

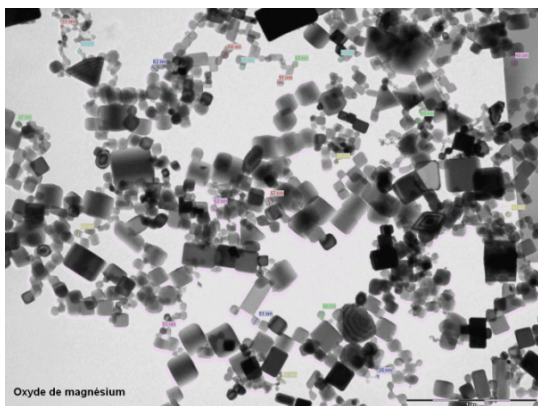


# Maîtriser les risques liés aux Nanomatériaux outils et dispositif financier

Aurélien USTACHE  
Direction des Risques Chroniques

[aurelien.ustache@ineris.fr](mailto:aurelien.ustache@ineris.fr)  
[www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)

13/10/2016  
ENSIC

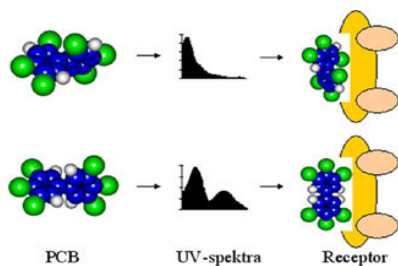


maîtriser le risque  
pour un développement durable

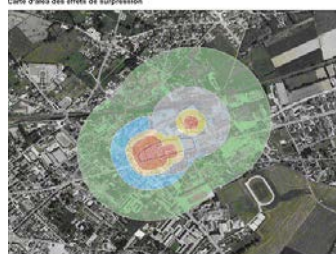


# Notre métier : analyser, évaluer pour maîtriser les risques

.. Sanitaires et environnementaux  
toxicité, exposition, impact



.. Accidentels et phénomènes  
danger, probabilité, gravité



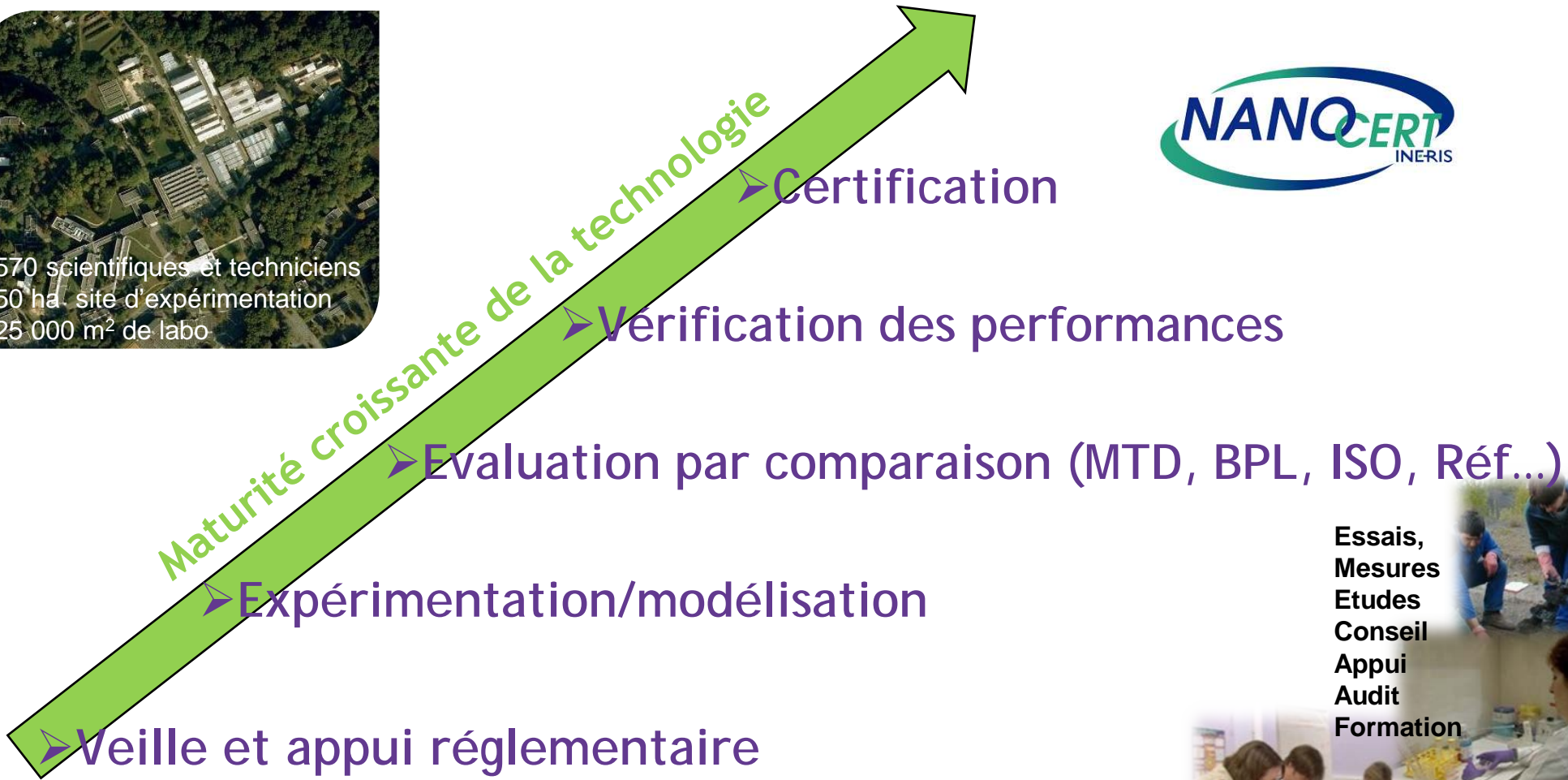
... liés au comportement  
sol et sous-sol  
aléa, vulnérabilité, désordre



...Par la Formation et la Certification  
conformité, référentiels,



# L'INERIS : Evaluation et maîtrise des risques émergents



Essais,  
Mesures  
Etudes  
Conseil  
Appui  
Audit  
Formation



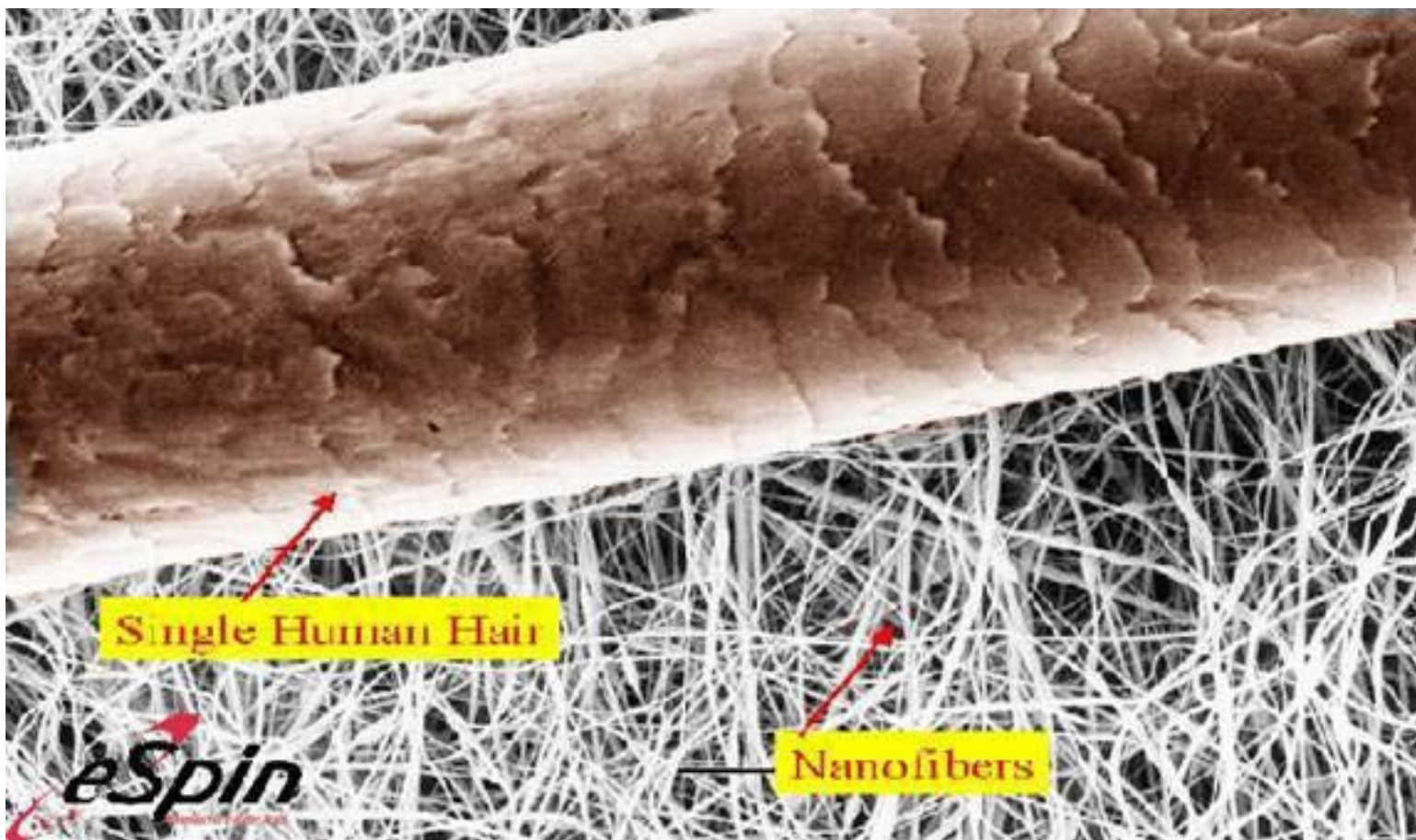
maîtriser le risque | pour un développement durable



