



## Fiche de données de sécurité (FDS) : Guide pour les nanomatériaux synthétiques



**Novembre 2016**

(Version 3.0)

Le présent guide représente une version consolidée, qui comprend les compléments, propositions et corrections de diverses personnes issues d'associations, d'entreprises et du milieu scientifique. Nous souhaitons toujours recevoir vos retours d'information de toutes sortes et vous invitons à les adresser à l'adresse électronique indiquée. Vous pouvez également demander un document où apparaissent en mode corrections les modifications apportées à la dernière version. **Les exigences légales concernant le contenu et la structure de la fiche de données de sécurité sont identiques en Suisse et dans l'UE.**

**Elaboré par :**

- **SECO** : Secrétariat d'Etat à l'économie,  
Kaspar Schmid, Marguerite-Anne Sidler et Livia Bergamin Strotz
- **OFEV** : Office fédéral de l'environnement,  
Varda Furrer
- **OFSP** : Office fédéral de la santé publique,  
Christoph Studer et Tobias Walser
- **OFAG** : Office fédéral de l'agriculture,  
Katja Knauer
- **SUVA** : Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents,  
Christoph Bosshard
- **Swissmedic** : Institut suisse des produits thérapeutiques,  
Catherine Manigley

**Edité par :**

Secrétariat d'Etat à l'économie (SECO)

Conditions de travail / Produits chimiques et travail (ABCH)

Holzikofenweg 36

3003 Berne

**Réactions et demandes d'informations :**

Secteur « Produits chimiques et travail » du Secrétariat d'Etat à l'économie SECO

Kaspar Schmid, chef de secteur

Marguerite-Anne Sidler, collaboratrice scientifique

Livia Bergamin Strotz, collaboratrice scientifique

**Email:**

[abch@seco.admin.ch](mailto:abch@seco.admin.ch)

**Internet:**

[www.infonano.ch](http://www.infonano.ch).

Le document est disponible en allemand, en anglais, en français et en italien.

Reproduction autorisée avec indication des sources

Photo de couverture : nanoproduits divers (photo : L. Bergamin Strotz / SECO)

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
1.1	Objectif .....	2
1.2	Conditions-cadre légales .....	3
<b>2</b>	<b>Définition, notions et domaine d'application</b>	<b>5</b>
2.1	Définition et notions .....	5
2.2	Domaine d'application du guide et définition propre des « nanomatériaux » .....	5
<b>3</b>	<b>Propriétés et risques éventuels des nanomatériaux</b>	<b>8</b>
3.1	Propriétés spécifiques des nanomatériaux .....	8
3.2	Risques sanitaires et environnementaux potentiels .....	8
<b>4</b>	<b>Les nanomatériaux dans les chaînes de production</b>	<b>10</b>
4.1	Exemple 1 : chaîne de production simple (produit de consommation finale) .....	10
4.2	Exemple 2 : chaîne de production complexe (transformation) .....	11
<b>5</b>	<b>Explications concernant les rubriques de la FDS</b>	<b>14</b>
5.1	Données nécessaires pour l'évaluation et une gestion sûre des nanomatériaux .....	16
<b>5.1.1</b>	<b>Rubrique 1 de la FDS : identification de la substance ou de la préparation et de l'entreprise</b> .....	<b>16</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Rubrique 2 de la FDS : identification des dangers</b> .....	<b>16</b>
<b>5.1.3</b>	<b>Rubrique 3 de la FDS : composition/informations sur les composants</b> .....	<b>17</b>
<b>5.1.4</b>	<b>Rubrique 8 de la FDS : contrôle de l'exposition et protection individuelle</b> .....	<b>18</b>
<b>5.1.5</b>	<b>Rubrique 9 de la FDS : propriétés physico-chimiques</b> .....	<b>20</b>
5.2	Données importantes pour l'évaluation et la gestion sûre des nanomatériaux .....	22
<b>5.2.1</b>	<b>Rubrique 5 de la FDS : mesures de lutte contre l'incendie</b> .....	<b>22</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Rubrique 7 de la FDS : manipulation et stockage</b> .....	<b>22</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Rubrique 13 de la FDS : informations relatives au recyclage et à l'élimination</b> .....	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>Glossaire et abréviations</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>Liens supplémentaires</b>	<b>30</b>

Outre le présent guide de la fiche de données de sécurité (FDS) pour les nanomatériaux synthétiques, deux autres documents, un sommaire et une annexe avec deux exemples ont été établis. Ces deux exemples hypothétiques de produits comprenant des nanomatériaux synthétiques illustrent dans les rubriques correspondantes les indications souhaitées spécifiques aux nanomatériaux. Les deux exemples visent à clarifier le propos et ne devraient pas être utilisés indépendamment du présent guide.

# 1 Introduction

Les nanomatériaux synthétiques occupent une place toujours plus importante dans notre quotidien. Les informations relatives à leurs propriétés revêtent une grande importance pour définir les indications de dangers et les mesures de protection nécessaires.

La fiche de données de sécurité (FDS) joue un rôle clé à cet égard. Elle doit d'une part permettre au commerce et à l'industrie de transformation d'identifier d'éventuels dangers liés aux processus de fabrication et de transformation. Simultanément, elle doit fournir les bases nécessaires pour évaluer les dangers potentiels que les produits fabriqués constituent pour la santé et l'environnement. Selon l'état actuel des connaissances, les nanomatériaux peuvent, en raison de leurs propriétés spécifiques, constituer d'autres risques pour l'être humain et l'environnement. Il est important d'en tenir compte lors de la conception de la FDS.

## 1.1 Objectif

Le présent guide vise les objectifs suivants :

- indiquer quelles informations sont nécessaires pour garantir une gestion sûre des nanomatériaux et des produits contenant des nanomatériaux,
- constituer une aide pour identifier les informations pertinentes et pour les mentionner sous une forme adéquate et à l'endroit correct dans la FDS,
- contribuer à sensibiliser le personnel (des entreprises qui produisent des nanoparticules synthétiques ou qui les transforment) aux propriétés particulières de ces matériaux (au besoin, les entreprises doivent demander les informations correspondantes aux fournisseurs),
- compléter le document publié sur internet par l'OFSP : « [La fiche de données de sécurité en Suisse](http://www.bag.admin.ch/anmeldestelle/00933/03971) » (www.bag.admin.ch/anmeldestelle/00933/03971).

Nous recommandons de ce fait :

- que la FDS existante soit complétée, selon les informations du présent document, par les données spécifiques aux nanomatériaux,
- qu'une FDS propre aux nanomatériaux considérés soit réalisée, ou
- qu'une FDS soit aussi réalisée, conformément aux recommandations du présent document, pour les nanomatériaux non soumis à l'obligation d'établir une fiche de données de sécurité en vertu de l'art. 19 de l'ordonnance sur les produits chimiques ([OChim](#) ; RS 813.11).

