

Gestion des risques potentiels liés
aux nanotubes de carbone (NTC)
tout au long du cycle de vie.

Gestion responsable des NTC

Le programme de gestion responsable des produits au sein de Nanocyl implique un management des produits chimiques sur site et au-delà ainsi qu'un engagement pro-actif vis-à-vis des utilisateurs et des fournisseurs.

- **Analyses et évaluation des risques:** évaluation du danger intrinsèque et de l'exposition liés aux NC7000™ (littérature et études sur nos produits)
- **Réduction / gestion des risques:** mise en place de mesures collectives (procédures, système d'extraction, ...) et personnelles (masques, gants, lunette de protection,...)
- **Engagement pour une amélioration continue en terme Santé-Sécurité-Environnement:** compliance dans les différents pays où l'on produit/commercialise, team implémentation HSE, CPPT,...
- **Engagement pour fournir une information et un support technique des produits:** communication avec les clients sur les mesures de gestion des risques, MSDS, papier de position HSE à disposition des clients, présentations en externe,...
- **Partenariats** (Cefic, Taskforce nationale, NIA, OECD)

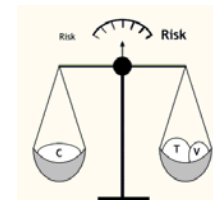
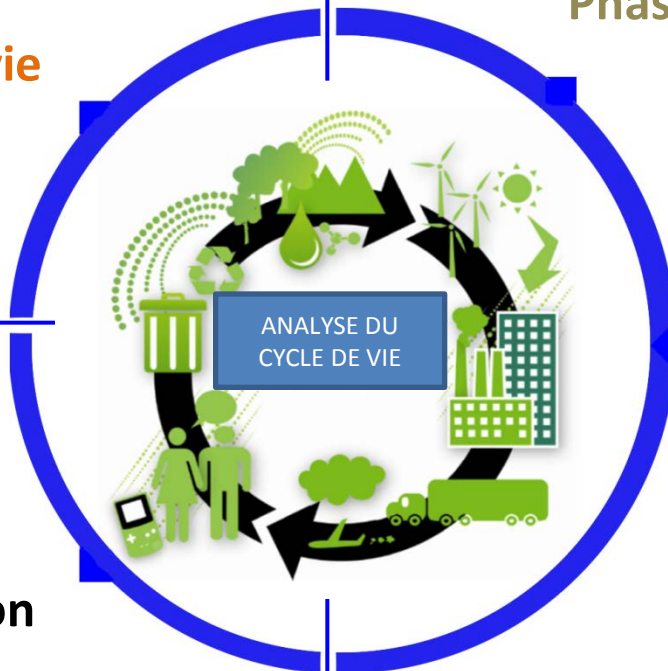


Gestion des risques tout au long du cycle de vie

Phase de fin de vie
des produits

Phase d'utilisation
des produits

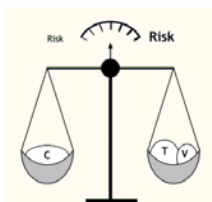
Phase de production des produits



DANGER

EXPOSITION

Quelle voie d'exposition?
Quels effets?
Après combien de temps?



DANGER

EXPOSITION

Evaluation toxicologique – NC7000™

QUELLE TOXICITE INTRINSEQUE POUR LES NC7000™?

NC7000™

DERMALE
→AIGU
→

Pas d'irritation, Pas de corrosion
(OECD 431, 404)

INGESTION
→AIGU
→

Pas d'effet sur la fonction
hépatique et rénale, la
coagulation ni le
système vasculaire
(OECD 420)

CHRONIQUE
→

Pas d'effet sur la fonction
Hépatique et rénale, ni
Sur le système vasculaire

INHALATION
→AIGU
→

Inflammation pulmonaire
avec récupération partielle
pour les haute doses
(OECD 403)

CHRONIQUE
→

Inflammation pulmonaire locale
transitoire au niveau des
sites de déposition pour
les haute doses
(OECD 413)