# Les nanos en taille : loin d'être à un cheveu près !

Nano: symbole « n » en SI  
1 nanomètre (nm) =  $10^{-9}$  m

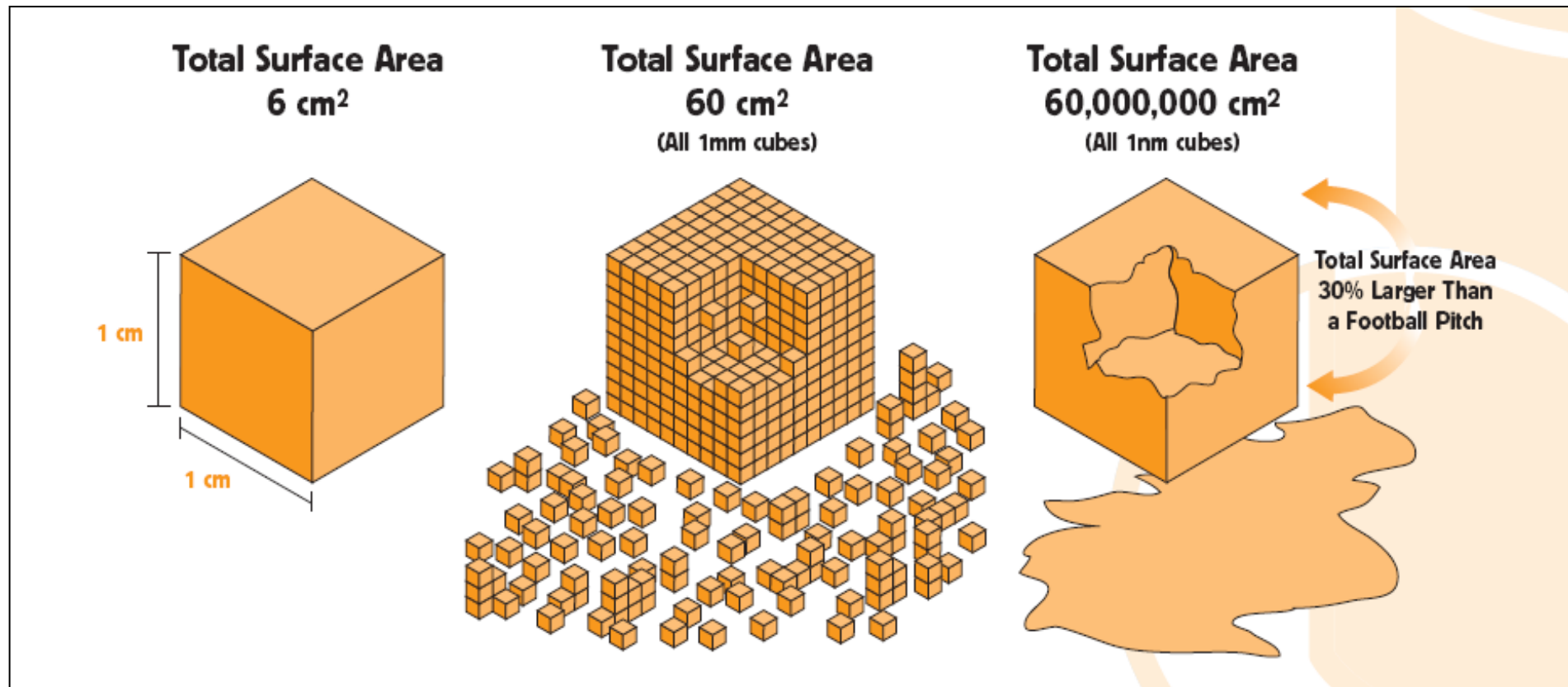
Cheveu : 100000 nm (moy)



- \* <http://ccgconsultinginc.com/Documents/Track1%20Alcides%20Lopes%20Leao.pdf>
- \* E. Gaffet, 2012

# Les nanos : démultiplicateurs de surface

$$\text{Surface } (\phi\text{nm}) = 10.000.000 \times \text{Surface } (\phi\text{cm})$$



**Illustration of the Small Mass: Large Surface Area Paradigm**

\* ParadigmThe Relevance for Food Safety of Applications of Nanotechnology in the Food and Feed Industries -Irlande -Septembre 2008

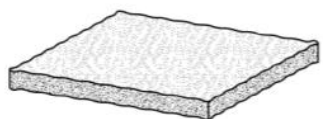
\* E. Gaffet, 2012



# Nano-objets → Nanomatériaux

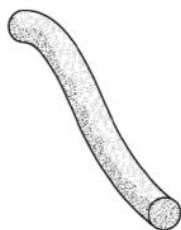
**Nano-objets (ISO)**  
= **Particules** ayant 1, 2 ou 3 dimensions  
externes < 100 nm

1 dimension



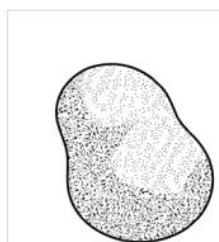
Nanofeuillet

2 dimensions



Nanofibre

3 dimensions



Nanoparticule

Nanofils

Nanotubes

Nanotige

## Domaine des nanomatériaux



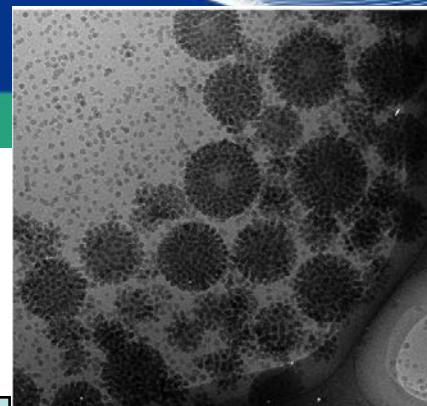
Nanofeuillets (argile, graphène...)



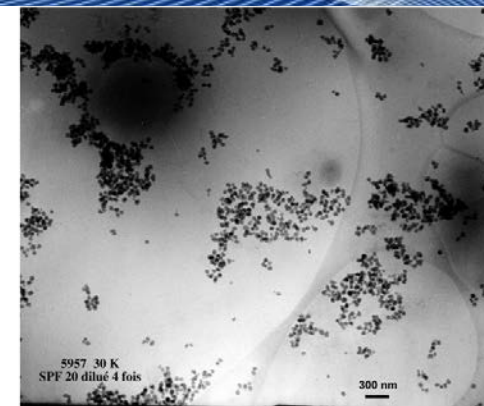
Nanofibres (carbone, silicium, ZnO...)



Nanoparticules (noir de carbone, TiO2...)



Emulsion silicone + silice



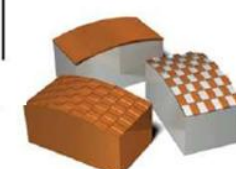
TiO2 dans crème solaire diluée

## Nanomatériaux

En masse



En surface



## Particules

IIIa



Fixées sur un support



Dans un liquide ou un solide



En poudres « sèches »

Source : Categorization framework to aid hazard identification of nanomaterials  
S. F. HANSEN, et coll – Nanotoxicology 2007, 18

# NOAA : nano-objets agrégés ou agglomérés

Un **agglomérat** : amas de particules qui adhèrent les unes aux autres du fait de liaisons physiques **faibles** (ex. forces de van der Waals) ou bien sont enchevêtrées (ex. cas des nanotubes).

Un **agrégat** : amas de particules qui adhèrent les unes aux autres du fait de liaisons chimiques **fortes** (liaisons covalentes).

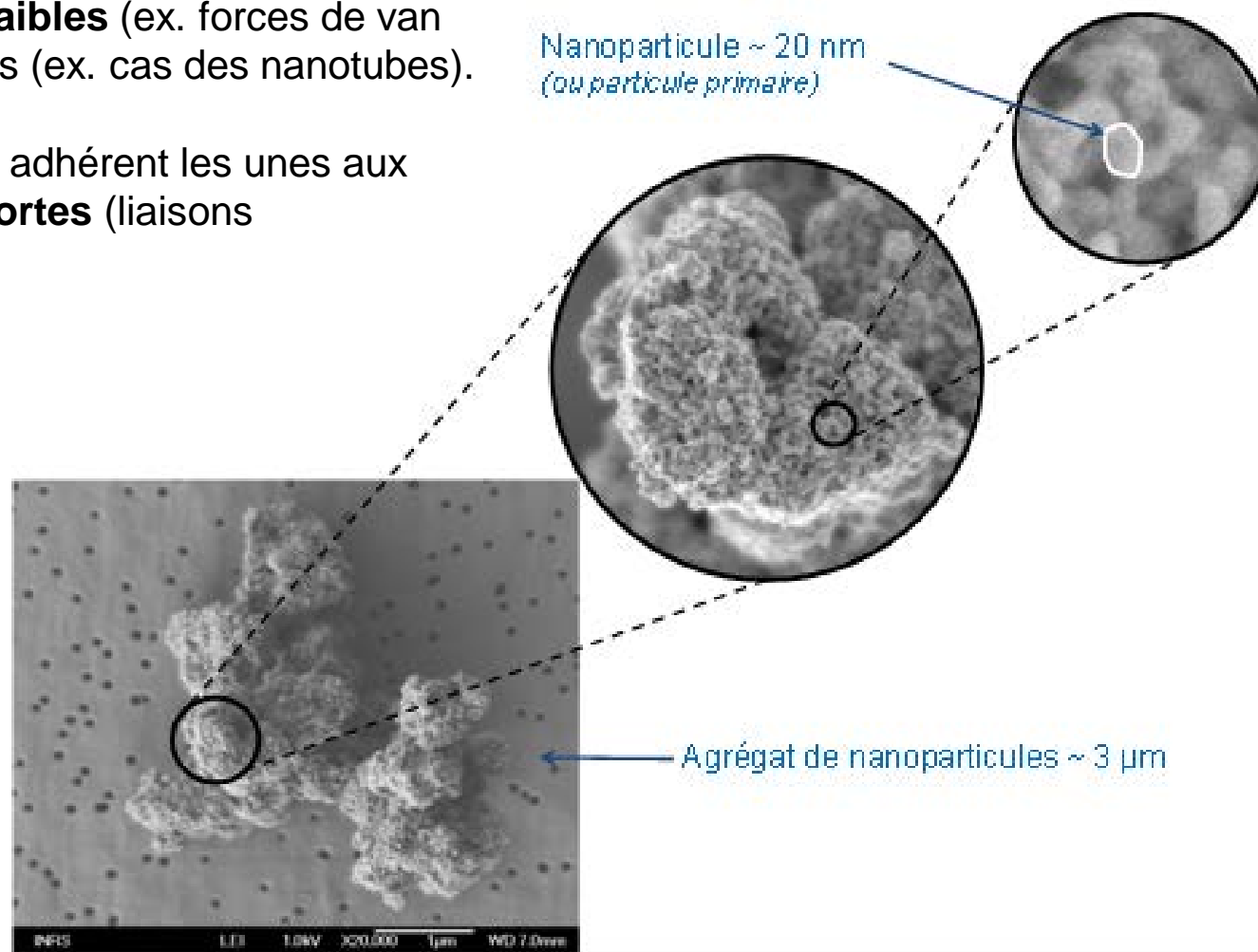
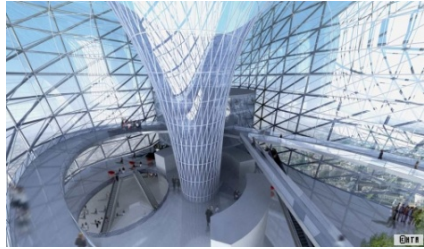