Les textes de la loi et de l'ordonnance font foi dans tous les cas.

## 1.2 Conditions-cadre légales

« La fiche de données de sécurité vise à renseigner les personnes qui, à titre professionnel ou commercial, utilisent des substances ou des préparations, afin qu'elles puissent prendre les mesures qui s'imposent sur le plan de la protection de la santé, de la sécurité au travail et de la protection de l'environnement » (art. 18 [OChim](#) ; RS 813.11). Il en découle qu'une fiche de données de sécurité doit être établie pour les substances et les préparations dangereuses et pour les préparations contenant des substances dangereuses dans une concentration supérieure ou égale à une valeur déterminée (art. 19 OChim). Comme aucune disposition de droit spécifique ne s'applique encore à la plupart des nanomatériaux, à l'exception de la définition (art. 2 OChim ; RS 813.11), des indications relatives aux propriétés physico-chimiques dans le cadre de l'obligation de communiquer (art. 48 et 49 OChim ; RS 813.11) et dans le dossier technique (annexe 4 OChim ; RS 813.11), ces substances sont soumises aux objectifs de protection généraux prévus par les conditions-cadre légales.

Les nanomatériaux déjà réglementés pour la protection des travailleurs sont, par exemple, les nanotubes de carbone (« carbon nanotubes », CNT). Dans sa liste de valeurs limites de 2011, la SUVA a formulé et recommandé la valeur de 0,01 fibre/ml pour les nanotubes de carbone / CNT. Cette valeur indicative correspond à la valeur limite pour les fibres d'amiante et figure aussi dans la dernière liste des valeurs limites de la SUVA « [Valeurs limites d'exposition aux postes de travail](#) », adaptée chaque année. Cependant, selon la SUVA, il n'existe encore ni procédure de mesurage normée pour mesurer la longueur de nanotubes de carbone ni règles de calcul adaptées pour des pelotes de nanotubes de carbone.

Les exigences relatives à la FDS sont spécifiées dans [l'annexe 2 de l'OChim](#) RS 813.11. L'objectif de protection de la FDS, mentionné à l'art. 18, s'applique fondamentalement aussi aux nanomatériaux. Il incombe donc au fabricant du matériau en question d'évaluer si un matériau engendre de nouveaux dangers, parce qu'il est de l'ordre nanométrique, et si des mesures de protection spécifiques sont à prendre. Selon l'art. 6 de la loi sur le travail ([LTr](#), RS 822.11), l'employeur est tenu, pour protéger la santé des travailleurs en général et pour prévenir les accidents et les maladies professionnelles, de prendre toutes les mesures dont l'expérience a démontré la nécessité, que l'état de la technique permet d'appliquer et qui sont adaptées aux conditions d'exploitation de l'entreprise. Cette obligation s'applique elle aussi aux nanomatériaux.

Selon l'art. 30 de la loi fédérale sur la protection de l'environnement ([LPE](#), RS 814.01), la production de déchets doit être limitée dans la mesure du possible et les déchets doivent être éliminés d'une manière respectueuse de l'environnement et, pour autant que ce soit possible et approprié, sur le territoire national. Dans ce contexte, la valorisation des déchets revêt une importance prioritaire. Ces principes s'appliquent également aux déchets présentant des propriétés nanoscopiques. Si les déchets visés sont à classer dans la catégorie des

déchets spéciaux, les dispositions de l'ordonnance du 22 juin 2005 sur les mouvements de déchets ([OMoD](#), RS 814.610) s'appliquent en plus.

Le document « [La fiche de données de sécurité en Suisse](#) » décrit de manière exhaustive l'établissement des FDS. Le présent guide fournit des compléments spécifiques aux nano-matériaux.

## 2 Définition, notions et domaine d'application

### 2.1 Définition et notions

Le terme de « nanomatériau » correspond à une notion générale assez peu spécifique, qui comprend tous les matériaux contenant des composants nanoscopiques, indépendamment de leur composition.

L'art. 2, let. q, OChim (RS 813.11) définit les nanomatériaux comme suit :

« *Nanomatériaux*: matériaux contenant des particules libres, sous forme d'agrégat ou d'agglomérat, dont une ou plusieurs dimensions externes se situent entre 1 et 100 nanomètres ou un matériau présentant une surface spécifique en volume supérieure à 60 m<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>. Un matériau est considéré comme nanomatériau lorsqu'il est produit intentionnellement afin d'exploiter les propriétés découlant des dimensions externes de ses particules ou de la surface spécifique en volume mentionnées ci-dessus. Les fullerènes, les flocons de graphène et les nanotubes de carbone à paroi simple présentant une ou plusieurs dimensions externes inférieures à 1 nanomètre sont considérés comme des nanomatériaux. »

### 2.2 Domaine d'application du guide et définition propre des « nanomatériaux »

Le domaine d'application du guide comprend les **nanomatériaux** et les préparations qui en contiennent.

En sus des **nanomatériaux** au sens de la définition de l'OChim, le présent guide s'applique aussi aux matériaux produits intentionnellement qui contiennent des particules libres, sous forme d'agrégat ou d'agglomérat, et qui présentent une ou plusieurs dimensions externes entre 1 et 500 nm.

#### Précisions:

- A l'heure actuelle, il n'existe pas encore de définition internationale uniforme de la notion de nanomatériau. Dans la plupart des définitions, la taille des particules primaires joue un rôle décisif ; les dimensions externes inférieures à 100 nm dans au moins une dimension se sont imposées comme critère.

L'utilisation de la limite de 100 nm ne constitue en revanche aucune taille scientifiquement fondée. Les organismes peuvent aussi absorber des particules plus grandes. De telles particules ne sont pas uniquement absorbées par des phagocytes spécialisés, mais aussi, jusqu'à une taille de 500 nm environ, par des cellules non mangeuses<sup>1 2 3</sup>. Ainsi, des effets spécifiques aux nanomatériaux peuvent aussi

---

<sup>1</sup> Rejman et al.; Size-dependent internalization of particles via the pathways of clathrin- and caveolae-mediated endocytosis; Biochem. J. (2004)377, 159-169.

apparaître pour des particules dont les dimensions externes dépassent 100 nm. C'est pourquoi les présentes directives sont aussi applicables à ces particules. Le plafond de 500 nm garantit le recensement de toutes les (distributions des) tailles des particules qui peuvent avoir des effets dits nanospécifiques. Selon leur composition, les nanomatériaux entrent dans la définition des substances au sens de l'OChim ou dans celle des préparations au sens de la LChim.