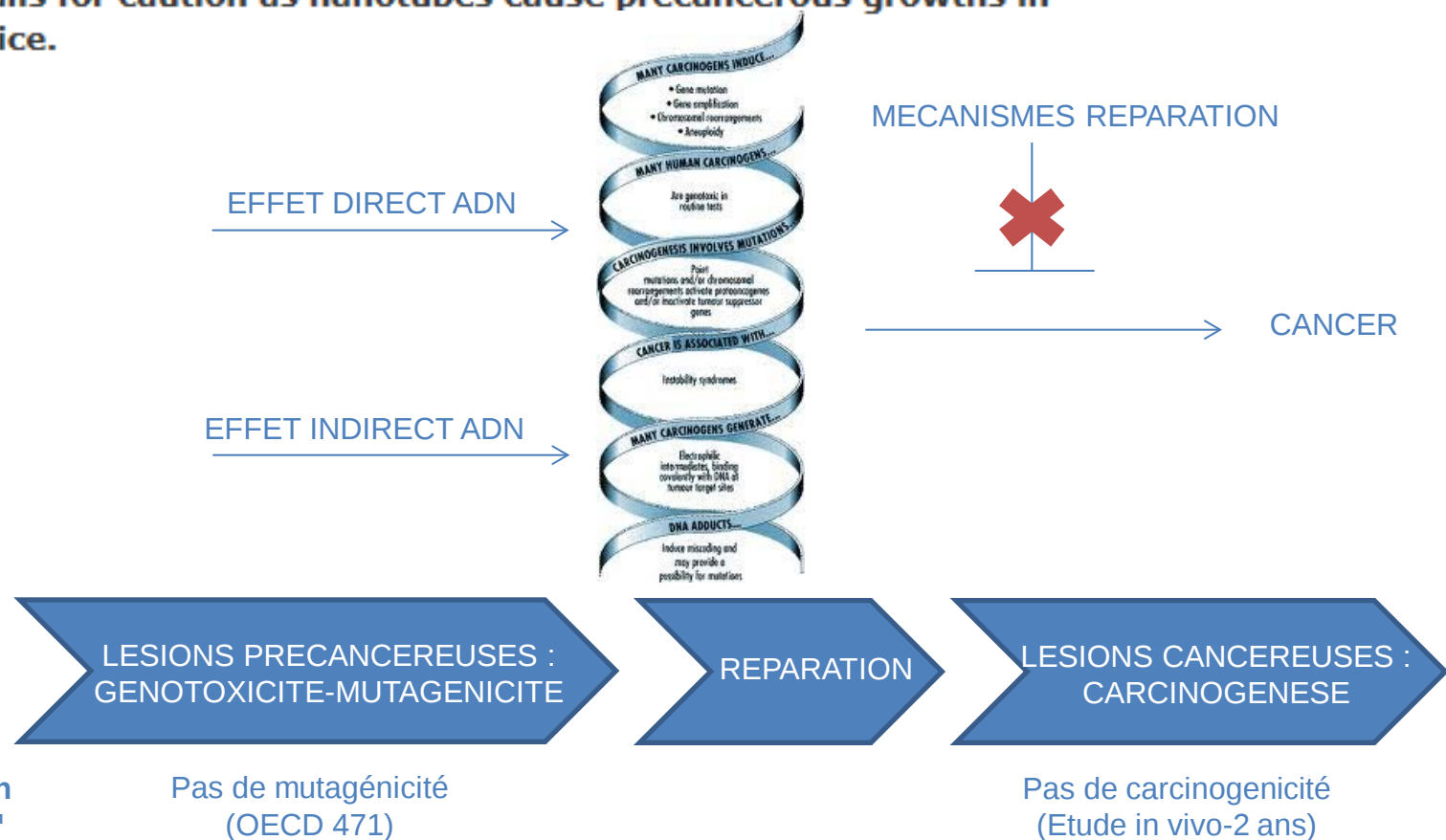
Calcul VLE interne: 2,5 µg/m³

Effet typique des particules insolubles

News

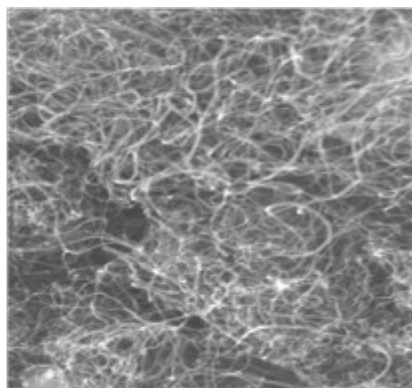
Carbon nanotubes: the new asbestos?

Calls for caution as nanotubes cause precancerous growths in mice.



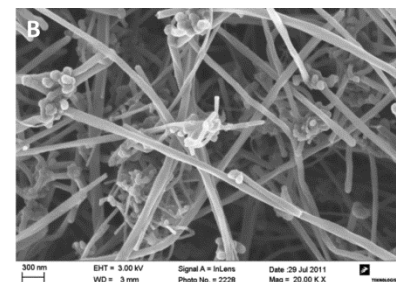
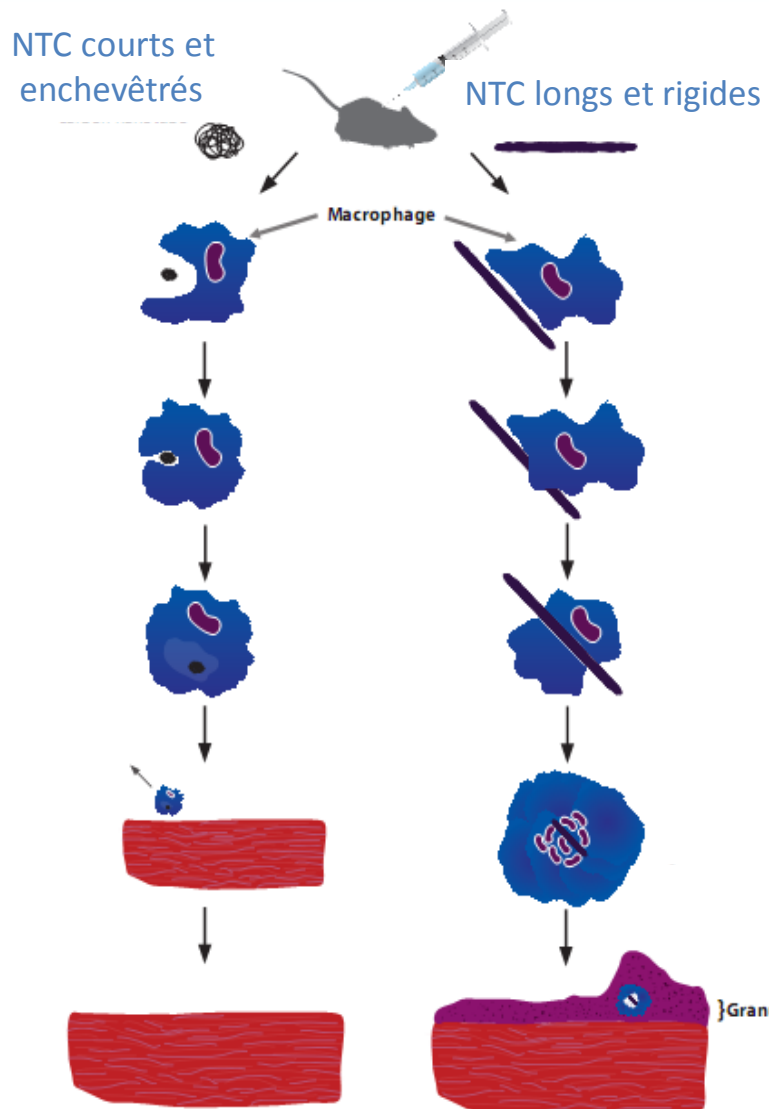
Analyse du danger : Nanotubes de carbone et amiante

