

Lettre d'information du groupe NANO PRST3

Edito

La dimension nanométrique confère des propriétés techniques intéressantes sources de progrès dans bon nombre de domaines. A titre d'exemple on peut citer les nanoparticules lipidiques véhiculant de façon ciblée l'ARN messager dans le vaccin COVID 19 à ARN, les nanotubes de carbone intégrés dans les électrodes des batteries automobiles nouvelles générations pour un gain d'autonomie et un temps de recharge plus court. Toutefois ces nanotechnologies créent également de nombreuses craintes pour la santé des utilisateurs. Dans le milieu du travail, l'étendue des utilisations, le tonnage de poudres manipulées, le classement de certaines en catégorie 2 par le CIRC, les difficultés d'identification, l'absence d'évaluation des risques, incitent à la vigilance. Sous l'impulsion du Plan Régional Santé Travail, des groupes pluridisciplinaires, pilotés par la DIRECCTE, se sont mis en place à Limoges, Poitiers et Bordeaux créant ainsi un réseau de correspondants « nano » sur la Nouvelle-Aquitaine. Les services de santé au travail autonomes des entreprises ainsi que les 22 services de santé au travail interprofessionnels ont participé activement à cette démarche. Cette lettre présente les retours d'expérience de 5 d'entre eux et de la DIRECCTE.

Des équipes de médecins, infirmiers et IPRP, préalablement formés aux spécificités du « risque nano », se sont engagées à repérer, notamment dans les TPE/PME, les salariés exposés intentionnellement ou lors de process. Pour conduire les actions, les équipes ont fait valider leurs projets en commission médico technique. Selon les cas, l'action a été inscrite dans le contrat d'objectif et de moyen signé entre le Service de Santé, la DIRECCTE et la CARSAT ou intégrée dans le projet annuel de service (cf. RETEX STAS17).

Le repérage des dangers et la caractérisation des expositions ont été guidés par l'observation des postes, les déclarations R-nano et les analyses en microscopie électronique (cf. RETEX AIST 87 et AHII64). Ainsi des manipulations directes de poudres

nanométriques (dioxyde de titane, silice amorphe, noir de carbone) ont été mises en évidence principalement lors de la pesée ou du déversement dans les trémies (Cf. RETEX DIRECCTE). Des expositions indirectes liées à certains process tels que la fabrication additive ont été identifiées dans de très nombreux secteurs d'activité (Cf. RETEX SIST79 et AIST19). Toutes ces expositions ont été tracées dans les dossiers médicaux et les documents d'entreprises. Avec les médecins du travail nous avons eu à cœur de convaincre les employeurs d'intégrer les salariés exposés intentionnellement, au dispositif national de veille sanitaire (EpiNano) mis en place par Santé Publique France.

Si les services de santé au travail occupent le premier plan de cette démarche guidée par la protection de la santé, celle-ci repose sur un large partenariat (CARSAT, OPPBTP, MSA, DREAL, Université de Bordeaux, France Chimie Nouvelle-Aquitaine). Cela doit permettre d'accroître les connaissances et lutter contre les idées fausses.

Bien que les sources documentaires dont nous disposons en entreprise demeurent pour l'instant insuffisantes, nous pouvons d'ores et déjà, nous acquitter de plusieurs missions fondamentales : l'information lors du suivi individuel et en CSE, la traçabilité des expositions, la veille sanitaire et l'application des règles de prévention du risque chimique afin de réduire le risque par inhalation.

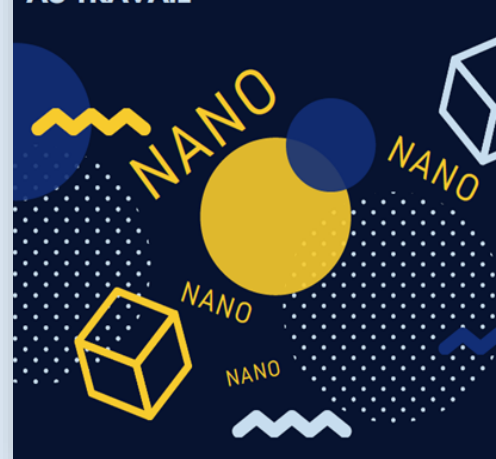
Nos remerciements vont à l'ensemble des médecins du travail, infirmiers et IPRP des services de santé au travail, à ITGA (Particlever®) ainsi qu'à nos partenaires de la prévention.

Dr Nadine RENAUDIE

Pôle Travail
DIRECCTE Nouvelle-Aquitaine



NANOMATÉRIAUX : RETOURS D'EXPÉRIENCE EN SANTÉ AU TRAVAIL



Sommaire

- **Méthodologie et Outils**
- **Stratégie de repérage des nanoparticules en entreprise - STAS 17**
- **Intégration du risque nano dans l'évaluation du risque chimique - SIST79**
- **Repérage des entreprises et l'intégration des salariés dans EpiNano - AIST 87**
- **Retour sur une étude de poste exposant à la silice amorphe - AHII 64**
- **Nanoparticules et Impression 3D - AIST19**
- **Action conjointe DIRECCTE/IT/SST dans une PME**

Méthodologie développée en amont des actions de repérage

LOGIGRAMME D'INTERVENTION SUR LE RISQUE NANO EN ENTREPRISES POUR LES SERVICES DE SANTE AU TRAVAIL Inspection médicale du travail—31 mars 2017