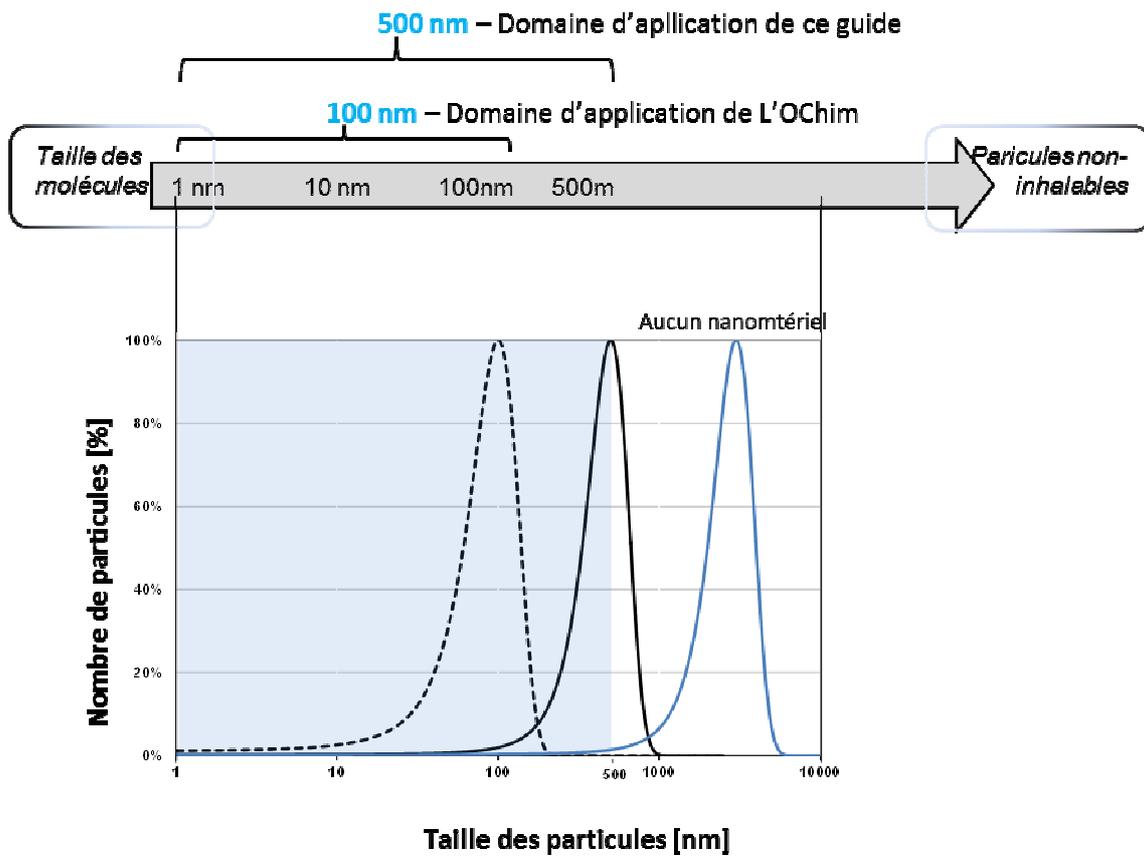
- Les **structures de surface** et les revêtements qui sont fortement liés à un matériau et dont seule la dimension est nanoscopique ne doivent pas être recensés spécifiquement dans la FDS, dans la mesure où ils ne contiennent pas de nanomatériaux.
- Le présent guide se limite aux particules **produites dans un but déterminé** (=synthétiques, manufacturées). Les sous-produits involontaires qui constituent des objets de cet ordre de grandeur, comme la fumée de soudage, la suie de diesel ou les particules présentes dans l'environnement (particules ultrafines) ne sont pas pertinentes pour la FDS.
- A titre d'exemple de préparation requérant une FDS, mentionnons les **liquides** et les **gaz** susceptibles de dégager des nanomatériaux. Relevons en particulier les **nanodispersions** (mélanges de particules en suspension) qui contiennent des nanomatériaux et qui requièrent une FDS en raison de leur emploi potentiel sous forme de spray. Un **nanopolymère granulé de matières plastiques destiné à être transformé** constitue également un exemple de matériaux nécessitant une FDS.

L'utilisation du guide pour la FDS concernant les nanomatériaux n'est pas obligatoire. Cependant, les entreprises qui mettent les présentes recommandations en application s'assurent de remplir leurs obligations d'information selon la LChim et l'OChim.

---

<sup>2</sup> SCENIHR: Risk Assessment of Products of Nanotechnologies, 2009, S. 26.

<sup>3</sup> A. Bruinink, J. Wang, P. Wick. Arch Toxicol (2015) 89:659–675



**Graphique:** Domaine d'application du guide et de l'OChim.

## 3 Propriétés et risques éventuels des nanomatériaux

### 3.1 Propriétés spécifiques des nanomatériaux

Les substances nanoscopiques présentent souvent des **propriétés physico-chimiques « modifiées »** par rapport aux substances analogues non-nanoscopiques.

Une caractéristique importante des nanomatériaux est l'ampleur de leur surface par rapport à leur volume (**ratio surface/volume élevé**). Il en résulte souvent une **réactivité** plus élevée et une **capacité de liaison** accrue.

De nombreux nanomatériaux ont une très forte tendance à **s'agglomérer** ou à **s'agréger**, un processus qui peut sensiblement modifier leurs propriétés, sans toutefois nécessairement diminuer l'important ratio surface/volume.

Outre leurs caractéristiques structurelles externes, les nanomatériaux peuvent également se distinguer chimiquement. Si nombre de nanoparticules se composent de substances ou de liaisons chimiquement homogènes, d'autres sont volontairement **modifiées** ou **fonctionnalisées**<sup>4</sup>, par exemple recouvertes d'une couche de surface (« **coating** »).

En raison du processus de fabrication, il se peut aussi que des **impuretés** (par exemple résidus d'additifs) se trouvent à la surface ou à l'intérieur des nanomatériaux et qu'elles en influencent les propriétés.

Les risques spécifiques aux nanoparticules apparaissent surtout lorsque les nanomatériaux sont libérés et absorbés par des êtres vivants ou par l'environnement.

Les risques sanitaires et environnementaux potentiels sont dus en partie aux nanomatériaux libres sous forme de particules ou fibres. Ces particules peuvent se présenter sous forme de poussières, de poudres, de dispersions ou de gouttelettes d'aérosols, ou s'échapper sous formes agglomérées. C'est pourquoi le risque que des nanoparticules soient libérées doit être pris en compte tout au long du cycle de vie du nanomatériau ou du nano-objet.