Les NTC courts et enchevêtrés
ne se comportent pas comme
l'amiante



Nanocyl NC7000™

Classification IARC :3
(Ne peut pas être classé quant à sa
cancérogénicité pour l'homme)



NTC Mitsui-7



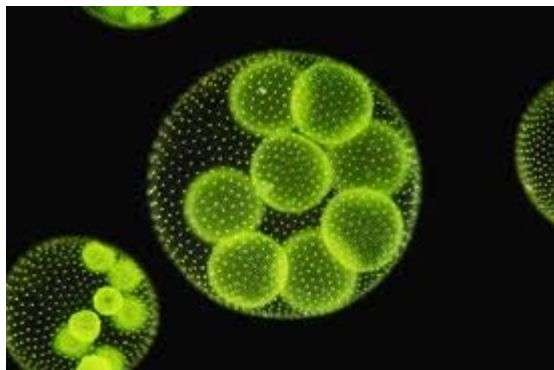
Fibres d'amiante

Masques recommandés:
FFP3 ou
À induction d'air

Classification IARC :2B
(Peut-être cancérogène pour l'homme)

QU'EN EST-IL DES EFFETS ECOTOXICOLOGIQUES DES NC7000™?

ALGUES



Altération de la croissance
des algues dû à un effet
physique – passage lumière
(OECD 201)

INVERTEBRES AQUATIQUES



Pas d'effet toxique
(OECD 202, 211)

POISSONS

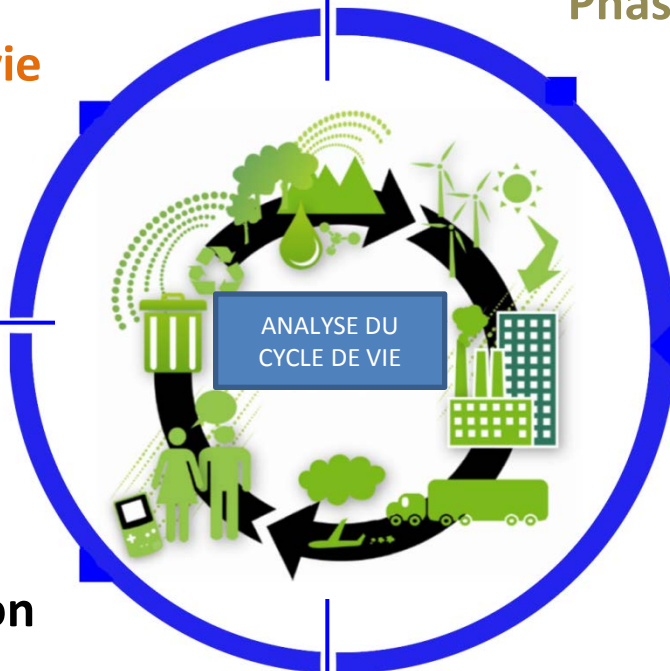


Pas d'effet toxique
(OECD 204)

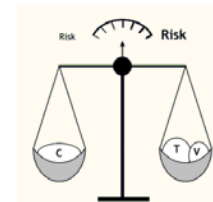
Gestion des risques tout au long du cycle de vie

Phase de fin de vie
des produits

Phase de production des produits



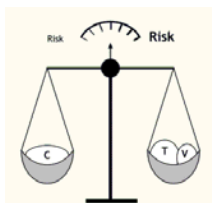
Phase d'utilisation
des produits



DANGER

EXPOSITION

Que respire-t-on?