En amont de toute action pluridisciplinaire

- **1 espace de discussion** à investir : la CMT
- **1 cadre** à définir : Projet de service, CPOM, PRST, autre...
- **1 pilote** à désigner
- **2 situations à distinguer** :
 - Fabrication ou utilisation intentionnelle de nano (INRS ED 6174)
 - Procédés techniques dont la mise en œuvre génère des nanos

Pendant la visite d'entreprise

◆ Identifier :

- **les postes à risques** dus à un process émissif (opérations de transfert, échantillonnage, pesée, mise en suspension, incorporation de poudres, formation d'aérosols...) ou usage d'une poudre pulvérulente ou phases de nettoyage entretien maintenance du poste ou de gestion des déchets
- **les expositions** : nature (toxicité du produit chimique), intensité, fréquence, co-exposition chimique ? EPC ? Port d'EPI ?
- **le nombre de salariés potentiellement exposés**

◆ Poser des questions :

- Avez-vous inscrit le risque chimique dans le DUER ?*
- Connaissez-vous les risques professionnels liés aux nanomatériaux ?*
- Utilisez-vous des produits chimiques sous forme nanométrique ?*
- Avez-vous un N° de déclaration R-Nano ?*

- ◆ **Recueillir les données** liées aux produits identifiés : déclaration R-Nano, étiquetage, fiche de données de sécurité, fiche technique ...

Après la visite d'entreprise

- Analyser** les documents demandés et compléter les données si nécessaire (si doute sur FDS adresser un mail au fournisseur)
- Confronter au DUER et aux situations d'exposition constatées**
- Conseiller sur la gestion du risque :**

- 1/ Risque nano avéré : mesures de l'exposition focalisée sur opérateur pour vérifier l'adéquation EPC et EPI
- 2/ Risque nano non identifié : évaluation initiale d'une exposition potentielle focalisée sur les sources ou les substances. Quantité émise significative ? Caractère nanoparticulaire ? EPC et EPI à préconiser en fonction des résultats
- 3/ Pas de risque nano (justification d'une substance micro) : maîtrise du risque chimique classique

Pour l'équipe pluridisciplinaire : **traçabilité des expositions collectives dans la fiche d'entreprise** même en cas de doute, **formation/ information** aux risques (employeur, CSE, représentants des salariés, référents santé sécurité), **conseiller** sur EPI/EPC, lien avec d'autres préventeur (OPPBTP...)

Pour les professionnels de santé : **traçabilité de l'exposition individuelle dans le DMST, suivi de santé** (VIP hors postes à risques particuliers, périodicité à définir, protocole à élaborer, données cliniques et d'entretien à noter même si négatif), **information individuelle** sur les risques nouveaux à priori, **sensibilisation individuelle** sur les moyens de protection, mise en place d'une **veille sanitaire**

Outils développés et diffusés en amont des actions de repérage

RÉALISATION ET DIFFUSION D'OUTILS DE SENSIBILISATION

Plaquettes PRST DIRECCTE
Nouvelle AQUITAINE

Plaquette NANO
DIRECCTE Pays de La Loire

NANOMATÉRIAUX
prévenir, ne pas craindre !

LA PRÉVENTION DES RISQUES
LIÉE À L'EXPOSITION AUX
NANOPARTICULES

Un diaporama de vulgarisation à
destination des membres de CSE

Plaquette PRST
DIRECCTE
Auvergne Rhône-Alpes

ELABORATION DE COURRIERS TYPES

Pour obtenir des
informations
complémentaires
auprès des fabricants

Flyer

DIFFUSION DES
OUTILS
EpiNano

Affiche

Ces documents sont accessibles sur demande : na.inspection-medicale@direccte.gouv.fr

ou sur les sites suivants :

<https://prst-nouvelle-aquitaine.fr/>

<http://pays-de-la-loire.direccte.gouv.fr/Le-site-dedie-du-PRST-3-en-Pays-de-la-Loire>

<http://auvergne-rhone-alpes.direccte.gouv.fr/>

<https://www.santepubliquefrance.fr/>

Une stratégie de repérage des entreprises potentiellement utilisatrices de nano dans le cadre du projet de service - STAS 17

STAS 17

- 6000 adhérents (80 % comptent moins de 10 salariés)
- 53 000 salariés suivis

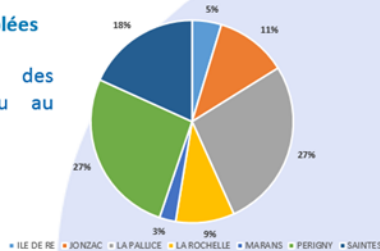
Le service est réparti en 3 secteurs géographiques :

- * LA ROCHELLE : 10 médecins du travail, 4 IDEST, 1 ergo, 1 conseillère en prévention, 3 THS et 2 AST
- * SAINTES : 1 médecin du travail, 2 IDEST, 1 conseillère en prévention et 1 AST
- * JONZAC : 1 médecin du travail et 1 IDEST

Environ 2 000 entreprises ciblées

Localisation géographique des entreprises ayant répondu au questionnaire

■ 192 réponses



EVOLUTION DE L'ACTION

Initiée par les 2 conseillères en prévention qui participent au PRST3 Nouvelle-Aquitaine animé par Nadine RENAUDIE.

