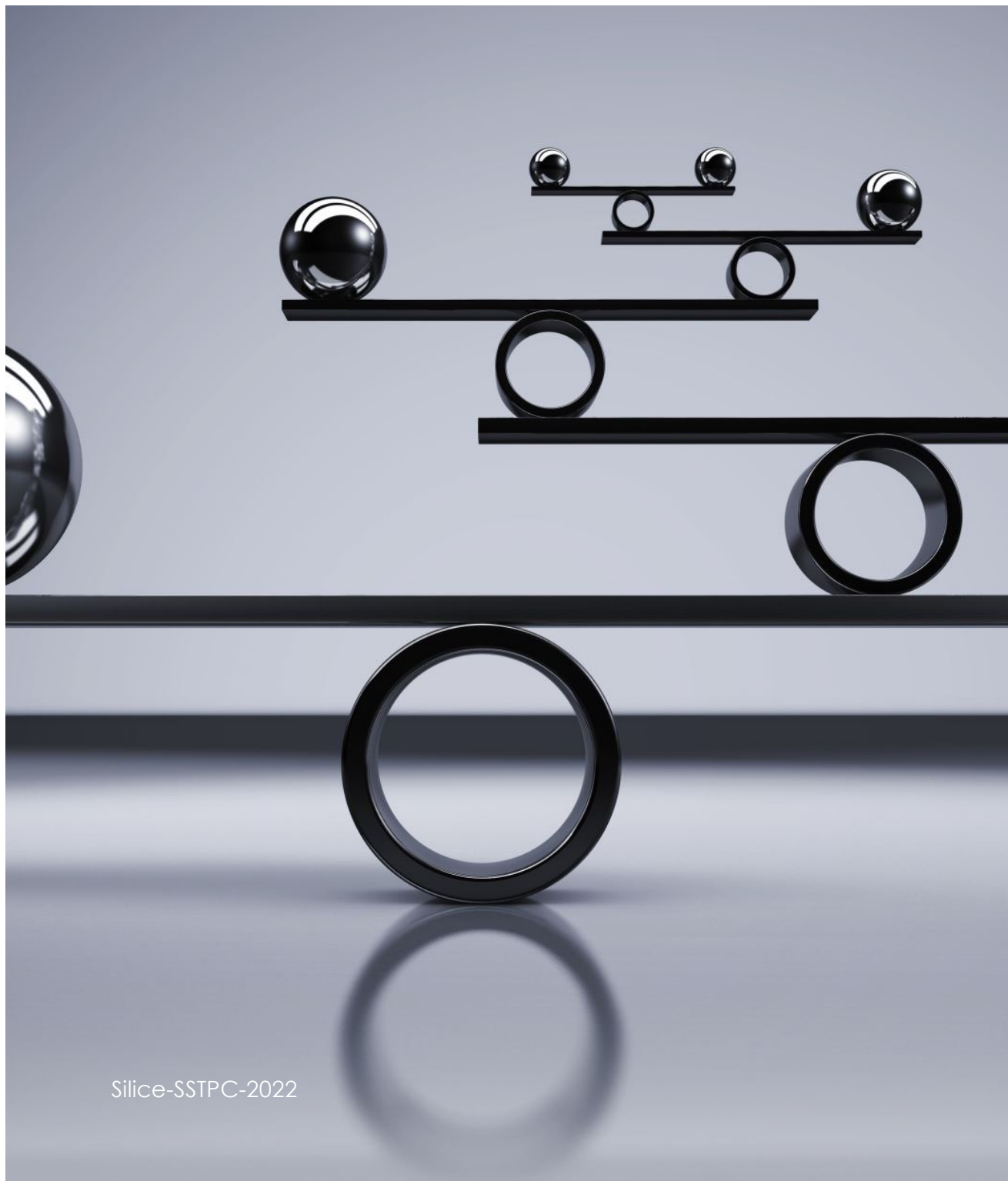
QUALITÉS TECHNIQUES DES RADIOGRAPHIES THORACIQUES

Eviter sous et sur expositions

- Pouvoir observer avec suffisamment de détails le parenchyme pulmonaire et les sinus costo-pleuraux
- Empreintes vasculaires visibles à travers l'ombre cardiaque