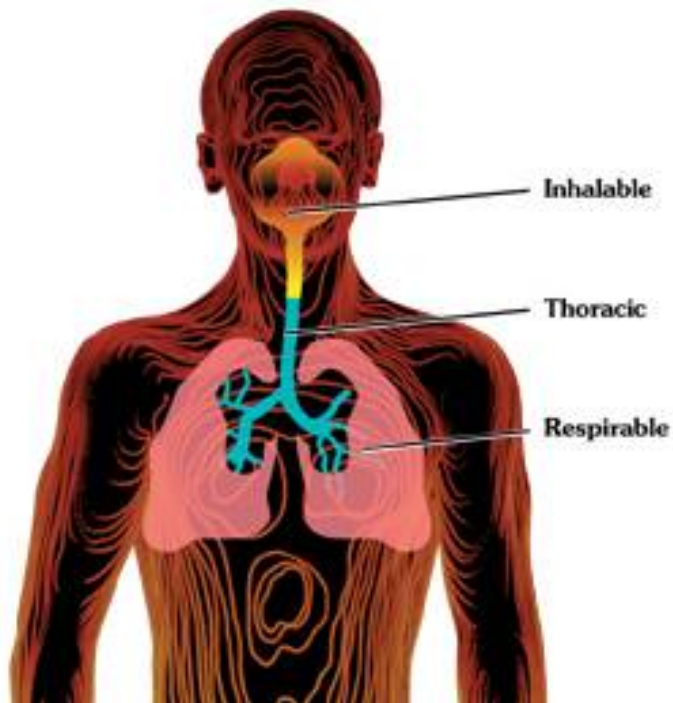


DANGER

EXPOSITION

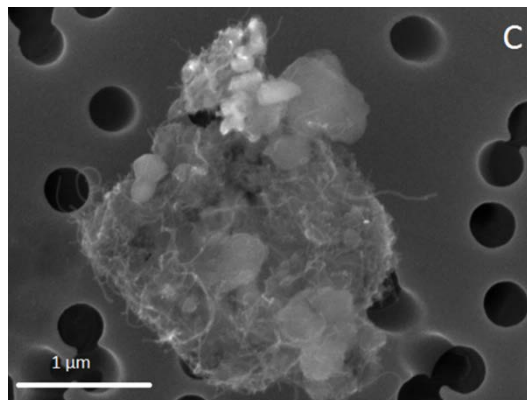
Production des produits

QUE RESPIRENT LES TRAVAILLEURS? JUSQU'OU LES NTC PEUVENT-ILS PENETRER DANS LES VOIES RESPIRATOIRES?



1/ Test de pulvérulence: Taille moyenne des particules générées: 14 μm

2/ Caractérisation qualitative de l'air ambiant de l'usine :
échantillonneur personnel (IOM) et analyse SEM

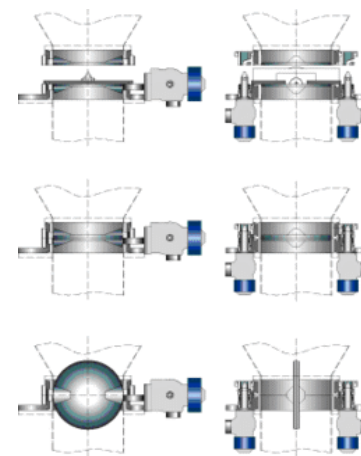


Les travailleurs sont majoritairement exposés à des agrégats/agglomérats de NTC plutôt qu'à des NTC isolés → les mesures de gestion des risques pour les poussières insolubles peuvent être appliquées

EVALUATION ET GESTION DES RISQUES

Identification des tâches potentiellement à risque et développement de 3 scénarios d'exposition (unité de packaging-chargement du feeder de l'extrudeuse-abrasion de compounds) montrant que les NTCs peuvent être manipulés en toute sécurité dans nos installations :

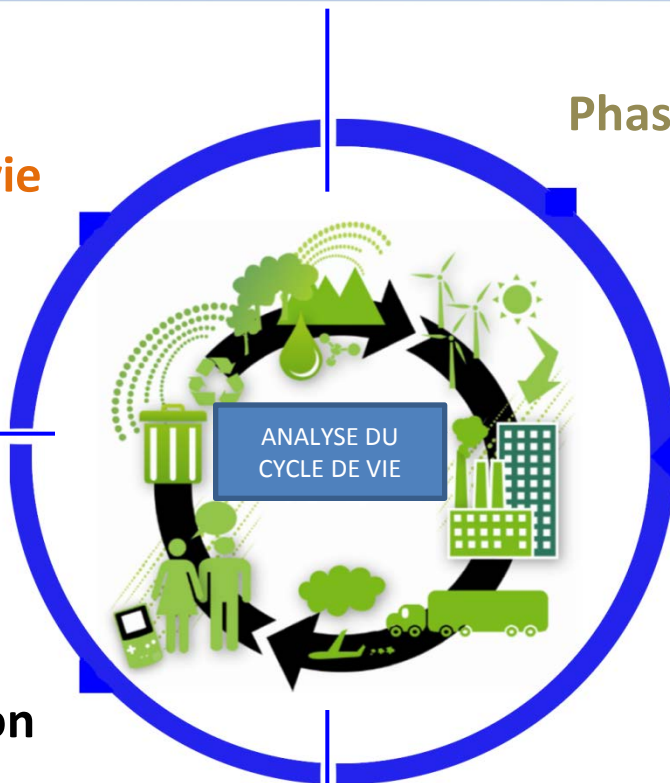
- Mesures techniques au niveau des procédés de production afin de prévenir l'exposition
 - ex.: équipement de transfert entièrement clos avec un haut niveau de confinement garanti par des valves papillon
- Application de mesures de protection collectives à la source
 - ex.: système d'extraction poussière équipés de filtres appropriés, tapis adhésifs
- Mesures organisationnelles appropriées
 - ex. : procédures de travail, formation des travailleurs
- Equipement de protection individuels (EPI)
 - ex.: masque poussière type FFP3, gants appropriés, vêtement de travail et lunette de sécurité