2018-10 : Sensibilisation des équipes médicales et techniques au cours d'une réunion pluridisciplinaire « **Risques émergents liés aux nanomatériaux et nanoparticules** ». Souhait d'initier une action de service.

2018-11 Constitution d'un groupe de travail

- * Rédaction d'une **fiche action** validée en CMT,
- * Réflexion sur une **stratégie de repérage**,
- * **Identification** des secteurs d'activité,
- * Envoi d'un **courrier d'information** par mailing aux 2000 entreprises ciblées,
- * Mise en ligne d'un **questionnaire de repérage**,
- * Conception d'une **fiche pratique** « **Les nanoparticules** » à destination de nos adhérents et des équipes du service,

2019-04

- * Préparation d'**actions de sensibilisation**, de conseil et de prévention auprès des entreprises concernées

2019-07 : Présentation des premiers résultats de réponses du questionnaire au groupe de travail et remerciement des entreprises pour leur participation à l'enquête

2019-09 : Relance du questionnaire aux entreprises n'ayant pas répondu

2019-10 : **Collaboration de la CARSAT** dans le groupe de travail pour mettre en place un projet de réunion d'information auprès des entreprises ayant répondu « **oui** » ou « **je ne sais pas** » quant à l'utilisation de substances ou produits à l'état nanoparticulaire au sein de leur entreprise ; objectif de **présenter les résultats** du questionnaire et **sensibiliser** au risque nano.

2020-01 : Programmation de la réunion d'information en mars 2020

2020-02 : Peu de participants inscrits = annulation

PROBLEMATIQUE / OBJECTIFS

Problématique : *Comment faire le repérage de nos entreprises adhérentes potentiellement utilisatrices de nano, sans être chronophage ?*

Objectifs :

• Pour l'adhérent :

- * **Aider les entreprises** susceptibles de produire, utiliser ou manipuler les nano-objets, nanomatériaux et/ou nanoparticules, à les repérer et à mettre en œuvre des mesures de prévention

• Pour le service STAS :

- * **Inventorier les entreprises utilisatrices de nano**, adhérentes au service de la STAS
- * **Diffuser l'information dans le service** pour assurer un suivi adapté et une veille sanitaire en lien avec l'exposition
- * **Apporter des connaissances aux équipes médicales et techniques** (repérage des tâches exposantes sur le terrain, questionnement sur les propriétés innovantes...)
- * **Proposer des mesures de prévention** aux entreprises utilisatrices

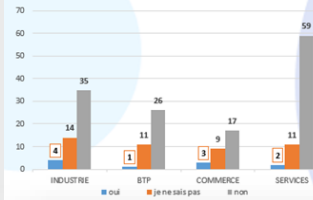
Question N° 1 : Avez-vous connaissance de l'utilisation de nanomatériaux ou de production de nanoparticules dans l'entreprise ?

Répartition par secteur d'activité

■ OUI = 10

■ NSP = 45

■ NON = 137



Question N° 3 : Mettez-vous en œuvre des matériaux (ou produits) possédant des propriétés innovantes ?

Parmi les matériaux ou produits :

- Agent antibactérien (12)
- Agent anti UV (2)
- Agent fluidifiant (1)
- Agent anti agglomérant (1)
- Agent autonettoyant (6)
- Catalyseur abrasif (2)
- Agent de renforcement (1)
- Agent dépolluant filtrant (4)
- Autres agents (4)

Répartition des 10 utilisateurs de NP/NM par secteur d'activité

2 déclarations R-Nano :

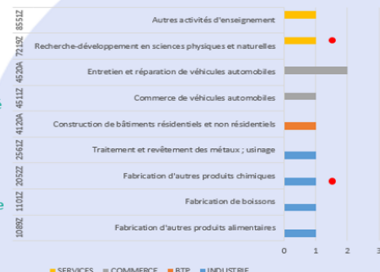
■ 7219Z (Recherche-développement en biotechnologies)

Matériaux **nanoporeux** (étude des transferts réactifs dans les matériaux poreux) → intégré dans une matrice

■ 2052Z (Fabrication de colles)

Pigment : oxyde de fer → en poudre

Biocide sur silice amorphe → intégré dans une matrice



CONCLUSION / ENSEIGNEMENTS

- Grande difficulté d'approche des entreprises sur un sujet méconnu et non prioritaire.
- **Nouvelles réflexions** sur la stratégie d'intervention auprès des entreprises ciblées
 - ⇒ **2ème Information NANO** des différents intervenants de la STAS (AST, THS, IDEST, MT) avec remise du document PRST2 Poitou-Charentes « NanoQuestions – Outil pour le préventeur »
 - ⇒ **Accompagnement individuel des entreprises** pour aide au repérage d'expositions aux nanos par le biais de la fiche d'entreprise
 - ⇒ Projet de création d'un **atelier de prévention** en 2021

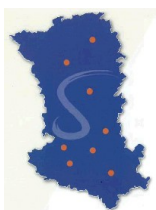
Exemple d'intégration du risque nano dans l'évaluation du risque chimique - SIST79

SIST 79

- 7865 entreprises adhérentes (80% comptent moins de 10 salariés)
- 87 605 salariés suivis

Ressources pluridisciplinaires

- * 22 médecins du travail (4 collaborateurs)
- * 15 IDEST
- * 39 secrétaires médicales
- * 16 ASST
- * 7 IPRP (métrologues, chimistes, ergonomes)



COMMENT EST ABORDÉ LE RISQUE NANO ?