### 3.2 Risques sanitaires et environnementaux potentiels

En effet, à ce jour, pour la majorité des divers nanomatériaux, aucune étude complète des risques n'a encore été réalisée, puisqu'actuellement seules des études de cas uniques non standardisées peuvent être réalisées et qu'il est impossible de transférer sans réserve aux nanoparticules les données d'un même matériau dont les particules sont plus grandes. Selon l'OCDE, les procédures de tests toxicologiques actuelles peuvent s'appliquer en grande partie, après quelques modifications et innovations, aux matériaux nanoscopiques (Guidance Manual for the Testing of Manufactured Nanomaterials: OECD Sponsorship Programme: First Revision).

<sup>4</sup> On trouvera l'explication de cette notion dans le glossaire du chapitre 6

Sur la base de données humaine, de résultats d'études réalisées sur les animaux et in vitro, on ne peut pas généralement exclure, à l'heure actuelle, un potentiel de nocivité des matériaux nanoscopiques. Concernant les nanomatériaux de certains matériaux (p. ex. substances combustibles ou catalysatrices), il faut également envisager un risque potentiellement accru d'incendie, d'explosion ou de réactions chimiques inattendues.

Relevons que les connaissances en nanotoxicologie ne cessent de progresser et que, de ce fait, on dispose constamment de nouvelles informations sur des nanomatériaux déterminés.

En raison de l'utilisation croissante de nanomatériaux synthétiques, il faut s'attendre à leur dispersion accrue à l'avenir dans l'environnement (sol, eau, air), et ainsi à une exposition plus importante de la population à ces particules. Les résultats de recherches sur le comportement et les effets des poussières ultrafines (fraction de poussière nanométrique) ne sont transposables aux nanoparticules produites artificiellement que sous réserve, car les particules présentes dans l'environnement se distinguent souvent fondamentalement des particules industrielles. On ne dispose pour l'heure que d'un nombre limité d'études concernant le comportement des nanomatériaux dans l'environnement. Les tests éco-toxicologiques conduits à ce stade, en particulier sur des organismes aquatiques, montrent qu'il faut s'attendre à des effets toxiques s'agissant de certains nanomatériaux.

## 4 Les nanomatériaux dans les chaînes de production

Les chaînes de production, souvent complexes aujourd'hui, sont soumises à une optimisation permanente. Il en résulte un besoin de traitement des informations en matière de sécurité flexible et aussi transparent que possible. Pour garantir une gestion sûre des nanomatériaux le long de la chaîne de production, il est nécessaire que ces informations soient transmises. Nous illustrons la nécessité de cette démarche à l'aide de deux exemples.

- **Exemple 1** : observation du cycle de vie d'un nanomatériau dans un produit donné (cf. 4.1). Exemple : application par spray d'un acide silicique amorphe.
- **Exemple 2** : observation de *divers* cycles de vie d'un nanomatériau à l'origine de **plusieurs produits différents** (cf. 4.2). Exemple : application sol-gel avec dispersion de nanoparticules de dioxyde de titane.

Comme on ne saurait exclure que les produits contenant des nanomatériaux constituent un danger pour la santé et pour l'environnement, il est nécessaire de préciser dans la FDS les informations disponibles spécifiques aux nanomatériaux (et la notion de « nano »).

La FDS doit présenter les informations qui permettent de caractériser les nanomatériaux et de décrire les propriétés qui leur sont spécifiques. On pourra ainsi procéder avec la prudence requise lors de l'utilisation et de la transformation de ces nanomatériaux.

### 4.1 Exemple 1 : chaîne de production simple (produit de consommation finale)

- **Entreprise 1 (production de la matière première)** : pour fabriquer le produit pulvérisé, le fournisseur a besoin, comme matériau de base, de silice amorphe nanoscopique ( $\text{SiO}_2$ ) sous forme de poudre agglomérée. La valeur limite d'exposition fixée par la SUVA<sup>5</sup> pour la silice amorphe (liste de la Suva « [Valeurs limites d'exposition aux postes de travail](#)») est de  $3\text{mg} / \text{m}^3$  (i) = valeur limite d'exposition aux poussières (inhalable) ; elle doit donc être indiquée dans la fiche de données de sécurité accompagnant la livraison.
- **Entreprise 2 (formulation du produit)** : le matériau de base est traité par une entreprise et introduit dans un liquide. A cet effet, la poudre est tout d'abord désagglomérée dans l'exploitation et les nanoparticules ainsi libérées sont modifiées chimiquement à la surface (c'est-à-dire fonctionnalisées). Puis, on fabrique une dispersion stable avec ces nanoparticules dans un solvant inflammable (éthanol). Selon la législation actuelle (art. 19 [OChim](#); RS 813.11), la fiche de données de sécurité ne doit

<sup>5</sup> On trouvera l'explication de cette notion dans le glossaire du chapitre 6

déclarer que l'éthanol inflammable comme composant dangereux. La silice (nanoscopique) est désormais dispersée et sa concentration est inférieure à 1% ; l'entreprise n'est donc plus tenue de la mentionner dans la FDS, ainsi que la valeur limite d'exposition aux poussières qui s'y rapporte.

- **Entreprise 3 (remplissage)** : le remplissage des pulvérisateurs est effectué par une autre entreprise, qui ne peut s'informer par la FDS jointe au produit que des propriétés dangereuses de l'éthanol. La formule du spray, vu la forte proportion d'éthanol, est seulement déclarée comme facilement inflammable.
- **Entreprise 4 (application)** : lors de l'application du spray au bout de la chaîne de production, des aérosols, qui contiennent en outre des particules de silice nanoscopiques, peuvent se former en quantités considérables. Le danger potentiel lié à l'inhalation de ces aérosols contenant des nanoparticules n'est pas (plus) décelable par les utilisateurs sur la base de l'information produit disponible.
- **Entreprise 5 (élimination, recyclage)** : les entreprises d'élimination ou de recyclage ne reçoivent elles aussi que quelques informations (lorsqu'elles en reçoivent) sur l'existence de nanomatériaux (des particules de silice nanoscopiques dans notre exemple) dans les déchets de production.

## 4.2 Exemple 2 : chaîne de production complexe (transformation)

Note : on trouve dans différents domaines des chaînes de production très diverses, dans lesquelles des nanoparticules de dioxyde de titane sont utilisées. Pour faciliter la compréhension de la présentation, la description ci-après ne contient pas d'information sur chaque maillon de la chaîne (contrairement à l'exemple précédent).

### Fabrication du matériau

- **Production de la matière première** : le tétraéthanolate de titane est hydrolysé dans un processus sol-gel pour former de fines particules de dioxyde de titane. Ce processus permet de produire des colloïdes de haute comme de basse réactivité photocatalytique, selon l'utilisation ultérieure. La taille primaire moyenne des particules est d'environ 30 nm. Lors des étapes suivantes du traitement (la séparation, le séchage et le remplissage), des poussières inhalables peuvent se former : il faut les mentionner dans une fiche de données de sécurité à des fins de protection des travailleurs (art. 19 [OChim](#); RS 813.11). La fiche de données de sécurité ne contient pas les données nécessaires pour évaluer la dangerosité potentielle liée au caractère nanoscopique des diverses particules de dioxyde de titane.