Illustration d'un agrégat de nanoparticules  
(cas d'un agrégat de particules primaires d'environ 20 nm de  $\text{TiO}_2$ )

# De nouvelles propriétés : l'innovation au service de notre quotidien



Etat de surface / facilité d'entretien



Traitement anti-bactérien

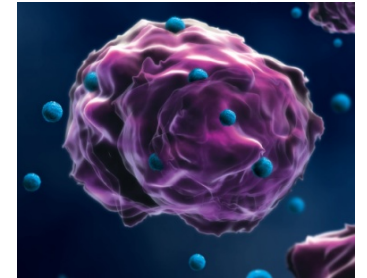


Automobile/ Polymères



pneumatiques

FP7 NanoFOL



Médecine  
Thérapie, diagnostique



Cosmétiques

Noir de carbone (plus de 100 000 tonnes)  
Dioxyde de silice (plus de 100 000 tonnes)  
Carbonate de calcium (entre 10 et 100 000 tonnes)  
Dioxyde de titane (entre 10 et 100 000 tonnes)

Source R-Nano 2015



Peintures, Vernis  
Colles



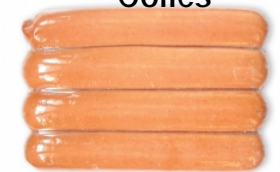
Matériaux aux propriétés innovantes (mécanique, thermique...)



Franz Ziener Jacket



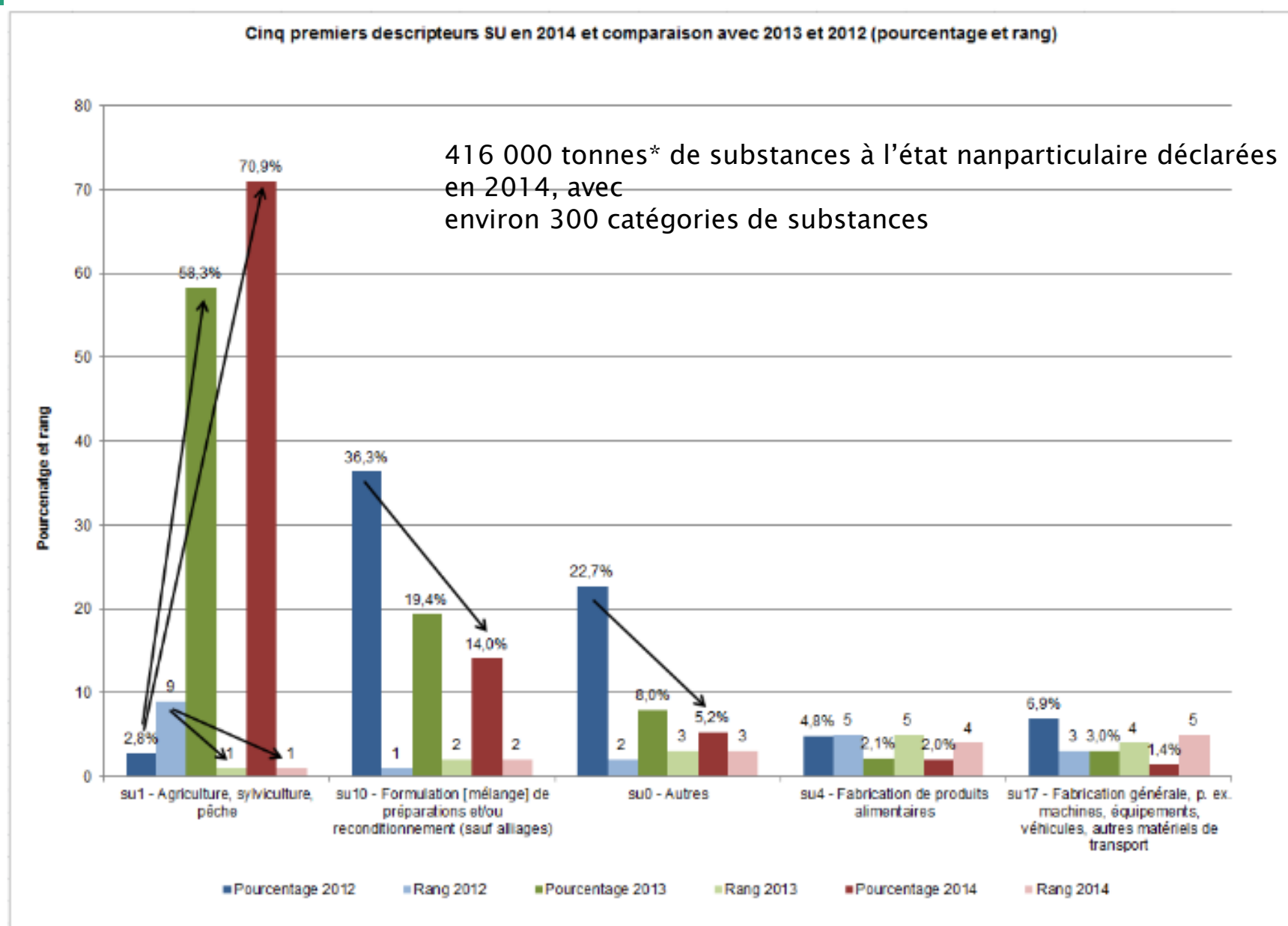
Efficacité énergétique



Emballages alimentaires

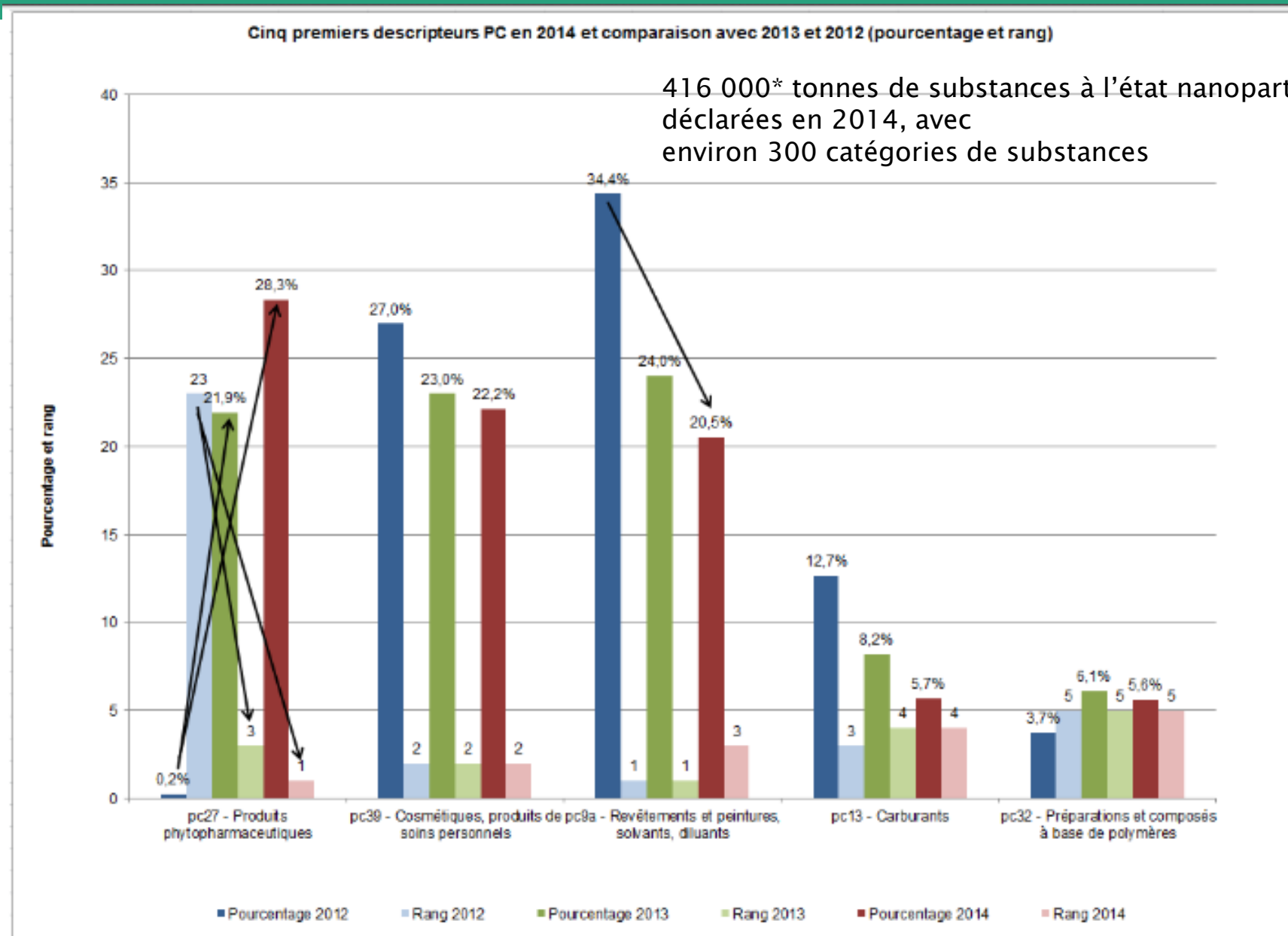


# Domaines d'applications sur le marché français en 2014



\*415 773 tonnes répertoriées – Source : Rapport d'études R-Nano ANSES – Déc. 2015