Gestion des risques tout au long du cycle de vie

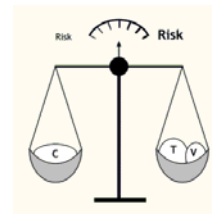
Phase de fin de vie
des produits

Phase d'utilisation
des produits



Phase de production des produits

Des mesures de gestion des risques doivent être mise en place pour se protéger de l'inhalation de hautes doses de NC7000™
ex.: valves papillon, système d'extraction équipé de filtres HEPA,...



DANGER

EXPOSITION

DANGER: les NC7000™ se comportent comme beaucoup de poussières inertes sauf pour l'inhalation de hautes doses de NC7000™

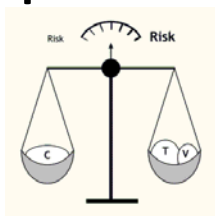
(étude in vivo inhalation 90j: Ma Hock *et al.* 2009-Treumann *et al.* 2013)

EXPOSITION: les mesures montrent que les travailleurs sont principalement exposés à des agrégats/agglomérats et pas à des NTC isolés

Gestion des risques tout au long du cycle de vie

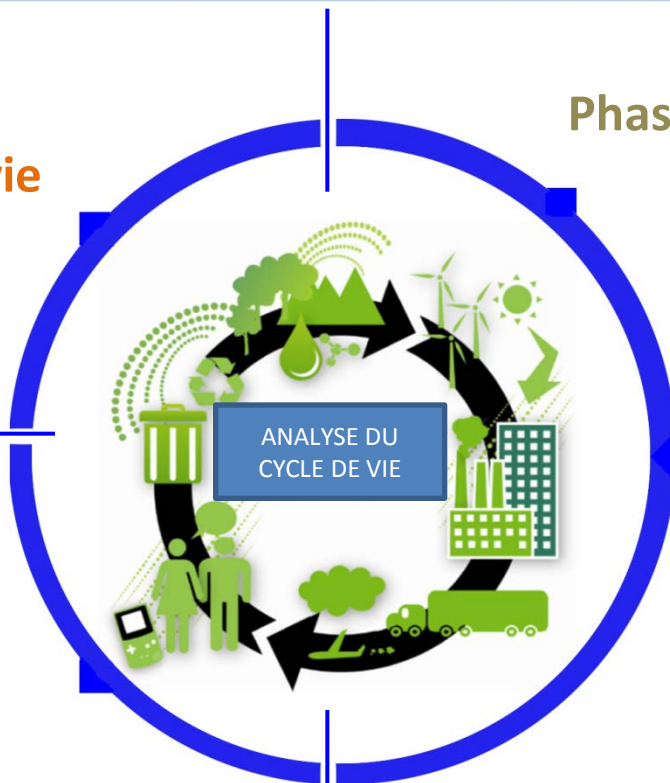
Phase de fin de vie des produits

Phase d'utilisation des produits



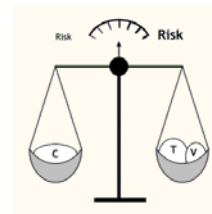
DANGER **EXPOSITION**

Quelle exposition aux NTC suite à la dégradation de la matrice (abrasion, migration, vieillissement)? Les matériaux dégradés sont-ils dangereux?



Phase de production des produits

Des mesures de gestion des risques doivent être mise en place pour se protéger de l'inhalation de hautes doses de NC7000™
ex.: valves papillon, système d'extraction équipé de filtres HEPA,...



DANGER **EXPOSITION**

DANGER: les NC7000™ se comportent comme beaucoup de poussières inertes sauf pour l'inhalation de hautes doses de NC7000™

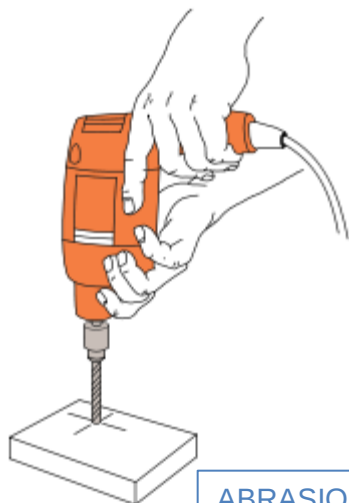
(étude in vivo inhalation 90j: Ma Hock *et al.* 2009-Treumann *et al.* 2013)

EXPOSITION: les mesures montrent que les travailleurs sont principalement exposés à des agrégats/agglomérats et pas à des NTC isolés

Phase d'utilisation des produits

Différents mécanismes de dégradation peuvent être envisagés :

PROCESSUS PHYSIQUE
(ex. **abrasion**, découpe, perçage,...)