### **Transformation spécifique à la branche**

(p. ex. dans les chaînes de production liée aux domaines « peintures et vernis », « matières synthétiques », « papier »)

- **Fonctionnalisation / revêtement (« coating »)** : le dioxyde de titane, acheté comme matière première du vernis, est ensuite fonctionnalisé selon les propriétés souhaitées et l'application visée, par exemple pour accroître la résistance à la lumière, aux intempéries et à la chaleur des matériaux à enduire (vernis, peintures, matières synthétiques, papier, etc.). Par exemple, les particules pour l'encre d'imprimante sont enduites de silane, celles destinées aux peintures de voiture avec de l'oxyde d'aluminium et de l'oxyde de zircon, et celles entrant dans les applications cosmétiques avec du silicone. Selon les circonstances, toute fonctionnalisation peut déboucher sur une nouvelle matière dont les propriétés se distinguent fondamentalement du matériau d'origine. Il peut s'avérer nécessaire d'établir de nouvelles fiches de données de sécurité pour les particules fonctionnalisées si leurs propriétés pertinentes sous l'angle de la sécurité ont été modifiées.
- **Dispersion** : lors d'une étape ultérieure, les particules nanoscopiques de dioxyde de titane fonctionnalisées sont dispersées à l'aide d'agents liants, d'additifs et de solvants pour être introduites dans les vernis, peintures, matières synthétiques, papier, etc. Comme la matière première fonctionnalisée se présente sous une forme agglomérée, elle est soumise à un processus chimico-mécanique spécial, dans des conditions définies, pour être encore fonctionnalisée et simultanément transformée en une dispersion nanoscopique stable. Pour ces préparations également, de nouvelles fiches de données de sécurité peuvent être nécessaires, selon qu'elles contiennent ou non des substances pertinentes du point de vue sanitaire. Le danger de poussières que comportaient ces substances a disparu, mais les données relatives aux substances nanoscopiques demeurent nécessaires, parce que la possibilité d'une utilisation avec des sprays sous haute pression est évidente et qu'il faut par conséquent explicitement prévenir la formation d'aérosols en raison des nanomatériaux.
- **Utilisation industrielle des formulations** : on trouve des formulations contenant des particules de dioxyde de titane dans les domaines d'application les plus divers, par exemple comme photocatalyseurs dans les cellules solaires, comme additifs pour les encres et les matières synthétiques, dans les peintures d'intérieur et d'extérieur, dans les résines et le papier. Dans toutes ces applications, les particularités des particules nanoscopiques de dioxyde de titane n'apparaissent plus dans les fiches de données de sécurité. C'est pourquoi il faut contrôler la possibilité que des particules soient libérées dans les scénarios d'exposition dans la fiche de données élargi et en faire mention le cas échéant.

- **Recyclage, élimination** : les entreprises de recyclage ou d'élimination ne reçoivent généralement, pour autant qu'elles soient informées, que des indications parcimonieuses sur l'existence de nanomatériaux dans les déchets de production ou dans les produits à recycler ou à éliminer. Il faut contrôler la possibilité que des particules soient libérées dans les scénarios d'exposition et en faire mention le cas échéant.

## 5 Explications concernant les rubriques de la FDS

On trouvera ci-après des explications et des recommandations concrètes quant à l'intégration des informations spécifiques aux nanomatériaux dans les diverses rubriques de la FDS. Il faut souligner que le présent texte met l'accent sur les informations supplémentaires spécifiques aux nanomatériaux. L'indication des **données non spécifiques aux nanomatériaux** concernant le produit et sa manipulation doit être dans tous les cas conforme aux dispositions de l'ordonnance sur les produits chimiques ([OChim](#); RS 813.11), qui sont expliquées dans le guide : « [La fiche de données de sécurité en Suisse](#) ». Il faut relever la nécessité d'indiquer les propriétés nanoscopiques dans la FDS en particulier pour les groupes de substances utilisées en grandes quantités et depuis longtemps. Les substances et groupes de substances suivants apparaissent souvent dans des quantités relativement importantes sous forme nanoscopique :

- suies industrielles (« carbon black ») ;
- peintures (colorants, pigments, agents de charge) ;
- oxydes métalliques (p. ex. oxydes de zinc, de titane, d'aluminium, de fer, etc.), oxydes de semi-métaux (comme le silicium) ou de métaux des terres rares (comme le cérium).

Si une entreprise opère avec de tels groupes de substances, les responsables devraient accorder une attention particulière à la présence d'informations spécifiques aux nanomatériaux dans la fiche de données de sécurité. En plus ils doivent conserver à l'esprit l'objectif centrale de celle-ci, à savoir de transmettre des informations et des recommandations d'action importantes en vue de la gestion sûre des produits chimiques et de les mettre en œuvre. C'est-à-dire en premier lieu de former le personnel.

Nous formulons ci-après des recommandations concrètes, relatives aux rubriques de la FDS qualifiés de **nécessaires** ou d'**importants** dans le tableau suivant, pour évaluer les risques et gérer les nanomatériaux de manière sûre. Nous avons renoncé à donner des exemples pour le groupe **souhaité**, puisque très peu de nanomatériaux sont couverts par les informations actuellement disponibles concernant ces rubriques.

[Les exemples de texte visant à préciser les propriétés spécifiques des nanomatériaux dans les diverses rubriques de la FDS sont marqués en bleu de cette manière.](#)

**Degrés de priorité actuels d'information nano-spécifique dans les rubriques de la FDS**

N°	Désignation de la rubrique de la FDS	Degrés de priorité pour l'indication des informations spécifiques aux nanomatériaux
1	Identification substance / préparation et entreprise	<b>nécessaire</b>
2	Identification des dangers	<b>nécessaire</b>
3	Composition/Informations sur les composants	<b>nécessaire (aussi pour la grille de précaution)</b>
4	Premiers secours	<b>souhaité</b>
5	Mesures de lutte contre l'incendie	<b>important</b>
6	Mesures à prendre en cas de dispersion accidentelle	<b>souhaité</b>
7	Manipulation et stockage	<b>important</b>
8	Contrôle de l'exposition et protection individuelle	<b>nécessaire</b>
9	Propriétés physico-chimiques	<b>nécessaire (aussi pour la grille de précaution)</b>
10	Stabilité et réactivité	<b>souhaité</b>
11	Informations toxicologiques	<b>souhaité</b>
12	Informations écologiques	<b>souhaité</b>
13	Informations relatives au recyclage et à l'élimination	<b>important</b>
14	Informations relatives au transport	<b>souhaité</b>
15	Informations réglementaires	<b>souhaité</b>
16	Autres informations	<b>souhaité</b>