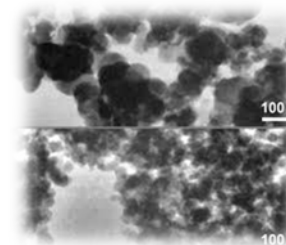
# Familles de produits nanos sur le marché français en 2014



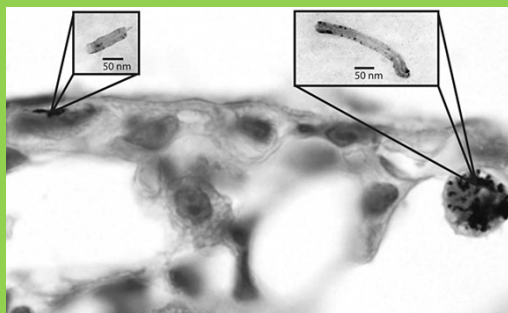
\*415 773 tonnes répertoriées – Source : Rapport d'études R-Nano ANSES – Déc. 2015



Les propriétés particulières des NM peuvent potentiellement engendrer des **risques accrus ou nouveaux**



## Toxicologiques



Nanotubes de carbone inhalés, ayant transités dans les tissus pulmonaires (gauche), puis phagocytés (droite)



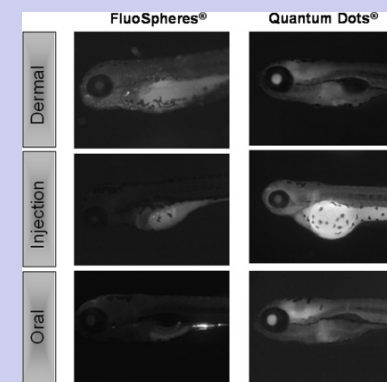
## Technologiques



Explosion de poussières d'aluminium dans une usine, Novembre 2003

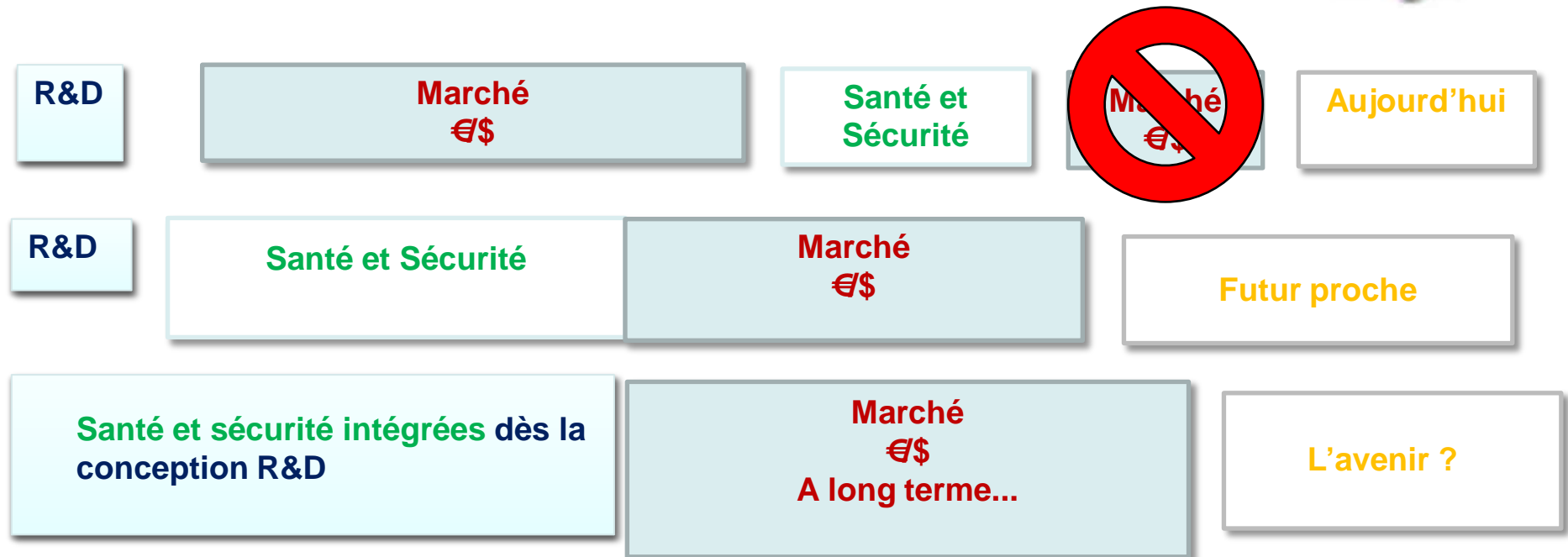


## Environnementaux



Contamination des animaux marins par des nanoparticules

# Nanos : être ou ne pas être... Peut-on changer de paradigme ?



→ Enjeux : Exemplarité - Développer en maîtrisant le risque.

Objectifs : Protéger sa santé, son environnement, mais aussi son économie.



- REACH et CLP

- **Règlement REACH** (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) de 2006 :
  - Enregistrement auprès de l'ECHA des substances chimiques importées ou fabriquées dans l'UE en **quantités  $\geq$  à 1 tonne/an**
  - Evaluation possible du dossier d'enregistrement ou de la substance
  - Soumission possible à autorisation ou restriction en fonction des caractéristiques de la substance
- **Le règlement CLP** (Classification Labelling and Packaging) de 2008
  - **Obligation de notifier à l'ECHA** les substances, **sous les formes** dans lesquelles elles sont mises sur le marché, qui répondent aux critères de classification comme **substances dangereuses**, indépendamment de leur tonnage.

- **Autres règlements sectoriels faisant référence aux nanomatériaux**
  - ❑ **Règlement Cosmétiques** (2009) : obligation de notification et d'étiquetage.
  - ❑ **Règlement Biocides** (2012) : procédure d'autorisation et évaluation, obligation d'étiquetage
  - ❑ **Règlement INCO** (2011) : obligation d'étiquetage pour l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires
  - ❑ **Novel Food** (2015) : procédure d'autorisation et évaluation pour les nouveaux aliments composés de nanomatériaux manufacturés avec « *les méthodes d'essai les plus récentes* »
  - ❑ **Règlement sur les additifs alimentaires** (2008) : procédure d'autorisation et évaluation
  - ❑ **Règlement sur les emballages alimentaires en plastique** (2011) : procédure d'autorisation spécifique par l'EFSA (Autorité Européenne de Sécurité des Aliment)



## En Europe

### Règlements REACH et CLP (CE n° 1907/2006 -18/12/2006 sur l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques)

Publication par la Commission Européenne d'une analyse d'impact initiale en janvier 2016 pour étudier la prise en compte des nanos dans règlement REACH : **proposition de modification pour fin 2016 ?**

### ECHA (Agence européenne des produits chimiques) : Evaluation en cours

- [Nano Argent](#) (Evaluation par les Pays-Bas depuis 2014) : Adoption par le Comité des Etats membres (MSC) de l'ECHA du projet de décision fin avril 2016 -> les entreprises qui enregistrent de l'argent sous forme nanométrique dans REACH devront tester leur toxicité pour les organismes aquatiques. Seuls « les plus petits » nanomatériaux devront faire l'objet de tests de toxicité sur des puces d'eau (daphnies), des algues et des microorganismes. Si les nanoformes se révélaient plus toxiques que la forme ionique, des tests supplémentaires seraient nécessaires pour évaluer le devenir des nanoparticules d'argent dans le sol.
- [Les nanotubes de carbone multi-parois](#) : évaluation prévue en 2017 par l'Allemagne (Institut fédéral pour la SST - BauA).
- [L'oxyde de zinc](#) sous forme nano : évaluation prévue en 2017 par l'Allemagne (Institut fédéral pour la SST - BauA).
- [Le dioxyde de titane](#), notamment sous forme nano : évaluation prévue en 2017 par la France (Anses).

### Classification du dioxyde de titane

mai 2015,

- 1 - **Soumission par l'Anses à l'ECHA** d'une proposition de classification du dioxyde de titane en tant que substance cancérogène par inhalation de catégorie 1B, pour toutes ses formes y compris nanométrique.
- 2 - **Consultation publique** sur le site Internet de l'ECHA du 31 mai au 15 juillet 2016
- 3 - **Processus d'instruction** de la proposition de classification (règlement (CE) n° 1272/2008 du 16/12/2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges (CLP), jusqu'à l'adoption **d'un avis final** par le Comité d'évaluation des risques de l'ECHA.
- 4 – **Décision à venir de la Commission européenne** sur l'inclusion (ou non) de la classification proposée par l'Anses dans le règlement CLP.

## En Europe

**Produits cosmétiques:** Règlement (CE) n° 1223/2009 du 30 novembre 2009 modifié en avril 2016 :

les **nanoparticules d'oxyde de zinc** ajoutées à l'annexe VI (liste des filtres ultraviolets), autorisant à partir de mai 2016 leur utilisation à une **concentration max de 25 %** sauf dans les applications sous forme de spray (risque d'exposition des poumons de l'utilisateur final par inhalation).