Depuis 2016, le SIST 79 a décidé d'intégrer de façon systématique, le risque lié aux nanomatériaux, à toutes les évaluations du risque chimique menées par les toxico-chimistes.

Les **secteurs d'activité** et **agents chimiques (utilisés ou émis) étudiés**, influencent la recherche de présence de nano intentionnels ou non intentionnels.

ACTION PHARE EN 2018

Le secteur de la literie a notamment attiré l'attention des toxico-chimistes car il s'agit d'un **secteur textile innovant**, pouvant avoir recours aux nanomatériaux, comme l'indiquent de nombreuses publicités (Cf. exemple ci-contre). Une action d'évaluation coordonnée par le médecin du travail, a permis **d'affiner et de formaliser une démarche d'analyse et de prévention du risque nano en entreprise dans un secteur ciblé potentiellement exposant**.

Démarche

Pré visite

- Rencontre de l'employeur et référent santé/sécurité de l'entreprise : questionnaire sur l'utilisation intentionnelle de nano et sur la perception et connaissance de ce risque
- Transmission d'informations simples et modérées sur ce risque
- Visite de l'entreprise : repérage de process innovant, émissif et des postes à prioriser

Etude des dangers liés aux produits

- Analyse des Fiches de Données de Sécurité et des Fiches Techniques des produits
- Repérage éventuel par analyse de la composition, des propriétés physico-chimiques
- Demande à l'employeur ou fabricants de produits de documents confirmant la présence ou non de nano : déclaration R-nano, info sur granulométrie, autre attestation, ...

Etude des dangers liés aux situations de travail

- Identification des agents émis par les procédés et des nanos non intentionnels
- Observation des situations de travail et évaluation de l'exposition : nombre de salariés, quantités de produits manipulés, durée et fréquence d'exposition, EPC et EPI existants

Evaluation / actions de prévention

- Evaluation du risque, recherche et proposition d'actions de prévention
- Restitution à l'employeur et détermination des actions de prévention appropriées
- Réflexion sur la pertinence de mettre en place des mesures pour quantifier le risque
- Proposition d'intégrer des salariés dans EPI-NANO



Résultats

Fabrication des matelas : pas d'utilisation de nano dans les textiles

Fabrication des cadres métalliques pour les sommiers : Exposition INDIRECTE aux particules nanométriques issues des fumées de soudage

Exposition au

- ⇒ Dioxyde de titane
- ⇒ Sulfate de baryum
- ⇒ Carbonate de calcium

présents dans les peintures en poudre, considérés comme **non nano** selon la définition de l'UE, mais présentant un risque avéré pour la santé des salariés du fait de la granulométrie

Conseils de prévention pour réduire l'exposition aux poussières

CONCLUSION / ENSEIGNEMENTS

Intégration de la prévention du risque nano au Projet de Service Pluriannuel 2020-2024 du SIST 79 pour optimiser le repérage et la prévention.

Objectif : Sensibiliser tous les acteurs de la prévention, au sein du SIST 79 et dans les entreprises, à la prise en compte et à la gestion de ce risque afin de prévenir les effets sur la santé des travailleurs.

Au sein du SIST 79 : Outiller les médecins, ASST, IDEST, métrologues, ergonomes pour relayer de l'information, repérer, déclencher une action d'évaluation auprès des chimistes, tracer les expositions, suivre les salariés et contribuer au déploiement du dispositif de veille sanitaire EPI-NANO.

Pour nos adhérents : Les informer sur les connaissances actuelles (toxicité et prévention), par la mise en place d'ateliers de sensibilisation en 2021.

Du repérage des entreprises à l'intégration des salariés dans EPINANO - AIST 87

AIST87

- 7000 adhérents (90 % comptent moins de 10 salariés).
- 65 000 salariés suivis
- Une équipe pluridisciplinaire étoffée :
 - * 12 Médecins du Travail - 11 Infirmiers en Santé Travail
 - 21 Assistantes Santé Travail
 - * 13 Intervenants en Prévention des Risques Professionnels

OBJECTIFS

Une large investigation des situations d'exposition aux Nanos, permise par l'utilisation du Nanobadge (PARTICLEVER).

Objectifs :

- Construire un « catalogue » référence des poussières et des procédés potentiellement sources d'exposition aux nanoparticules dans les entreprises adhérentes à l'AIST87. Potentialiser le repérage à grande échelle.
- Orienter efficacement les actions de prévention primaire et initier le suivi épidémiologique avec EPINANO.

Ciblage préliminaire de 16 entreprises

Substances

- ✓ Dioxyde de titane TiO₂
- ✓ Noir de carbone
- ✓ Métaux : Ni, Cr, Cu, Co...
- ✓ Silice amorphe ou cristalline
- ✓ Fibres

Procédés

- ✓ Procédés à très haute T°C
- ✓ Pulvérisation solide ou liquide
- ✓ Manipulation de poudres fines
- ✓ Usinage
- ✓ Impression (toners)

14 confirmations météorologiques

- ✓ Agglomérat Nanostructuré
- ✗ Particule non nanométrique

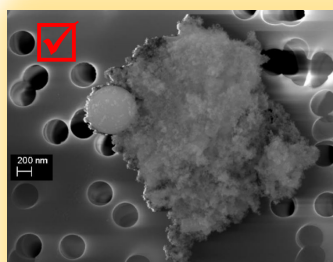
Le matériel : Nanobadge PARTICLEVER

- ✓ Pompe délivrant un débit de 1l/min, munie d'un impacteur (tri des poussières ultra-fines) et d'un filtre spécial pour la microscopie électronique.
- ✓ Prélèvements en ambiance ou en ambulatoire - 15 min