**Légende : indications visant l'évaluation et la gestion sûre des nanomatériaux**

<b>nécessaire</b>	<p><b>Données nécessaires à l'évaluation et à une gestion sûre :</b> Les cinq rubriques correspondantes doivent nécessairement contenir les données minimales concernant les nanomatériaux. Les méthodes de test doivent être précisées, notamment pour indiquer si les tests ont été réalisés avec des nanomatériaux ou avec des matières macroscopiques homologues.</p> <p><b>La grille de précaution :</b> ces données sont également nécessaires pour utiliser la grille de précaution. Les indications concernant l'utilisation et le domaine d'application de la grille se trouvent à la rubrique 7 du présent guide.</p>
<b>important</b>	<p><b>Données importantes pour l'évaluation et la gestion sûre :</b> Les trois rubriques correspondantes de la FDS devraient contenir, autant que possible, des informations spécifiques aux nanomatériaux et des recommandations utiles à la sûreté de la gestion.</p>
<b>souhaité</b>	<p><b>Données souhaité pour l'évaluation et la gestion sûre :</b> Seuls quelques rares nanomatériaux sont actuellement documentés par des données correspondant à ces rubriques. Cependant si des données spécifiques ou des données provenant de la recherche scientifique ou de la littérature sont disponibles, il faut les mentionner. En outre, de nouveaux éléments de connaissance apparaissent constamment, notamment grâce à la retransmission des données de la chaîne d'information mise en place dans le cadre de REACH<sup>6</sup>, grâce aux travaux de l'OCDE<sup>7</sup> et aux découvertes en rapide progression de la recherche scientifique.</p>

<sup>6</sup> On trouvera l'explication de cette notion dans le glossaire du chapitre 6

<sup>7</sup> On trouvera l'explication de cette notion dans le glossaire du chapitre 6

## 5.1 **Données nécessaires** pour l'évaluation et une gestion sûre des nanomatériaux

Concernant les cinq rubriques de la FDS qualifiées de **nécessaires**, les informations minimales suivantes, spécifiques aux nanomatériaux contenus dans le produit, sont estimées très importantes.

### 5.1.1 Rubrique 1 de la FDS : identification de la substance ou de la préparation et de l'entreprise

S'agissant de l'usage prévu (s'il est connu), il est important d'apporter des indications sur les propriétés spécifiques des composants nanoscopiques.

#### Exemples de textes concernant la rubrique 1 de la FDS (identification de la substance ou de la préparation et de l'entreprise)

1. Les nanomatériaux contenus accroissent l'effet antibactérien de la peinture.
2. Les nanomatériaux modifient la structure superficielle et facilitent le nettoyage.
3. Contient des nanomatériaux, afin d'accroître la protection (de la façade /de la surface) contre les dommages/les lésions causés par les rayons UV.

### 5.1.2 Rubrique 2 de la FDS : identification des dangers

Les propriétés spécifiques des nanomatériaux comportent (outre des chances de nouvelles applications et de nouveaux produits) éventuellement aussi des risques pour l'homme et l'environnement. Des données humaines et des études réalisées sur les animaux et in vitro avec des **nanomatériaux** ont montré que l'homme et l'environnement peuvent être exposés à des dangers. Cependant, sur la base des informations actuelles, on ne peut en déduire des conclusions générales sur le potentiel de risque constitué par les **nanomatériaux**. Afin de procéder à l'estimation générale des éventuelles sources de risques, il faudrait donc formuler dans la présente rubrique les dangers potentiels, car il n'est actuellement possible de fournir des données spécifiques aux atteintes à l'homme et aux dommages à l'environnement que dans quelques cas particuliers. Lorsque de tels dommages ou atteintes sont connus, ils doivent être indiqués. A titre d'aide à l'évaluation, on peut recourir par exemple à la grille de précaution (cf. rubrique 7).

**Les questions suivantes doivent aider à formuler les éventuels risques / indications de dangers.**

1. La formation de poussière ou la libération de nanoparticules ou de nanofibres est-elle probable en cas de manipulation conforme aux prescriptions ?
2. Des nanofibres ou des structures fibreuses persistantes sont-elles contenues ou peuvent-elles se former (par agglomération ou par agrégation) ?
3. Quelles sont les principales voies d'exposition (spécifiques au produit) ?

4. Pour quels processus des immissions dans l'environnement sont-elles probables (eau, sol, air) ?
5. Comment la substance se comporte-t-elle dans les organismes (absorption, stabilité, etc.) ?
6. Des propriétés différentes ou plus marquées que celles du produit non nanoscopique sont-elles possibles (p. ex. en raison de la formation de radicaux libres) ?

### Exemples de textes concernant la rubrique 2 de la FDS (identification des dangers)

Il est possible de fournir plusieurs descriptions pertinentes de dangers potentiels. Les données auxquelles se rapportent ces éléments d'information devraient être concrétisées si possible dans les rubriques 8, 11 ou 12 de la FDS (p. ex. en citant des études).

1. Des nanomatériaux peuvent être libérés si ce produit est utilisé lors de travaux générant de la poussière.
2. La vaporisation du produit à l'aide d'agents propulseurs génère des aérosols contenant des nanoparticules.
3. Les particules nanoscopiques de ce produit peuvent favoriser la formation de radicaux dans les organismes.
4. Les nanomatériaux utilisées sont susceptibles de franchir les membranes cellulaires et la barrière hémato-encéphalique.
5. Les nanomatériaux utilisées sont susceptibles de s'enrichir dans les organismes et / ou dans l'environnement.

#### 5.1.3 Rubrique 3 de la FDS : composition/informations sur les composants

Il est fortement recommandé d'indiquer dans cette rubrique (en plus des données nécessaires concernant la composition) le type et la quantité des nanomatériaux présents dans le produit en indiquant le terme « nano ». Il est aussi important de fournir des informations sur un éventuel revêtement (« coating ») ou sur la fonctionnalisation des nanomatériaux.

Dans cette rubrique, il faut apporter des indications aussi précises que possible concernant la composition, notamment sur les propriétés suivantes spécifiques aux nanomatériaux :

- la désignation chimique et la composition élémentaire (p. ex. nano-TiO<sub>2</sub>) ;
- la structure chimique et la structure cristalline des nanoparticules (p. ex. rutil ou anatase) ;
- la forme des nanoparticules (p. ex. particules ou fibres) ;
- la part en masse des nanoparticules (p. ex. 1 % de nanoparticules en poids) ;
- les impuretés nanoscopiques (p. ex. oxydes de métal) ;
- la fonctionnalisation et / ou le revêtement ou « coating » (oui, lesquels/non).