Bonne communication avec le radiologue

- Radiologue formé à ce type d'exploration
- Bien expliquer au radiologue ce qui est attendu et discuter si les images sont estimées comme de qualité non convenable pour interpréter selon BIT



Silice-SSTPC-2022

PRINCIPES DE LA CLASSIFICATION

14/04/2022

RADIOLOGIE BIT

□ Codification par le B I T prenant en compte

- formations pneumoconiotiques
- anomalies pleurales associées
- anomalies additionnelles : (parenchyme, médiastin, paroi)

□ INSTRUCTIONS POUR L'UTILISATION DE LA CLASSIFICATION INTERNATIONALE DU BIT DES RADIOGRAPHIES DE PNEUMOCONIOSES. EDITION REVISEE 2011.

http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_223935.pdf

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

(ÉDITION RÉVISÉE 2011)

Dans la lutte permanente qu'il mène pour protéger la santé des travailleurs exposés professionnellement aux poussières en suspension dans l'air, le Bureau international du Travail (BIT) cherche depuis de nombreuses années à améliorer la compréhension des problèmes liés aux pneumoconioses. Les *Instructions pour l'utilisation de la classification internationale du BIT des radiographies de pneumoconioses* constituent la dernière version d'une publication reconnue servant à normaliser les méthodes de classification et à faciliter la comparaison, sur le plan international, des données et des rapports de recherche sur les pneumoconioses.

Cette version révisée des *Instructions* complète l'édition précédente de 2000 avec un chapitre 6 entièrement nouveau. Ce chapitre étend l'applicabilité du système du BIT à la classification des résultats obtenus à partir des images radiographiques thoraciques numérisées. Des *images numérisées types du BIT* (ILO 2011-D), établies à partir des clichés types (2000) du BIT, ont été réalisées à cette fin.

Le texte nouveau du chapitre 6 identifie les principes permettant de visualiser les clichés thoraciques numérisés et couvre l'acquisition, la visualisation et le stockage, dans des conditions efficaces, des clichés numérisés. L'avant-propos de la présente édition révisée (2011) définit la nomenclature utilisée pour distinguer les différents types d'images thoraciques.

Les *Instructions* de 2000 applicables à la classification des radiographies traditionnelles sur film demeurent valables. Le texte de cette version antérieure est reproduit dans la présente édition, et les jeux de clichés types qui y sont associés peuvent toujours être obtenus auprès du BIT.

ISBN 978-92-2-234541-3



9 789222 234541

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

(ÉDITION RÉVISÉE 2011)



Bureau
international
du Travail
Genève

Série sécurité,
hygiène et médecine
du travail **22**

Caractéristiques	Codes	Définition
QUALITÉ TECHNIQUE		
	1	Bonne
	2	Acceptable, ne présentant aucun défaut technique susceptible d'affecter la classification de la radiographie sur le plan de la pneumoconiose.
	3	Acceptable, en dépit de certaines imperfections techniques, mais néanmoins suffisante pour pouvoir être classifiée.
	4	Inacceptable à des fins de classification. Si la qualité technique n'est pas du niveau 1, les défauts techniques constatés feront l'objet d'un commentaire.

ANOMALIES PARENCHYMATEUSES

Petites opacités
Densité



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

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.





ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses (2000)	PROFUSION	SHAPE-SIZE
 	1/1	p/p





Zones

DS GS
DM GM
DI GI

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.

Aspect et taille
– aspect arrondi

p/p q/q r/r

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.





ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses (2000)	PROFUSION	SHAPE-SIZE
  	2/2	p/p



Caractéristiques	Codes	Définition
- aspect irrégulier	s/s t/t u/u	Les lettres s, t et u dénotent la présence de petites opacités d'aspect irrégulier, trois tailles étant définies par comparaison avec les clichés types: s = épaisseur ne dépassant pas 1,5 mm environ; t = épaisseur comprise entre 1,5 et 3 mm environ; u = épaisseur comprise entre 3 et 10 mm environ.
- aspect mixte	p/s p/t p/u p/q p/r q/s q/t q/u q/p q/r r/s r/t r/u r/p r/q s/p s/q s/r s/t s/u t/p t/q t/r t/s t/u u/p u/q u/t u/s u/t	Lorsque les petites opacités ont des aspects ou des tailles différents, l'aspect et la taille qui prédominent (principaux) sont notés tout d'abord. La présence d'un nombre significatif d'opacités d'un autre aspect ou d'une autre taille (secondaires) sera notée après une barre oblique.