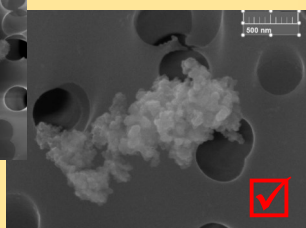
L'analyse proposée à l'AIST87

- ✓ Identification chimique des composés métalliques par XRF
- ✓ Observation et comptage des particules représentatives
- ✓ Microscopie électronique à balayage pour l'imagerie

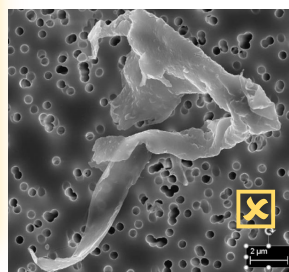


Projection thermique HVOF
(Co, Cr, Zr)

Process à très haute T°C



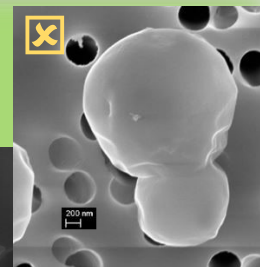
Nettoyage FAP, résidus diesels (C, Si)



Fibre technique (C)

Pulvérisation

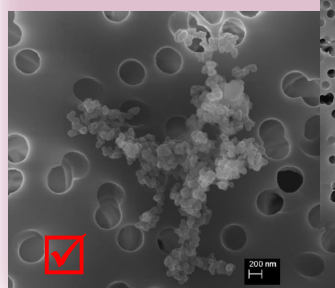
Peinture blanche
de carrosserie (Ti)



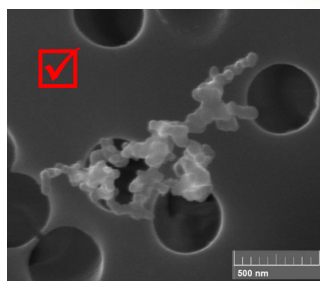
Teinture blanche
de finition
des cuirs (Ti)

Manipulation de poudres fines

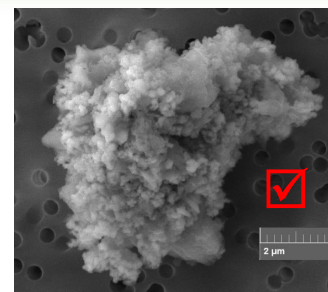
Dépotage noir de carbone (C)



Préparation encres
d'imprimerie (Silice amorphe)



Toner d'impression (C)



Découpe plastique métallisé (Al, Fe, Si, Cl)

Accord de
l'entreprise

Mise en place de la surveillance épidémiologique

Transmission des données d'hygiène
industrielle à Santé publique France

Identification des travailleurs
potentiellement exposés

Invitation des travailleurs
à participer (volontariat)

EpiNano

60
OUI

Suivi de l'état de
santé des travailleurs

Retour sur une étude de poste exposant à la silice amorphe sous forme nanométrique – AHII 64

AHII 64

1299 entreprises
15 324 salariés suivis
4 médecins du travail
1 médecin collaborateur
1 technicien
HSE
1 ergonome
2 IDEST
1 AST



QUELLES EXPOSITIONS ?

Un danger avéré

Le fournisseur étant Espagnol, l'entreprise déclare son utilisation et son importation sur R-Nanos.fr

Une exposition dans 2 ateliers : la préparation et le mélangeage où 3 salariés travaillant en horaires postés (2 postes de travail) sont exposés.

- **Gestion du big bag 600 Kg vide** : dont l'enlèvement du **big bag vide** (secouage, pliage, roulage, transfert) de la station de vidange **et son pliage** (1 fois tous les 7-10 jrs)
- Pesée, avec l'**ajout manuel d'ingrédients** sur la silice à l'intérieur du bac (voir photo ci-contre)
- Nettoyage des locaux et matériels
- Dépose du mélange : versement à la pelle de silice au-dessus du mélangeur (voir photo ci-contre)



- Découpe du mélange,
- Nettoyage : **balayage sous le mélangeur à cylindre**. Des nuages de poussières sont observés régulièrement.



CONSEILS

1. Utiliser si possible techniquement un **gel ou un liquide**.
2. Disposer d'une **ventilation mécanique** globale pour chaque atelier. Vérification périodique de l'efficacité des systèmes de ventilation
3. Utiliser un aspirateur à filtre HEPA pour le nettoyage des sols au mélangeage. **Proscrire le balayage**. Envisager un nettoyage à l'humide régulier des deux ateliers.
4. **Entretien ou faire entretenir** les tenues de travail des salariés exposés
5. Fournir des combinaisons à capuche type 5 (étanche aux poussières) et imposer leur port.
6. Fournir des chaussures de travail étanches aux poussières et des lunettes équipées de protections latérales. A noter, l'exposition étant supérieure à 1 heure pour les 2 postes : il est conseillé le **port de masque à ventilation assistée au minimum de type TH2P** (évitant les efforts respiratoires) tenant compte des mouvements, des exigences de vision et des autres EPI (bruit)
7. **Informé** : afficher les consignes d'EPI et les risques aux postes (notamment les risques liés aux nanos) via une **notice de poste**.
8. Prise de **douche en fin de poste**.
9. **Atelier mélangeage** : fournir et installer des poubelles étanches spécifiques, identifiées et réservées aux nanomatériaux (recommandation d'un emballage double, résistant et hermétique)



L'ENTREPRISE

L'entreprise fabrique des bottes de sécurité : 300 paires par jour, 60 000 paires de bottes par an. La silice amorphe est utilisée par l'entreprise dans toutes ses productions depuis 1932, soit 150 tonnes de caoutchouc et 24 tonnes de silice précipitée. L'employeur s'interroge sur les risques pour la santé des produits chimiques utilisés sous forme nanométrique.