ABRASION / SABLAGE sur:

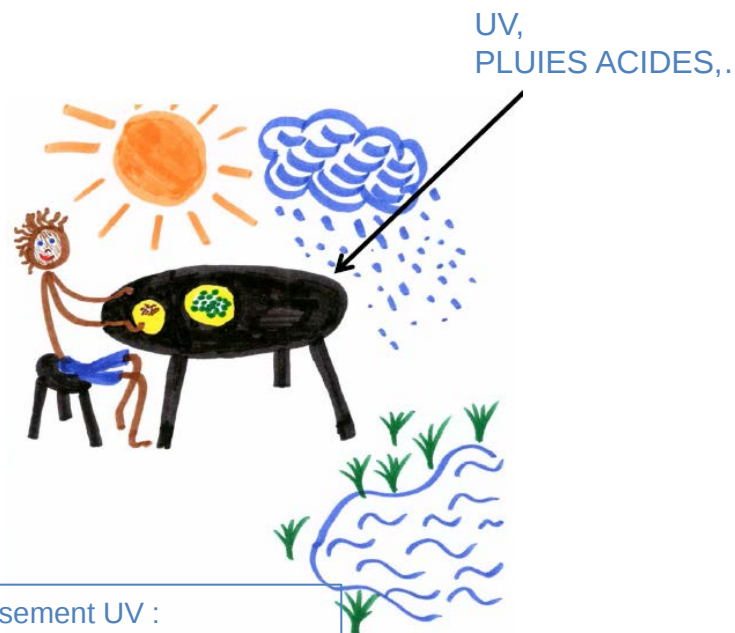
- PP
- TPU
- Résine époxy
- PVDF
- POM
- Ciment durcit

chargé ou non avec NC7000™

PROCESSUS CHIMIQUE
(ex. influence des solvants,
dégradation thermique)



PROCESSUS ENVIRONNEMENTAL
(ex. vieillissement UV)



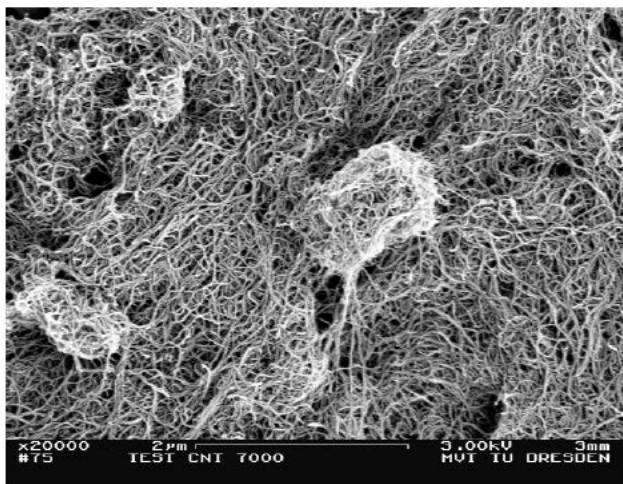
Vieillissement UV :

- POM
- TPU
- PC
- HDPE
- Ciment durcit

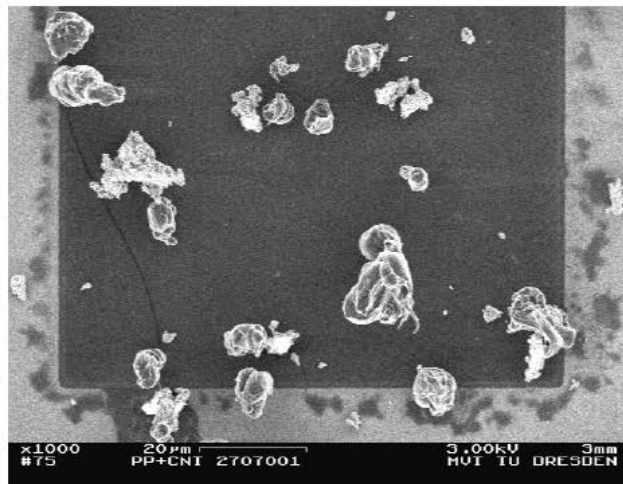
chargé ou non avec NC7000™

Phase d'utilisation des produits

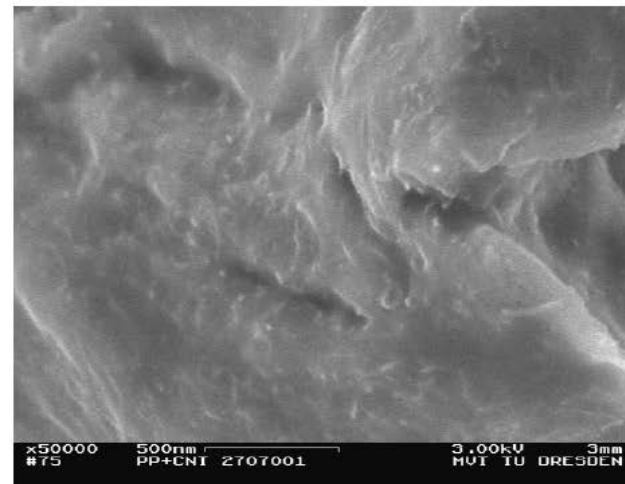
ABRASION DE MATRICES POLYMERIQUES CONTENANT DES NC7000™



a) Nanocyl™ NC7000
magnification 1 : $2 \cdot 10^4$



a) swarf particles of PP-CNT
magnification 1 : $1 \cdot 10^3$



b) swarf particles of PP-CNT
magnification 1 : $5 \cdot 10^4$

Pas de NTC isolés dans les poussières d'abrasion. Des images SEM montrent seulement des particules de NTC enrobées dans leur matrice