En juillet 2016 :

le **noir de carbone** sous forme nano ajouté à l'Annexe IV (liste des colorants) autorisant dès fin août 2016 son utilisation dans les cosmétiques à une **concentration max de 10 %** (sauf dans les applications sous forme de spray).

le **dioxyde de titane** sous forme nano ajouté à l'annexe VI (liste des filtres ultraviolets) dès fin août 2016 leur utilisation dans les cosmétiques à une **concentration max de 25 %** (sauf dans les applications sous forme de spray).





R-Nano.fr

Déclaration des substances à l'état nanoparticulaire

français | English



**Déclaration de substances à l'état nano-Particulaire** avant le 1<sup>er</sup> mai de chaque année (R-nano) (arrêté du 6 août 2012 en application des art. R. 523-12 et R. 523-13 du code de l'Env.)

✓ par toutes « *les personnes qui fabriquent, importent ou distribuent des substances à l'état nanoparticulaire, en l'état ou contenues dans des mélanges sans y être liées, ou des matériaux destinés à rejeter de telles substances dans des conditions normales ou raisonnablement prévisibles d'utilisation* ».

✓  $\geq 100$  grammes par an.

✓ « **substance à l'état nanoparticulaire** » : *substance fabriquée intentionnellement à l'échelle nanométrique, contenant des particules, non liées ou sous forme d'agrégat ou sous forme d'agglomérat, dont une proportion minimale des particules, dans la distribution des tailles en nombre, présentent une ou plusieurs dimensions externes se situant entre 1 nm et 100 nm.* » (article 3 du règlement (CE) n° 1907/2006)

✓ Sont inclus : *les fullerènes, les flocons de graphène et les nanotubes de carbone à paroi simple présentant une ou plusieurs dimensions externes inférieures à 1 nm.*

✓ 3 000 euros d'amende et une astreinte journalière de 300 euros

### Classification du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)

Sont classées dans la catégorie 2B « Peut-être cancérigène pour l'homme », les substances suivantes :

- le noir de carbone (2010)
- le dioxyde de titane (2010)
  
- Les nanotubes de carbone multi-parois de type 7 (longueur comprise entre 1 et 19µm, diamètre compris entre 40 et 170nm).
  
- Les autres types de nanotubes de carbone sont laissés en catégorie 3 « ne peut être classé cancérigène pour l'homme » (avis donné en 2014, classification en cours).

### Agence nationale française de sécurité sanitaire

L'ANSES, en avril 2014, a préconisé le [classement des nanomatériaux comme substances dangereuses](#) dans le cadre de la réglementation européenne CLP.

# TiO<sub>2</sub> nanométrique : vers la première VLEP Française ?

Notes techniques de l'INRS 6 Hygiène et sécurité du travail – n°242 – Mars 2016

## En France :

Pas de VLEP pour le TiO<sub>2</sub> ultrafin

VLEP indicative de 10 mg/m<sup>3</sup> de Ti pondérée de 8h/j et 40h/sem mais sans précision de fraction de l'aérosol ni de la granulométrie (1987)

## Japon (NEDO 2011) :

0,6 mg/m<sup>3</sup> pour le TiO<sub>2</sub> ultrafin (fraction alvéolaire)

## Grande-Bretagne (BSI 2007) :

0,26 mg/m<sup>3</sup> pour le TiO<sub>2</sub> nano (fraction alvéolaire)

## Allemagne (MAK 2007) :

0,3 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières biopersistantes telles que le TiO<sub>2</sub> nano (fraction alvéolaire) pour une densité de 1

## Allemagne (BAuA 2013)

0,5 mg/m<sup>3</sup> pour les nanomatériaux biopersistants sans propriété toxicologique spécifique (tels que le TiO<sub>2</sub>) pour une densité de 2,5

## Allemagne (BAuA 2015)

0,075 mg/m<sup>3</sup> pour les nanomatériaux biopersistants sans propriété toxicologique spécifique (tels que le TiO<sub>2</sub>) pour une densité de 1

0,11 à 0,19 mg/m<sup>3</sup> pour les NOAA biopersistants sans propriété toxicologique spécifique pour une densité comprise entre 1,5 et 2,5

## USA (NIOSH 2011) :

2,4 mg/m<sup>3</sup> pour le TiO<sub>2</sub> fin (particule primaire + AA, fraction alvéolaire > 100 nm)

0,3 mg/m<sup>3</sup> pour le TiO<sub>2</sub> ultrafin (NOAA, fraction alvéolaire < 100 nm)

VLEP prenant en compte la relation dose-réponse de cancers pulmonaires chez le rat extrapolées aux expositions professionnelles avec risque de cancer de 1/1000

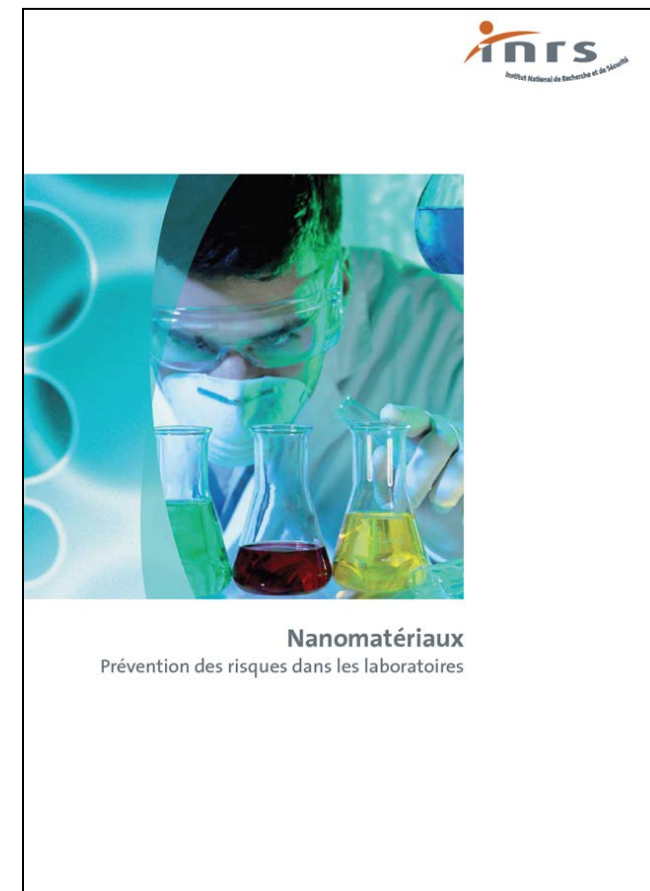
*« Valeur bien argumentée peut être utilisée comme base de travail contribuant à l'établissement d'une future VLEP française pour le TiO<sub>2</sub> nanométrique »*



## Schéma général de prévention

→ **Toujours pas de réglementation spécifique SST « nanomatériaux » mais :**

- Identifier les dangers présentés par l'agent chimique (collecter des informations sur l'agent et ses dangers) ;
- Éviter les risques si possible en les supprimant ;
- Évaluer les risques pour la santé et la sécurité au travail qui ne peuvent être évités, en fonction des procédés, des modes de travail, des quantités, etc. ;
- Mettre en place des mesures collectives puis individuelles visant à prévenir ou à limiter les risques ;
- Vérifier l'efficacité des mesures prises ;
- Assurer la formation et l'information des salariés.



[www.inrs.fr](http://www.inrs.fr) « nano »

**Nanomatériau : produit chimique**

**dangereux ???**

## Evaluation des risques

Description des propriétés physico-chimiques pertinentes des nano-objets nécessaires à une évaluation des risques :

- ✓ tailles des particules / distribution granulométrique ;
- ✓ état d'agrégation / agglomération ;
- ✓ forme ;
- ✓ surface spécifique ;
- ✓ composition chimique, pureté avec le taux d'impureté ;
- ✓ chimie de surface ;
- ✓ charge superficielle ;
- ✓ solubilité et dispersibilité.

Caractérisation physico-chimique des nano-objets manufacturés soumis aux essais tox (projet ISO/TR13014 :2012)

## Evaluation des risques

Opérations programmées avec ou sans production

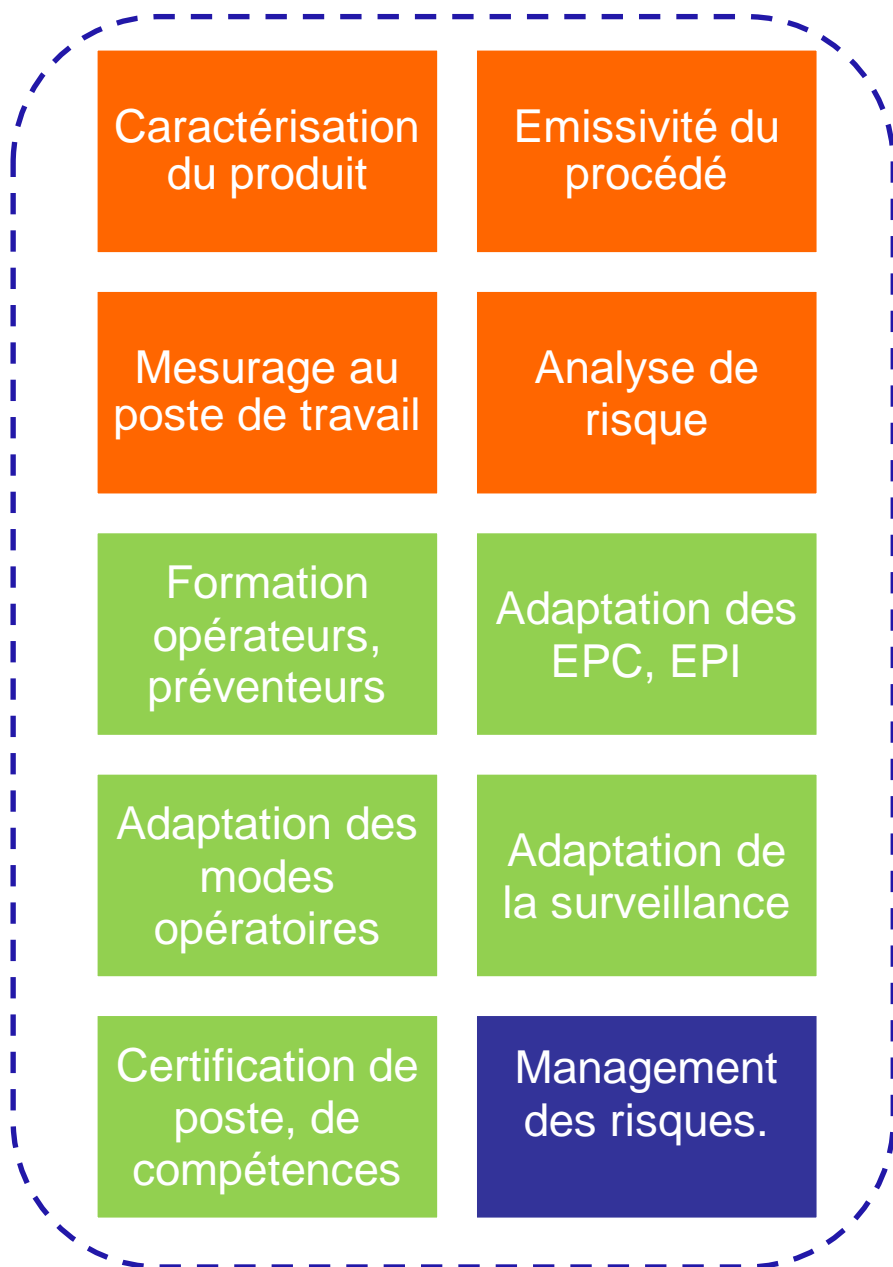
Opérations non programmées généralement en mode dégradé