LA SILICE AMORPHE

Les **avantages** de ce matériau sous forme nanométrique, recherchés par l'entreprise, sont l'**amélioration des propriétés mécaniques** (rigidité et fluidité). C'est une fine poudre blanche **très volatile, pulvérulente**.

Toxicité : La silice amorphe est **sans effet spécifique pour la santé** au contraire des silices cristallines. Néanmoins, la **granulométrie** et la **grande réactivité de surface** des nanosilices peuvent avoir des propriétés cytotoxiques (stress oxydatif et atteintes biologiques). Si les données expérimentales sont nombreuses elles demeurent encore insuffisantes pour attester d'une toxicité chronique chez l'homme en situation professionnelle) L'INRS a publié en Déc.. 2019 (RST N°160) l'état des connaissances sur la toxicité des silices amorphes nanostructures sur lequel nous nous appuyons.



QUELLE PREVENTION MISE EN PLACE ?

Conception intégrée (2013 – accompagnement Carsat)

Préparation :

- Station de vidage Big Bag équipée de **vibreurs** pneumatiques
- Pas d'ouverture de sac de 25Kg
- Captation à la source : remplissage automatisé de silice **sous aspiration et capotage** (type « Anneau de Pouyes »).
- Contrôle de l'efficacité de l'aspiration
- Nettoyage par aspiration HEPA.
- Hygiène des vestiaires



Aspiration à la source



Port du masque FFP3



CONCLUSION / ENSEIGNEMENTS

Pour le Service de Santé au Travail :

- L'exposition des 3 salariés a été tracée dans les documents d'entreprise (FE et DU)
- Le suivi des salariés a été adapté
- Les salariés volontaires ont été inclus dans Epi-Nano (rôle central du médecin du travail)
- Les salariés (risques au poste) ont été mieux informés et mieux protégés.



Pour l'entreprise :

- **Sensibilisation** aux risques émergents
- Amélioration des **règles d'hygiène**
- **Réduction des risques** (captation à la source, port effectif du masque FFP3)

Nanoparticules et Impression 3D - AIST19

AIST19

6000 entreprises adhérentes (77% comptent moins de 10 salariés)
60 000 salariés suivis
12 Médecins du travail (1 collaborateur)
11 IDEST
14 Secrétaires médicales
1 ASST
9 IPRP (météorologues, ergonomes, ingénieur et techniciens HSE)



LES OBJECTIFS

- Connaître les spécificités techniques des différentes impressions 3D et les matériaux utilisés....
- Caractériser l'exposition des salariés aux nanoparticules....
- Communiquer auprès des acteurs de la prévention du service, des employeurs et des salariés

L'ACTION

La fabrication additive est inscrite dans le **projet de service 2018/2023**

Chronologie

Janvier à mars 2018 recherches techniques et bibliographiques sur les différents procédés et la toxicité de la FA, communication auprès des intervenants du service de santé

Mars à décembre 2018 identification et inventaire des entreprises réalisant de la FA, intervention de la toxicologue pour l'évaluation des risques

Décembre 2018 /2019 2020 Etude de poste et caractérisation des particules émises en frittage métallique

2020 /2021 programmation d'un nouveau mesurage avec analyse en ME sur la technologie de frittage plastique

En frittage métallique mise en évidence d'agglomérats nanostructurés de Si et Fe de 200nm, se présentant sous forme de chapelets de particules sphériques.

Communication très efficace en terme de prévention

Question : le nombre de recyclage de la poudre influence t-il la granulométrie des poudres émises ?

LE CONTEXTE

- Technologie plutôt récente qui se développe massivement dans les entreprises par sa facilité de mise en place et par un cout d'investissement relativement faible selon la technique utilisée.
 - Recouvre en pratique de multiples procédés mettant en œuvre des matériaux divers : métaux-polymères-céramiques
 - Technologie mal connue des services de prévention ce qui ne permet pas d'évaluer correctement les risques et conseiller lors d'interventions en entreprises ou lors du suivi individuel de l'état de santé
 - Dans l'esprit de la grande majorité des entreprises l'impression 3D est dénuée de danger
- Au total technologie émergente → identification de nouveaux risques

EXEMPLE D'ACTION

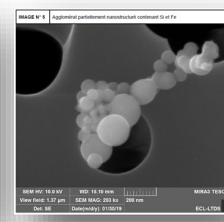
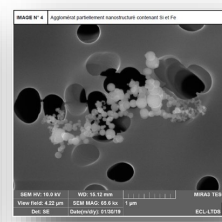
2019 : intervention dans une start-up corrézienne spécialisée dans le frittage métallique. A la suite de la visite d'entreprise doute sur une exposition à des particules nanométriques et sur la conformité des équipements de prévention