### Exemples de textes concernant la rubrique 3 de la FDS (composition/informations sur les composants)

1. La solution prête à l'emploi contient des nanoparticules d'oxyde de cérium ; la vaporisation à l'aide d'agents propulseurs génère des aérosols dont le diamètre des gouttelettes est inférieur à 10 micromètres (<10 µm).
2. Nanoparticules de dioxyde de titane (rutile) enduites de silice.
3. Contient de l'argent (élémentaire) sous forme de nanoparticules.
4. Contient des composants nanoscopiques d'argent (élémentaire) dispersés
5. Contient du carbone sous forme de MWCNT<sup>8</sup>.

#### 5.1.4 Rubrique 8 de la FDS : contrôle de l'exposition et protection individuelle

Pour le moment, aucune valeur limite d'exposition au poste de travail (VME, VLE)<sup>9</sup> n'a été fixée pour les nanomatériaux synthétiques. Comme l'effet sur la santé humaine des nanomatériaux n'est pas encore clair, il convient en principe de réduire l'exposition au minimum.

### Exemples de textes concernant la rubrique 8 de la FDS (en général)

1. En termes de toxicologie et de médecine du travail, il n'est pas encore possible de fixer des valeurs limites spécifiques aux nanoparticules contenues dans le produit.
2. S'agissant des nanomatériaux granuleux biologiquement stables d'une densité inférieure à 6000 kg/m<sup>3</sup>, il ne faut pas dépasser une concentration de 40'000 particules/cm<sup>3</sup> pour les particules comprises entre 1 et 100 nm (recommandation sur le site du BGIA-DGUV, Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz / Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, 30.6.2009).

#### Contrôle de l'exposition

Pour limiter l'exposition, on doit en principe appliquer le principe TOP présenté au rubrique 5.2.2 de ce guide. Il faut premièrement opérer dans des espaces particulièrement protégés (p. ex. sous-pressurisés) ou dans une petite enceinte (p. ex. « boîte à gants »).

### Exemples de textes concernant la rubrique 8 de la FDS (limite d'exposition)

1. Réduire, par aspiration à la source, l'exposition aux aérosols contenant des nanoparticules.
2. Délimiter les domaines de dangers (aménager des espaces séparés, travailler dans une « boîte à gants »).
3. N'autoriser l'accès aux locaux de travail où des nanomatériaux sont manipulés qu'aux personnes instruites et compétentes.

---

<sup>8</sup> On trouvera l'explication de cette notion dans le glossaire du chapitre 6

<sup>9</sup> On trouvera l'explication de cette notion dans le glossaire du chapitre 6

4. Minimiser la fréquence et la durée des expositions de même que le nombre de personnes exposées.
5. Utiliser un dispositif d'aspiration à la source muni d'un filtre à particules (HEPA H 14).
6. Ne reconduire l'air dans l'espace de travail qu'après l'avoir suffisamment épuré.
7. Eliminer les dépôts de poussière contenant des nanoparticules par un nettoyage humide/mouillé ; le recours à l'aspirateur, qui doit être adéquat, n'intervient qu'en deuxième priorité (ne jamais procéder par soufflage).
8. Ne pas conserver dans les poches de vêtements un tissu de nettoyage souillé par un nano-produit.

### **Equipement de protection individuelle (EPI)**

En ce qui concerne l'équipement de protection, on dispose de premières observations quant aux types d'équipement et aux systèmes offrant une protection contre les nanomatériaux synthétiques (voir «Nanosafe»: Safe production and use of nanomaterials et « Nano to go ! » Safe handling of nano materials and other advanced materials at workplaces). Il faut tenir compte de ces éléments en établissant la FDS. Il faut en particulier mentionner la protection de la peau qu'offrent seulement deux paires de gants superposés contre l'exposition aux résidus de produits séchés éventuellement générateurs de poussière.

### **Exemples de textes concernant la rubrique 8 de la FDS (équipement de protection individuelle / EPI)**

#### **1. Protection des voies respiratoires**

Si, pendant les manipulations des produits, on ne peut pas empêcher la libération de nanoparticules (sous forme de poussières ou d'aérosols), il faut porter une protection des voies respiratoires munie d'un filtre à particules, en plus des mesures de protection techniques (classe de filtre P-3).

#### **2. Gants**

Si le contact direct avec des nanoparticules (liquides, solides ou poussières) ne peut être évité, il faut porter autant que possible deux couches de gants superposés (selon la situation, p. ex. des gants de chimie combinés avec des gants en latex ou deux gants jetables superposés, etc.).

Il est important, pour être bien protégé, de mettre et d'enlever les gants soigneusement et de les enfiler de manière à ce qu'ils couvrent l'extrémité du vêtement de protection. Le matériau des gants doit être choisi en fonction des substances chimiques manipulées. Pour des substances contenant des particules, la manipulation correcte est plus importante que le temps de transperçement des gants. Deux paires de gants superposés offrent une meilleure protection au moment de les enlever.

#### **3. Vêtement de protection**

Le vêtement de protection à longues manches doit être en matériau membranaire (non tissé) ; il faut éviter les étoffes tissées.

#### 4. Protection des yeux

Pour protéger les yeux, il faut utiliser au moins des lunettes de protection hermétiques, mais un masque complet fournit évidemment une meilleure protection.

#### 5.1.5 Rubrique 9 de la FDS : propriétés physico-chimiques

Selon l'art. 49 OChim, pour les nanomatériaux soumis à l'obligation d'informer et les préparations en contenant, la composition du nanomatériau, la forme des particules et leur grandeur moyenne ainsi que, lorsque ces informations sont disponibles, la distribution granulométrique, la surface spécifique en volume, la structure cristalline, l'état d'agrégation, le revêtement de surface et la fonctionnalisation de surface doivent être indiqués. Ces données doivent aussi être présentes dans la fiche de données de sécurité du nanomatériau, indépendamment du soumis de l'obligation d'informer. **De plus, des informations sur les paramètres suivants sont souhaitables :**

- a) **Granulométrie**<sup>10</sup> des particules contenues dans le produit. Ces données sont toujours recommandables si la présence de particules nanoscopiques dans le produit est connue. Au cas où la granulométrie ne serait pas connue, l'indication des tailles de particules connues peut se montrer utile (p. ex. « contient des nanoparticules de l'ordre de 10 nm »). A cet égard, il faut noter qu'une granulométrie présentant un maximum de 200 nm peut comprendre une proportion de particules dont la taille est inférieure à 100 nm selon la définition des nanomatériaux. Si les quantités de produit sont importantes, même un pourcentage faible peut s'avérer notable, c'est-à-dire pertinent du point de vue de la santé.
- b) **Solubilité dans l'eau** : cette propriété donne une indication sur la stabilité d'un nanomatériau. Il faut relever à cet égard que l'introduction de nanomatériaux dans un solvant peut avoir deux effets : la dissolution du matériau en ses composants moléculaires ou ioniques et la suspension des nanomatériaux dans leur intégralité. En fournissant des indications concernant la solubilité dans l'eau, il faudrait distinguer entre ces deux effets.
- c) **Stabilité des agglomérats et des agrégats** : dans certaines conditions, les agglomérats/agrégats peuvent se décomposer/désagréger. Pour cette raison de grands agglomérats/agrégats supposés sûrs peuvent receler un danger dans des environnements déterminés (dans le corps ou dans l'environnement), lorsqu'ils se désagrègent de nouveau en leurs particules primaires.