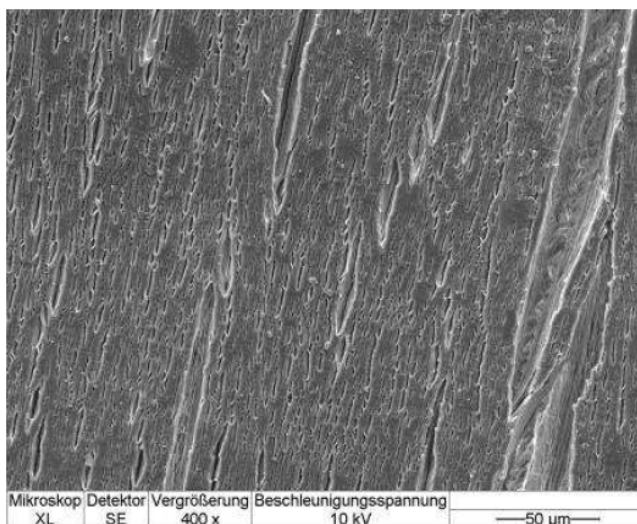


Y'a-t-il des différences en terme d'effets pulmonaires
(matrice vierge vs matrice+NC7000™) après abrasion?

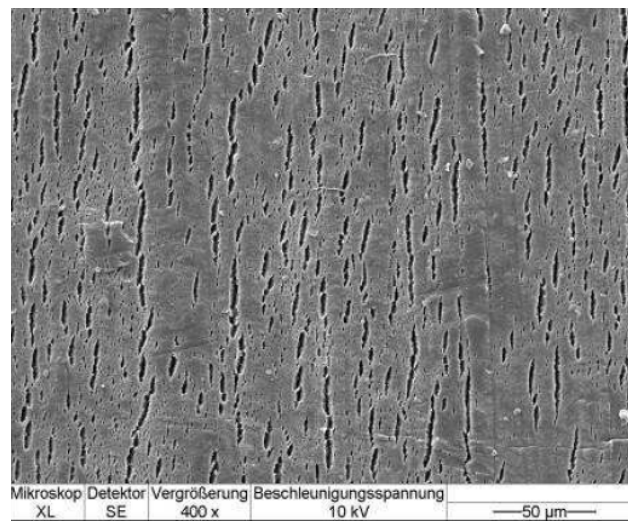
Pas de toxicité additionnelle observée avec la matrice contenant des NC7000™

VIEILLISSEMENT DE MATRICES POLYMERIQUES CONTENANT DES NC7000™

HDPE (1200h)



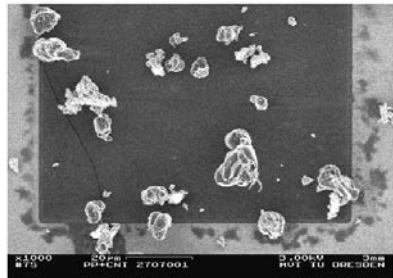
HDPE + NTC (1200h)



Aucune migration en surface n'a pu être observée pendant le vieillissement UV – le relargage de NC7000™ isolés à partir des matrices polymériques est improbable

Gestion des risques tout au long du cycle de vie

Phase de fin de vie des produits

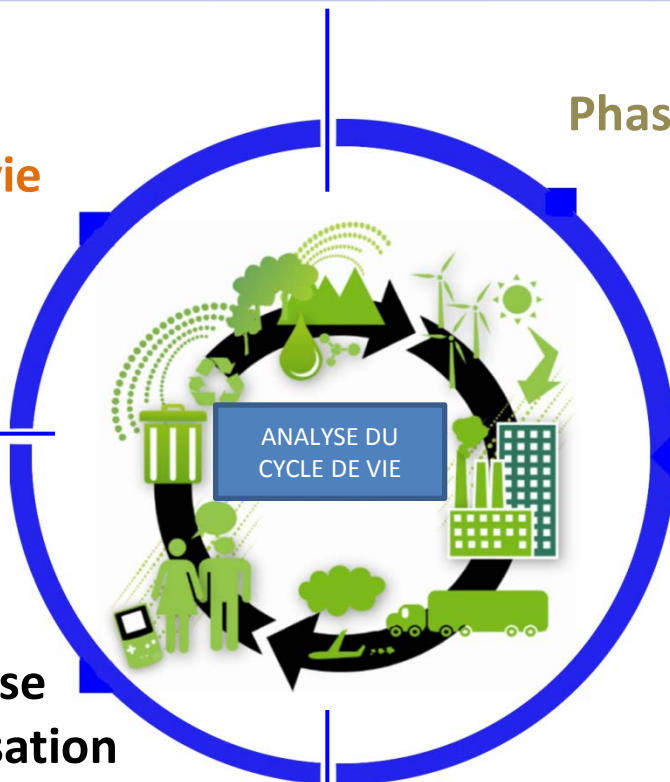


a) swarf particles of PP-CNT
magnification 1 : 1·10³

Les NC7000™ enrobés dans une matrice polymérique ont un risque d'exposition négligeable

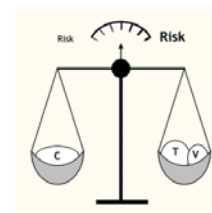
Aucun relargage de NC7000™ libre n'a pu être détecté après abrasion ou vieillissement UV des différentes matrices polymériques testées et aucune toxicité additionnelle n'a pu être mise en évidence avec la présence de NC7000™.