Principaux constats

- **Produit utilisé** ne fait pas l'objet de déclaration R nano
- **poudre micrométrique** (taille particule 37 000nm) recyclée (50 cycles)
- **conditionnée dans un récipient** métallique hermétique : 210 kilos annuel sont utilisés



- **L'imprimante isolée** dans une pièce dédiée et ventilée, intégrant un système d'aspiration
- Le process génère des **particules nanométriques**
- **3 phases à risque** : ouverture de l'enceinte, nettoyage de l'enceinte et tamisage des poudres



CONCLUSION / ENSEIGNEMENTS

- En frittage métallique, confirmation d'un risque d'exposition potentielle aux particules nanométriques en fin de process.
- Résultats conformes aux connaissances actuelles (INRS Ed 144 et travaux expérimentaux INRS).
- D'une façon générale, les risques liés à l'usage d'imprimante 3D en milieu de travail sont sous estimés.
- Nécessité d'une meilleure connaissance et prise en compte des techniques en voie d'expansion comme l'impression 3D par fil fondu

Une action conjointe DIRECCTE/Inspection du travail (IT)/ Services de santé au travail (SST) dans une PME du secteur des biotechnologies

LA GENESE DE L'ACTION

Demande d'information à la DIRECCTE sur l'obligation de déclaration R-Nano d'une entreprise utilisatrice de nano poudre de silice amorphe comme agent de filtration. L'entreprise s'interroge sur son éventuelle obligation de déclaration.

Un contexte favorable

- Une entreprise curieuse et volontaire pour améliorer les conditions de travail et protéger la santé de ses salariés,
- Une bonne coordination des préventeurs : SST, IT, DIRECCTE, responsable HSE de l'entreprise

REPONSE DE LA DIRECCTE

Initiative d'une visite d'entreprise de l'agent de contrôle IT - Constat d'une exposition potentielle - L'entreprise pose la question de l'efficacité des moyens de prévention mis en place
Proposition de l'appui de l'ingénieur de prévention et du médecin inspecteur du travail dans le cadre du PRST pour objectiver le risque nano

L'ÉTUDE DE POSTE

Un produit utilisé



Quantité : 1 tonne/an

Données physico-chimiques		
Propriétés	Unité	Valeurs indicatives
Surface spécifique (BET)	m ² /g	380 ± 30
Densité après tassement* selon DIN-EN-ISO 787/11, août 1983	g/l	env. 50
Teneur en humidité* 2 h à 105°C	% en masse	≤ 2,0
Perte à la calcination 2 h à 1000°C, par rapport à la substance séchée 2 h à 105°C	% en masse	≤ 2,5
pH dispersion / H ₂ O à 4%		3,7 - 4,7
Teneur en SiO ₂ sur produit calciné	% en masse	≥ 99,8

Extrait Fiche technique

*sortie de four à 105°C pendant 2 heures, certaines valeurs sont spécifiées. (cf. notre spécification officielle).

Des tâches exposantes

Atelier de production

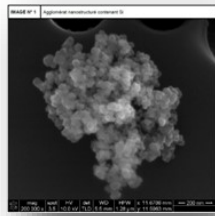
- 2 intervenants : 1 opérateur et 1 technicien
- 2 phases potentiellement exposantes : pesée et transvasement de poudre dans une cuve cylindrique
- En fonction du contenu de la cuve, la quantité de poudre déversée est calculée et pesée (soit en moyenne entre 13 et 16kg)
- Temps d'exposition relativement court, moins de 15 min, une fois dans la journée et répétée 2 à 3 fois par semaine (lundi-jeudi-vendredi)



LES CONCLUSIONS DE L'ÉTUDE

L'étude de poste confirme la réalité de l'exposition

- Visualisation de nuages de poudre à différents temps (ouverture sac, transvasement, pesée, fermeture sac, dépose au sol des sacs)
- Traces de poussières sur les surfaces (sols, rambarde de l'échelle, plate-forme, cuve, couvercle)
- Une présence confirmée d'agglomérats nanostructurés de silice amorphe par microscopie



- Bonne prise en compte des phases émissives
- Bonne organisation du travail
- EPC/EPI présents et utilisés



- Ouverture des sacs génératrice de poussières, pliage des sacs également émissif
- Mauvais positionnement du masque/charlotte réduisant le facteur de protection du masque
- Procédure d'enlèvement et d'élimination des gants et combinaison non satisfaisante
- Pas de nettoyage en fin de poste ni fin de semaine, nettoyage en fin de tâche uniquement
- Evacuation des sacs à l'extérieur dans un conteneur non dédié aux produits chimiques

LES PRÉCONISATIONS

Substitution

- Existe-t-il une autre forme physique (pastille, liquide ...) ? Peut-elle être utilisée ?