Grandes opacités

O A B C
(O = pas de grandes opacités)

Une grande opacité est définie comme une opacité dont la plus grande dimension excède 10 mm. Les catégories de grandes opacités sont définies ci-après. Leurs définitions prennent le pas sur les exemples de grandes opacités illustrés par les clichés types.

Catégorie A: une grande opacité dont la plus grande dimension ne dépasse pas 50 mm environ, ou plusieurs grandes opacités dont la somme des plus grandes dimensions ne dépasse pas 50 mm environ.

Catégorie B: une grande opacité dont la plus grande dimension dépasse 50 mm sans que sa surface n'excède celle de la zone supérieure droite, ou plusieurs grandes opacités dont la somme des plus grandes dimensions dépasse 50 mm sans que la somme de leurs surfaces n'excède la surface de la zone supérieure droite.

Catégorie C: une grande opacité dont la surface excède celle de la zone supérieure droite, ou plusieurs grandes opacités dont la somme des surfaces excède la surface de la zone supérieure droite.







AUTRES ANOMALIES

aa	aorte athérosclérotique
at	épaississement pleural apical significatif (voir annexe D)
ax	coalescence de petites opacités ⁹
bu	bulle(s)
ca	cancer: tumeurs thoraciques malignes, à l'exclusion des mésothéliomes
cg	nodules non pneumoconiotiques calcifiés (par exemple, granulomes)
cn	calcification au sein de petites opacités pneumoconiotiques
co	anomalie du volume ou de la silhouette cardiaque
cp	cœur pulmonaire
cv	image cavitaire
di	distorsion prononcée d'un organe intrathoracique
ef	épanchement pleural
em	emphysème
es	calcification en coquille d'œuf des ganglions lymphatiques hilaires ou médiastinaux
fr	fracture de côte(s) (non consolidée ou ancienne)
hi	élargissement de ganglions lymphatiques hilaires ou médiastinaux non calcifiés
ho	aspect en «nid-d'abeilles»
id	coupole diaphragmatique mal définie ¹⁰
ih	silhouette cardiaque mal définie ¹¹
kl	lignes de Kerley
me	mésotéliome
pa	atélectasie en bande
pb	bandes parenchymateuses ¹²
pi	épaississement pleural d'une scissure interlobaire ¹³
px	pneumothorax
ra	atélectasie par enroulement
rp	pneumoconiose rhumatoïde ¹⁴
tb	tuberculose ¹⁵
od	autre affection ou anomalie significative ¹⁶

Synthèse

	Bilan de référence (au début de l'exposition)	Suivi en cas d'exposition cumulée INTERMEDIAIRE ($<1 \text{ mg/m}^3 \times \text{année}$) pendant la période d'exposition	Suivi en cas d'exposition cumulée justifiée comme FORTE ($\geq 1 \text{ mg/m}^3 \times \text{année}$) 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*

* : inutile si un test IGRA antérieur est positif

** : travailleurs provenant depuis moins de 5 ans d'un pays de forte endémie tuberculeuse $>100/100\ 000$, personne en situation de précarité

POUR PLUS D'INFORMATIONS

- Suivi des salariés exposés à la silice
- Intervenants :
 - Pr Sébastien HULO (PUPH au CHU de Lille)
 - Dr David LUCAS (Praticien Hospitalier au CHRU de Brest)
- Date : Jeudi 20 octobre 2022
- Objectifs/Contenu : Rappels sur la silice cristalline, ses effets sanitaires et les moyens de prévention et recommandations issues du dernier rapport de l'Anses.

U3O
 Université de Bretagne Occidentale

FORMATION CONTINUE & ALTERNANCE

**FORMATIONS COURTES
SANTÉ AU TRAVAIL**

Offre de formation 2022



Silice-SSTPC-2022

105

Questions ?

14/04/2022



FACULTÉ
DE MÉDECINE &
SCIENCES DE LA SANTÉ