Phase d'utilisation



Phase de production des produits

Des mesures de gestion des risques doivent être mise en place pour se protéger de l'inhalation de hautes doses de NC7000™
ex.: valves papillon, système d'extraction équipé de filtres HEPA,...



DANGER

EXPOSITION

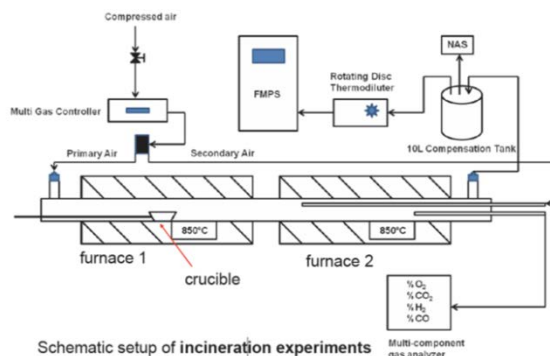
DANGER: les NC7000™ se comportent comme beaucoup de poussières inertes sauf pour l'inhalation de hautes doses de NC7000™

(étude in vivo inhalation 90j: Ma Hock *et al.* 2009-Treumann *et al.* 2013)

EXPOSITION: les mesures montrent que les travailleurs sont principalement exposés à des agrégats/agglomérats et pas à des NTC isolés

Fin de vie des produits

INCINERATION DE MATRICES POLYMERIQUES CONTENANT DES NC7000™



INCINERATION de:

- PC
- PA
- PE

Chargés ou non avec des NC7000™



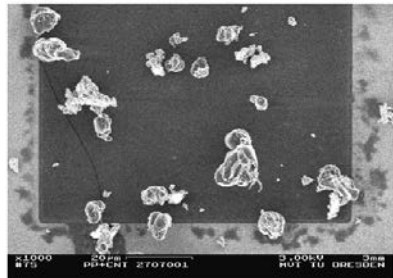
Seule de la suie est récupérée – aucun NTC libre n'a pu être observé dans les échantillons prélevés en sortie.

Gestion des risques tout au long du cycle de vie



Phase de fin de vie des produits

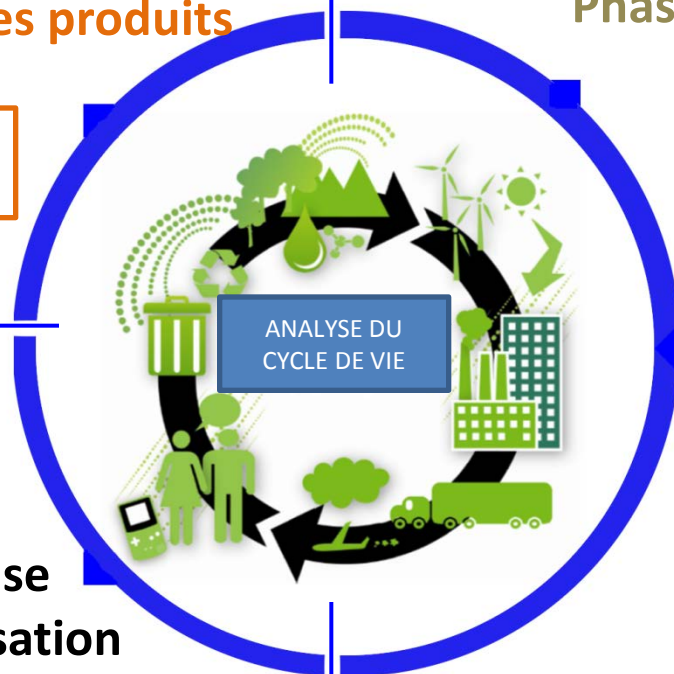
Recommandation d'élimination:
incinération ou recyclage



a) swarf particles of PP-CNT
magnification 1 : 1·10³

Les NC7000™ enrobés dans une matrice polymérique ont un risque d'exposition négligeable

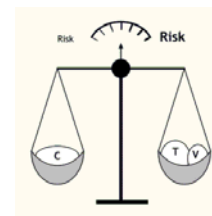
Aucun relargage de NC7000™ libre n'a pu être détecté après abrasion ou vieillissement UV des différentes matrices polymériques testées et aucune toxicité additionnelle n'a pu être mise en évidence avec la présence de NC7000™.



Phase d'utilisation

Phase de production des produits

Des mesures de gestion des risques doivent être mise en place pour se protéger de l'inhalation de hautes doses de NC7000™
ex.: valves papillon, système d'extraction équipé de filtres HEPA,...



DANGER

EXPOSITION

DANGER: les NC7000™ se comportent comme beaucoup de poussières inertes sauf pour l'inhalation de hautes doses de NC7000™

(étude in vivo inhalation 90j: Ma Hock *et al.* 2009-Treumann *et al.* 2013)

EXPOSITION: les mesures montrent que les travailleurs sont principalement exposés à des agrégats/agglomérats et pas à des NTC isolés