Équipement de protection collective

- Pouvoir de dispersion important : tout ne se dépose pas instantanément au sol → Mise en place d'une ventilation générale préconisée et vérification du bras aspirant ainsi que de la fréquence de changement des filtres (colmatage des filtres possible)

Équipement de protection individuelle

- Se pose la question de la ventilation assistée ? Plus confortable (manutention des sacs) avec une meilleure protection d'autant qu'on constate une mise en place non optimale des EPI - formation nécessaire - port d'une combinaison type 5 ? - Stockage des masques

Gestion des déchets

- Non prise en compte du risque chimique avec l'absence de contenant spécifique. Procédure à mettre en place

Organisation du travail

- L'analyse montre des gestes pouvant générer une pollution de l'air et des pratiques non harmonisées entre les opérateurs (mettre en avant les bonnes pratiques et les bons gestes)
- Réfléchir sur le poste de pesée pour limiter la manutention
- Signalisation - information liées au risque nano à améliorer

Suivi individuel et veille sanitaire à mettre en place de façon concertée avec le SST - Traçabilité des expositions par le SST dans le dossier médical santé travail (données individuelles) et dans la fiche d'entreprise (données collectives)

Mise à jour du DUERP en intégrant ce risque nouveau.

CONCLUSION / ENSEIGNEMENTS

- Une question juridique initialement déconnectée de la problématique conditions de travail - Cela a été toutefois l'occasion d'aborder les questions santé sécurité au travail avec l'entreprise :
 1. Mise à jour des connaissances
 2. Aide à l'évaluation des risques et actualisation du DUERP
 3. Réduction des risques avec un plan d'action

3D : 3 Dimensions

AHII : Association d'Hygiène Industrielle Inter-entreprises

AIST : Association Interentreprises de Santé au Travail

ASST : Assistant de Service de Santé au Travail

AST : Assistant en Santé au Travail

CARSAT : Caisse d'Assurance Retraite et de la Santé au Travail

CIRC : Centre International de Recherche pour le Cancer

CMT : Commission Médico-Technique

CPOM : Contrat Pluriannuel d'Objectifs et de Moyens

CSE : Comité Social et Economique

DIRECCTE : Direction Régionale des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi

DMST : Dossier Médical en Santé au Travail

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DUERP : Document Unique d'Evaluation des Risques Professionnels

EPC : Equipement de Protection Collective

EPI : Equipement de Protection Individuelle

Epi-Nano : surveillance épidémiologique des travailleurs mettant en œuvre des nanomatériaux

FA : Fabrication Additive

FAP : Filtre à Particules

FDS : Fiche de Données de Sécurité

FFP : Pièce faciale filtrante (Filtering Face Piece)

HEPA : filtre à particules aériennes à haute efficacité (High-Efficiency Particulate Air)

HSE : Hygiène Sécurité Environnement

HVOF : Flamme d'oxygène à haute vitesse (High Velocity Oxy-Fuel)

IDEST : Infirmier de Santé au Travail

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

IPRP : Intervenant en Prévention des Risques Professionnels

IT : Inspection du Travail

ME : Microscopie Electronique

MSA : Mutualité Sociale Agricole

NM : NanoMatériaux

NP : NanoParticule

OPPBTP : Office pour la Prévention dans le Bâtiment et les Travaux Publics.

PME : Petite et Moyenne Entreprise

PRST : Plan Régional Santé Travail

RETEX : RETour d'EXpérience

R-NANO : Déclaration en ligne des substances à l'état nanoparticulaire

RST : Références Santé Travail

SIST : Service Interentreprises de Santé au Travail

SST / SSTI : Service de Santé au Travail Interentreprises

STAS : Santé au Travail d'Aunis et de Saintonges

TH2P : Appareils filtrants à ventilation assistée avec casques ou cagoules contre les particules, les gaz et vapeurs. Il existe 3 classes : TH1, TH2, TH3. Les cartouches de filtration particules sont marquées : TH1P, TH2P, TH3P

THS : Technicien Hygiène et Sécurité

UE : Union Européenne

UV : Ultra Violet

XRF : Spectrométrie de Fluorescence des rayons X

Rédacteurs et participants

Dr Nadine RENAUDIE & Maud MALEK

Pôle Travail

DIRECCTE Nouvelle-Aquitaine

2 allée saint Alexis

87000 LIMOGES

<http://nouvelle-aquitaine.direccte.gouv.fr/Limousin>



**Dr Margaux AUDEMARD, Dr Florence MEDEAU, Dr Michel REGARD
Marielle CHARRIER, Dominique DESOUTTER, Isabelle GOUSSEAU,
Christelle METAYE, Karine PLISSON & Jean-Marie LAGRANGE (CARSAT)**

Service de Santé au Travail d'Aunis et de Saintonge

9 Rue Montcalm—CS—60812

17041 LA ROCHELLE CEDEX

<https://www.santetravail17.com/>



Dr Valérie FLEURIMON, Aurore BLANCHET & Loïs LE CLERE

SIST79

1 rue Alfred Nobel

79000 NIORT

<https://www.sist79.org/>



**Dr Pascale BRACHET, Dr Agnès LE FLAHEC,
Karine PROUST & Angélique DAMENE**

AIST87

6 rue Voltaire, CS 51223,

87054 LIMOGES Cedex

<https://aist87.sante-travail-limousin.org/>



Dr Mihai Ion DINCA & Mathieu SEQUEVAL

Service de Santé au Travail Oloron Sainte Marie

40, rue Georges Messier

64400 Oloron Sainte-Marie

<http://santetravailoloron.fr/index.php>



**Dr Armelle BOENNEC, Dr Fabrice MICHIELS,
Isabelle BARONCHELLI & Valérie LASSAUVETAT**

AIST19

9 rue Louis Taurisson,

19100 Brive la Gaillarde

<https://aist19.sante-travail-limousin.org/>