- ✓ Présence (potentielle) de nanos
- ✓ Evaluation des risques (Dangers/Exposition)
- ✓ Modalités d'intervention (prévention/protection)
- ✓ Modalités de transport
- ✓ Gestion des déchets
- ✓ Information et formation des personnels



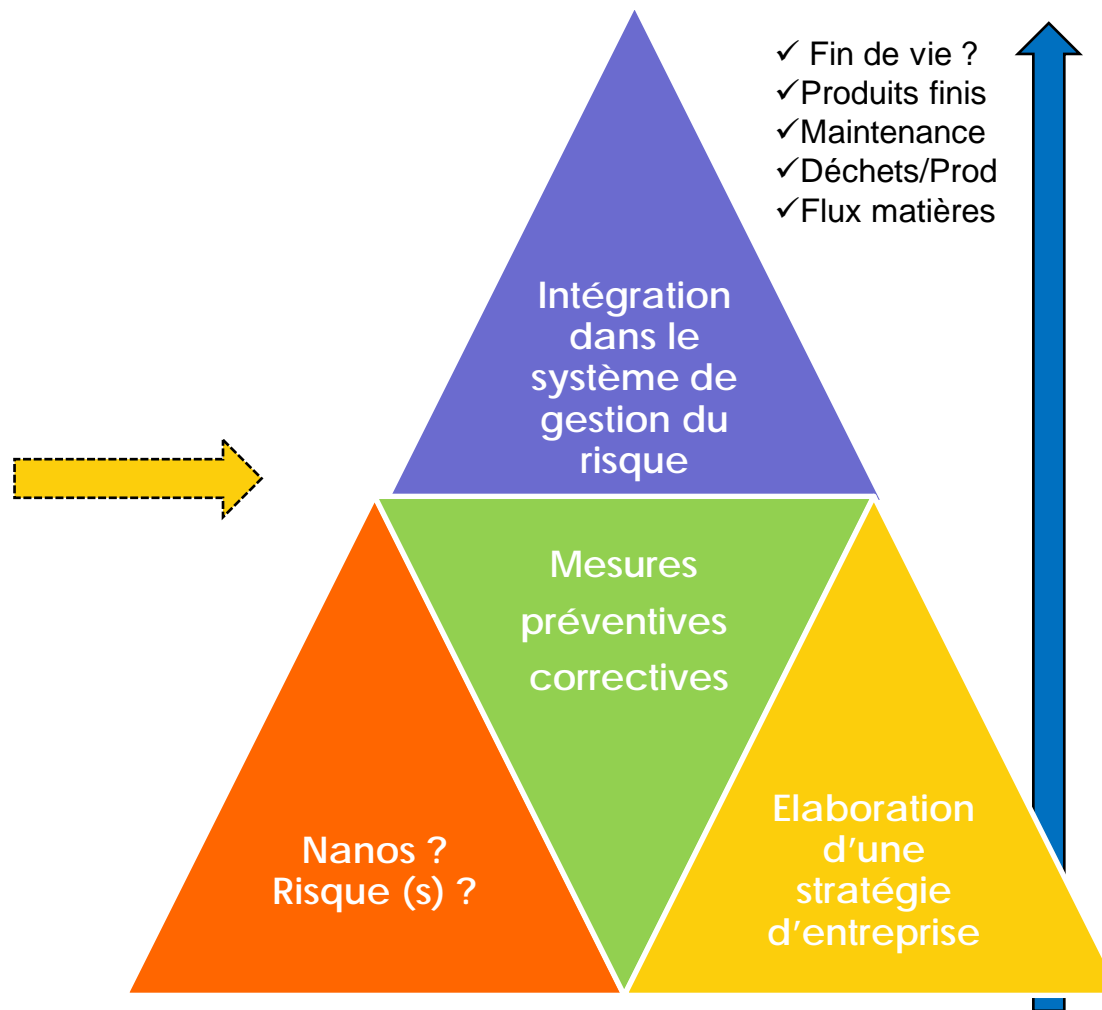
# Quelle démarche pour le responsable HSE ?

## Boîte à outils



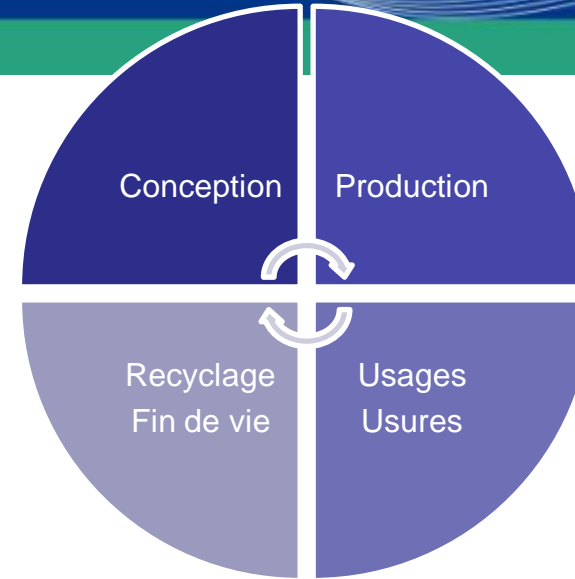
## Etapes clés pour l'entreprise

Travailleur – Consommateur / env.



# Des compétences et des outils au service de l'innovation maîtrisée et sécurisée

# INERIS



## Vos questionnements

NOAA  
Matériaux nanostructurés  
Procédés  
Sites industriels  
Environnement - SST  
Territoires

## Nos compétences

Caract. des dangers  
Métrologie  
Modélisation  
Impacts/milieus  
Impacts/santé  
Analyses et évaluation des risques  
Analyses socio-économiques

## Nos services

Mesures, essais  
Etudes/conseils  
Accompagnement  
Recherche partenariale  
Expertise publique ou privée  
Formation  
Certification

# Des outils et des plateformes dédiés Nanos

## Plateforme S-nanos intégrant 5 laboratoires nano-sécurisés:

### ▪ Laboratoire unique en France

- ✓ Prélèvements et mesures in situ, analyses et caractérisation
- ✓ Caractérisation des paramètres de sécurité (explosivité, inflammation)
- ✓ Poudres : : rhéologie, électrostatique, mesure du pouvoir de resuspension, essais de dispersion
- ✓ Métrologie : aérosols nanostructurés,
- ✓ Etude du cycle de vie (émissivité en usage, incinération...)



## Une animalerie intégrant des moyens d'essais vivo, vitro :

### ▪ Système unique d'inhalation

- ✓ Dédié aux études de toxicité pulmonaire (routine)
- ✓ Peut servir en neurotox, tox alimentaire ...
- Validation de modèles in-vitro, in-silico



## Plateforme ARDEVIE

### ▪ Centre de recherche et expertise sur les déchets, matériaux et nanoparticules :

- ✓ Vieillessement/altération de matériaux nanostructurés
- ✓ Modélisation géochimie/transport.
- ✓ Plate-forme extérieure/ condition env.

<http://www.ardevie.eu>





## Maîtrise des risques des nanotechnologies



### SÉCURITÉ DES PROCÉDÉS

- Incendies, explosions
- Pertes de confinement
- Paramètres de sécurité (MIE, Kst...)
- Modélisation moléculaire



### DÉVELOPPEMENTS INSTRUMENTAUX

- Suivi air/eau par technique optique (LIBS, LII, LIF)
- Moyens de prélèvement (microscopie THF)
- Moyens d'étalonnage, vérification de performance
- Moyens de génération et de mise en suspension



### CARACTÉRISATION DES PRODUITS

- Propriétés chimiques (MET, MEB...)
- Essais reproduisant l'usage et l'usure
- Evaluation de l'émissivité
- Fin de vie (recyclage, incinération)



### TOXICOLOGIE

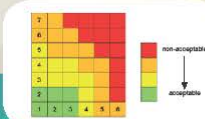
- Expérimentale (stress, inflammation, génotoxicité...)
- In vitro (barrière pulmonaire, hématotesticulaire...)
- Moyens d'essais dédiés (in vitro, in vivo inhalation)

Accompagner les industries, les laboratoires et les autorités dans les développements de procédés propres et sûrs



### MODÉLISATION

- Formation & Agglomération
- Chimie-Transport
- QSARS, QSPPs, Q. Meca



### ANALYSE DU RISQUE

- Outils "Control banding"
- Maîtrise semi-quantitative
- Définition des barrières de sécurité
- Sécurité fonctionnelle



### CERTIFICATION

- NanoCert Compétences
- NanoCert MTD



### ECOTOXICOLOGIE

- Étude expérimentale
- Moyens d'essais dédiés



### ANALYSE SOCIO-ÉCONOMIQUE

- Intégration de résultats d'ACV, LCC
- Analyses coût bénéfice & coût efficacité (CBA, CEA)
- Nouveaux indicateurs & analyses multicritère (MCA)



### FORMATIONS SPÉCIFIQUES

- Opérateurs, préventeurs, prescripteurs
- Spécificité du risque nano



### APPUI ET EXPERTISE

- Autorité, ministère (décret...)
- nanoREACH, ANSES
- ISO, CEN & AFNOR
- OECD - WPNM



### MAÎTRISE DES EXPOSITIONS

- Exposition en ambiance de travail
- Scénario d'exposition accidentelle
- Exposition environnementale

## • Connaître la dangerosité des produits le long de la chaîne de valeur :

- ✓ Paramètres physiques, chimiques, toxicologiques, éco-toxicologiques, pouvoir émissif
- ✓ Positionnement réglementaire et/ou normatif (décret nano, Reach-Nano, traçabilité, étiquetage...)

## • Maîtriser les risques industriels

- ✓ Audit et diagnostics de procédés, postes de travail, sites industriels
- ✓ Formation des acteurs (travailleur, préventeurs),
- ✓ Certification des postes de travail/ moyens de protection collective
- ✓ Estimation de la contribution environnementale « nano » d'un site « nano »

## • Aide au développement industriel

- ✓ Accompagner l'innovation dans une finalité safer-by-design
- ✓ Fournir des éléments décisionnels coûts/ bénéfiques





# Qualification/certification des compétences



maîtriser le risque  
pour un développement durable

# Certifications volontaires développées par l'INERIS



# Nano-CERT : Certification des personnes et des Meilleures Techniques Disponibles pour les postes de travail en présence de nanoparticules



## **Historique**

**2009 : Débat public**

**2010 : Programme national Nano Innov, INERIS conçoit la certification Nano-CERT**

**2011 : Lancement des formations et émission des premiers certificats**

**2012 : Déploiement de la certification des personnes et développement de la certification des Meilleures Techniques Disponibles**



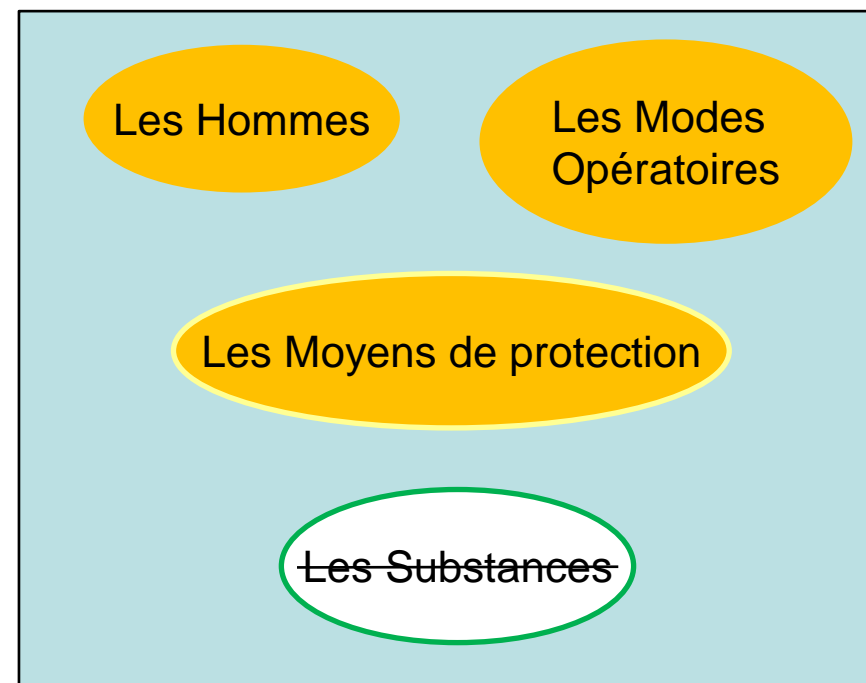
# Elaboration d'un schéma de certification volontaire



1. Partir du besoin exprimé
2. Etablir un référentiel, basé sur l'état de l'art,
3. Rassembler **les parties prenantes** au sein d'un comité de certification
4. Approuver le référentiel

## Le Comité de certification Nano-CERT :

- INERIS
- CEA
- INSTN
- CNRS
- Ministère du travail
- Industriels : STM, THALES, ARKEMA...
- Ecologie sans frontière



Evaluer le système global



THALES





Le transfert des connaissances nécessaires aux laboratoires et aux industriels pour une bonne utilisation des dispositifs de sécurité

L'harmonisation des parcours et des contenus de formations

L'évaluation de la connaissance des personnes



La qualification/certification permet aussi de sensibiliser le personnel de l'entreprise sur son rôle et son implication dans la gestion des nanoparticules



Pour les personnes destinées à exécuter une ou des tâches en lien direct ou indirect avec des nanoparticules.

Le référentiel propose des parcours de formation et des niveaux de compétences pour différents types d'activité :

- **Opérateur** : celui qui manipule ou se trouve en présence de nanoparticules
- **Préventeur sécurité** : celui qui participe à l'analyse des postes, qui définit les règles et les consignes nécessaires à la mise en place et au maintien des conditions de réduction et/ou de maîtrise des risques au poste de travail
- **Formateur** : celui qui anime les formations (à venir)
- **Services d'intervention** en situation accidentelle (à venir)

L'INERIS atteste de la compétence et de la capacité à mettre en œuvre les règles de sécurité définies dans le cadre du référentiel

L'employeur fait respecter les règles d'hygiène et de sécurité spécifiques au poste de travail (code du travail). Parmi ces règles, une habilitation du demandeur peut être délivrée par l'employeur sur la base du certificat INERIS

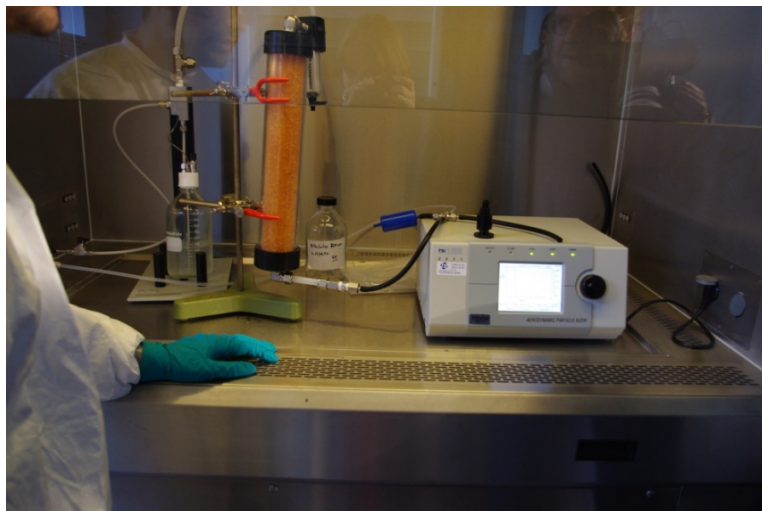
- La démarche de certification est fondée sur le volontariat de l'entreprise
- Compte tenu des spécificités inhérentes à chaque poste de travail, une formation complémentaire (interne/externe) peut être nécessaire pour répondre aux obligations du code du travail





# Certification des Meilleures Techniques Disponibles

## NanoCERT/MTD



maîtriser le risque  
pour un développement durable



# Pourquoi et comment certifier ?

- ❑ Evaluer les performances des dispositifs de sécurité afin d'attester que les meilleures techniques disponibles sont bien utilisées dans les conditions requises.

Permettre de définir les méthodes pour qualifier les dispositifs et technologies de protection à partir des connaissances acquises en métrologie des nanoparticules et des pratiques dans des domaines similaires (protection contre l'inhalation des substances chimiques CMR, contre l'exposition aux poussières micrométriques, contre les risques microbiologiques).

Se limiter à évaluer et quantifier les performances des dispositifs et ne pas aborder le niveau d'acceptabilité du risque - qui incombe à l'utilisateur ou l'employeur.

Demande de certification  
par un fabricant ou un utilisateur



- Evaluation du matériel en sortie d'usine
- Respect des règles de sécurité
- Définition des conditions d'utilisation
- Performances de protection du/des opérateurs
- Performances de filtration
- Evaluation des dispositifs de sécurité



- Evaluation de l'adéquation du matériel à l'environnement d'utilisation
- Mesure des fuites
- Mesure des performances aérauliques
- Evaluation de l'adéquation du matériel à son environnement
- Evaluation de la sécurité du procédé



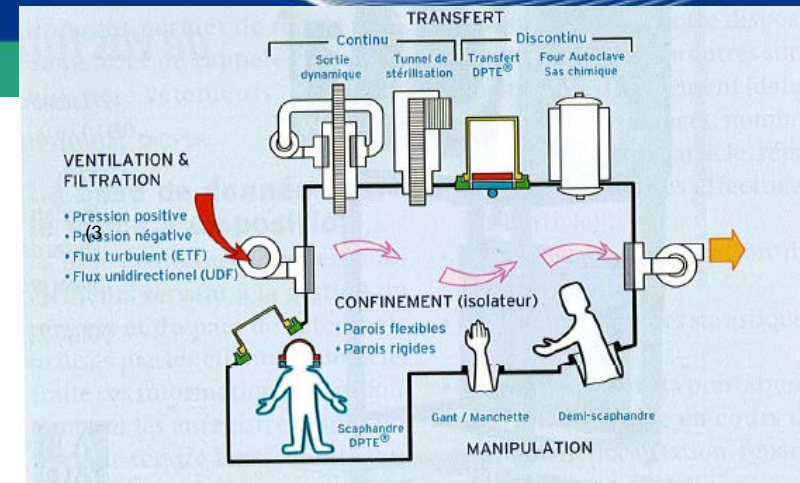
Certificat



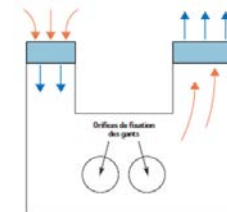
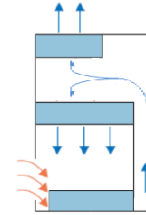
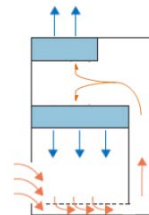
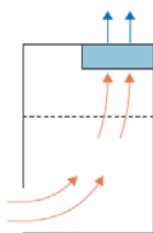
# Classification du niveau de sécurité

- ✓ Définir les paramètres significatifs
- ✓ Définir les niveaux d'exigences pour chaque paramètre

## 4 Catégories proposées :



Catégorie	Confinement	Propreté de surface	Sécurité fonctionnelle	Type/Technologie <sup>(1)</sup>
C0	Extraction et filtration	N1	S1	Sorbonne ou PSM type I
C1	Extraction et flux dynamique	N1	S1	PSM type II
C2	extraction et double filtration	N2	S2	PSC
C3	système clos et filtration	N3	S3	Isolateur



(1) à titre d'exemple et non limitatif, en particulier les technologies innovantes sont à prendre en compte

Caractériser les équipements de protection collectifs en « sortie d'usine »

Quantifier les performances sur site

- Méthode adaptée à une qualification de laboratoires de recherche et de sites de production (gaz SF6 et génération de nanoparticules)
- Méthode adaptée à différentes technologies (sorbonne nanosécurisé, autres techniques industrielles)

Préciser le domaine de la certification – nano-objets, taille < 100 nm

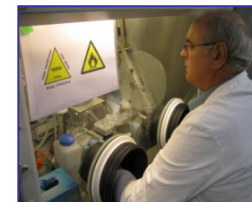


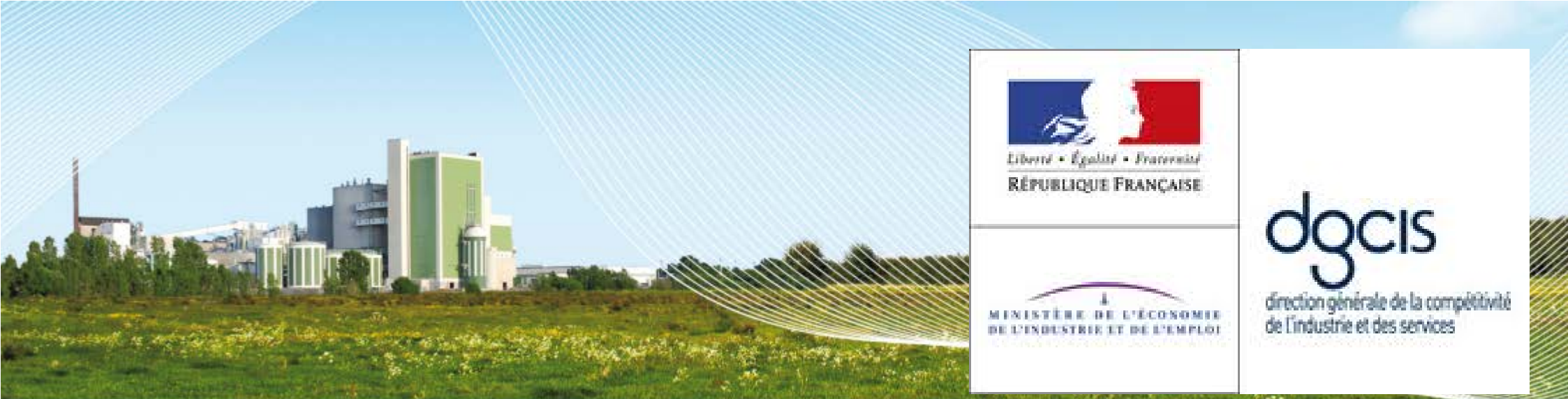
# Certification – Formation spécifique

## → Des certificats opérationnels



- **Nano-Cert « MTD protection collectives »**
    - Certification des équipements de protection et systèmes associés (ex : sorbonne), vérification et audit des installations
- Référentiel accepté (vote, novembre 2012)
- 1<sup>er</sup> certificat en 2014





## GERINA :

**Outil financier spécifique pour soutenir  
l'innovation et les nanotechnologies au  
service des PME et ETI**



## Bénéficiaires : PME et ETI



### **PME selon la définition communautaire**

([recommandation 2003/361/CE de la Commission du 6 mai 2003](#)),

- ✓ moins de 250 personnes,
- ✓ chiffre d'affaires inférieur ou égal à 50 millions d'euros ou un total du bilan inférieur ou égal à 43 millions d'euros.

(en données cumulées avec les entreprises liées ou partenaires)

### **ETI - Entreprise de Taille Intermédiaire**

- ✓ 250 et 4999 salariés,
  - ✓ et
- soit un chiffre d'affaires n'excédant pas 1,5 milliards d'euros  
soit un total de bilan n'excédant pas 2 milliards d'euros.



**PME/PMI** : 50% de subvention du total des dépenses

**ETI** : 25% de subvention du total des dépenses

## **INERIS**

- ✓ Réalisation technique
- ✓ Gestion du financement GERINA

## **Relais PME :**

- ✓ Fédérations professionnelles
- ✓ Pôles de compétitivité : pôle Risques, Axelera
- ✓ Plateformes technologiques
- ✓ Pôles innovation régionaux (Aquitaine, Picardie)
- ✓ DIRRECTE
- ✓ CARSAT
- ✓ ...

- **Prestations sur devis spécifique**
- **Prise en charge par l'INERIS de la partie subventionnée**

## **Prestations financées à hauteur de 50% (PME) ou 25 % (ETI)**

- ✓ Formations certifiantes nanoCERT
- ✓ Formations – sensibilisations spécifiques
- ✓ Métrologie sur sites d'exploitation
- ✓ Diagnostics / procédés existants et recommandations
- ✓ Evaluation des rejets en milieu naturel
- ✓ Caractérisation des émissions dans l'environnement durant l'usage, la fin de vie, le recyclage
- ✓ Méthodologie de gestion des risques HSE :
  - ✓ Caractérisation des dangers des substances/produits
  - ✓ Référentiel de certification des postes de travail

**Prestations individuelles INERIS au cas par cas**

**Opérations collectives PME :**

Phase de sensibilisation/formation collective

Phase d'accompagnement individuel

# Opération Nanos collective et/ou individuelle

**Phase collective :**            **Formation nanoCERT :**  
(à titre indicatif)            Opérateurs/Encadrement : 1 jour  
Ou  
Préventeurs, HSE : 3 jours  
  
**+ 1 jour REX...**



## Phase individuelle (à titre indicatif) :

Prestation	Nb de jours	Contenu
Accompagnement individuel sans mesure	1	1 - Visite 1 ingénieur INERIS 2 - Identification des principales situations de travail exposantes 3 - Compte-rendu écrit sur les points marquants
Accompagnement individuel avec mesures PME < 5 postes de travail nano	1	1 - Visite 1 ingénieur INERIS 2 - Identification des principales situations de travail exposantes 3 - Mesures de la concentration en nombre sur 1 poste de travail potentiellement exposant + 3 prélèvements 4 - Compte-rendu écrit sur les points marquants
Accompagnement individuel avec mesures PME > 5 postes de travail nano	2	Jour 1 1 - Visite 1 ingénieur INERIS 2 - Identification des principales situations de travail exposantes  Jour 2 3 - Mesures de la concentration en nombre sur 2 postes de travail potentiellement exposant + 6 prélèvements 4 - Compte-rendu écrit sur les points marquants



### L'INERIS contribue à la sécurité des nanotechnologies

#### Nano-Cert :

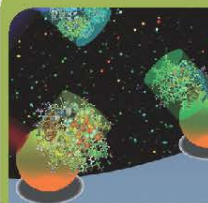
- référentiel pour la qualification des personnes aux postes de travail
- référentiel pour la certification des Meilleures Techniques Disponibles (MTD)

L'INERIS propose une démarche de certification volontaire visant à renforcer la sécurité au poste de travail par la formation qualifiante des intervenants et par la certification des équipements de protection collective des opérateurs (sorbonne, poste nano sécurité,...).

Le référentiel de certification Nano-Cert a été adopté par un comité de certification constitué de l'INERIS, du CEA, des utilisateurs dans les industries de l'électronique, la chimie, la pharmacie, de la recherche publique et privée et des représentants des ONG.

#### Formations : publics concernés

- Opérateur nano :  
personne travaillant au contact des nanoparticules :  
en fabrication, recherche, maintenance, traitement des déchets.
- Préventeur sécurité :  
personne qui définit les règles et les consignes de sécurité.
- Équipe d'intervention :  
pompiers qui interviennent en situations dégradées.



#### Meilleures Techniques Disponibles processus de certification à la demande d'un fabricant ou d'un utilisateur :

##### Demande de certification par un fabricant

##### Évaluation du matériel en sortie d'usine

- Respect des règles de sécurité
- Définition des conditions d'utilisation
- Performances de filtration
- Évaluation des dispositifs de sécurité

##### Rapport d'évaluation de modèle

##### Évaluation de l'adéquation du matériel à l'environnement d'utilisation

- Mesure des fuites
- Mesure des performances aérauliques (débit d'extraction, bilan...)
- Évaluation de l'adéquation du matériel à son environnement
- Évaluation de la sécurité du procédé mettant en œuvre l'équipement
- Mesure du confinement

##### Certificat pour un usage donné

# Merci de votre attention



Contact INERIS Nanos :  
[sophie.kowal@ineris.fr](mailto:sophie.kowal@ineris.fr)