---

<sup>10</sup> On trouvera l'explication de cette notion dans le glossaire du chapitre 6

- d) Capacité d'oxydation ou de réduction des nanomatériaux<sup>11</sup>** : La capacité d'oxydation ou de réduction s'exprime par le potentiel redox. Il est judicieux de procéder à la mesure du potentiel redox de nanomatériaux si ceux-ci participent à des processus de transfert d'électrons. Il faut tenir compte du fait que le revêtement des nanoparticules peut modifier leur potentiel redox.
- e) Potentiel de formation de radicaux<sup>12</sup>** : Ces informations constituent un critère important pour évaluer les risques liés aux nanomatériaux. Toutes les données susceptibles de contribuer à estimer la probabilité et le type de formation de radicaux sont utiles. Par exemple, les données sur l'**activité catalytique ou photocatalytique<sup>13</sup>** : les matériaux photocatalytiquement actifs sont des semi-conducteurs capables de générer des radicaux libres hautement réactifs sous l'influence de la lumière. L'activité photocatalytique dépend fortement du type de matériau, de la taille des nanoparticules, des modifications des surfaces ou du dopage ciblé du matériau. Dans chaque cas il faut clarifier l'activité photocatalytique.

### Grille de précaution

Les informations relatives à la rubrique 9 de la FDS mentionnées ci-dessus sont aussi nécessaires pour remplir le formulaire de la grille de précaution<sup>14</sup>. Plus les détails notés dans les rubriques de la FDS sont nombreux, plus la grille de précaution établie à l'aide de ces données est probante.

### Exemples de textes concernant la rubrique 9 de la FDS (propriétés physico-chimiques)

1. Proportion de CeO<sub>2</sub> nanoscopique dans le produit : 90 pour cent. Surface spécifique : 20-85 m<sup>2</sup> par gramme de substance selon la méthode BET (Specific Surface Area, SSA<sub>BET</sub>) ; diamètre des nanoparticules primaires : 10-40 nm (d<sub>BET</sub>).
2. Le produit contient des nanoparticules non enduites dont la taille est comprise entre 50 et 200 nm.
3. Le maximum de la distribution granulométrique se situe aux environs de 50 nm. Le revêtement (« coating ») des nanoparticules empêche leur agglomération.
4. Les agglomérats (200 nm) peuvent se désagglomérer dans le corps ou dans l'environnement.
5. En raison de la fonctionnalisation (revêtement) des nanoparticules de dioxyde de titane contenues dans le produit, l'effet photocatalytique est réduit par rapport à leur forme exempte de revêtement.

---

<sup>11</sup> On trouvera l'explication de cette notion dans le glossaire du chapitre 1 et sur [www.infonano.ch](http://www.infonano.ch).

<sup>12</sup> On trouvera l'explication de cette notion dans le glossaire du chapitre 1 et sur [www.infonano.ch](http://www.infonano.ch).

<sup>13</sup> On trouvera l'explication de cette notion dans le glossaire du chapitre 1 et sur [www.infonano.ch](http://www.infonano.ch).

<sup>14</sup> On trouvera l'explication de cette notion dans le glossaire du chapitre 6

6. Réactivité nettement accrue par rapport aux formes non nanoscopiques du même matériau.
7. Favorise la formation de radicaux d'oxygène.
8. Le produit a un effet catalytique ou redox.
9. Les nanomatériaux de dioxyde de titane contenus sont stables (non dégradables et non solubles dans le corps ou dans l'environnement).
10. Les MWCNT contenus ont un diamètre de 20 à 40 nm et leur longueur est au moins de 500 nm. Le rapport de la longueur au diamètre est d'environ 10 à 1.

## 5.2 **Données importantes pour l'évaluation et la gestion sûre des nanomatériaux**

Dans les trois rubriques suivantes de la FDS, il faut apporter des informations spécifiques aux nanomatériaux contenus dans le produit (si ces informations sont disponibles et/ou s'il est possible de les obtenir à un coût raisonnable).

### 5.2.1 **Rubrique 5 de la FDS : mesures de lutte contre l'incendie**

Les nanomatériaux peuvent présenter une réactivité supérieure à celle des substances analogues non nanoscopiques. Les nanoparticules de fer s'oxydent par exemple très rapidement à l'air sous l'action d'une flamme. Selon les circonstances, en présence de nanomatériaux, les mesures de lutte contre l'incendie doivent donc suivre une autre procédure. Les indications de danger accru en cas d'incendie ou d'explosion doivent en tout cas être spécifiques au matériau et se référer si possible à des données explicitées.

### **Exemples de textes concernant la rubrique 5 de la FDS (mesures de lutte contre l'incendie)**

1. Les nanoparticules de fer contenues sont hautement inflammables et combustibles.
2. Les nanoparticules de fer contenues sont pyrophoriques.
- 3.

### 5.2.2 **Rubrique 7 de la FDS : manipulation et stockage**

#### **Procédure générale**

Lors de la manipulation et du stockage de nanomatériaux (également dans des préparations) dont le potentiel effecteur est inconnu, il convient fondamentalement, à titre de précaution, d'éviter les expositions et / ou de les limiter au minimum. Diverses mesures sont propres à minimiser systématiquement les expositions. Il faut les prendre par ordre de priorité en tenant compte de leur effet de protection respectif, selon le **principe TOP** (mesures de protection techniques, organisationnelles et personnelles). L'ordre de priorité des mesures de protection doit être également précisé dans la FDS.

<p>1. <b>T = Mesures de protection Techniques</b> Utiliser des appareillages fermés (Glove-Box etc.) Eviter la formation de poussières ou d'aérosols Aspirer les poussières ou les aérosols directement à la source Prévoir une épuration de l'air aspiré (filtre adéquat) Séparer l'espace de travail et adapter la ventilation des locaux (légère sous-pression) Nettoyage humide/mouillé. Le nettoyage par aspiration n'intervient qu'en deuxième priorité (absolument pas de soufflage de poussière)</p> <p>2. <b>O = Mesures de protection Organisationnelles</b> Minimiser le temps d'exposition Minimiser le nombre de personnes exposées Limitation de l'accès Instruction du personnel quant aux dangers et aux mesures de protection (directives d'exploitation)</p> <p>3. <b>P = Mesures de Protection personnelles</b> On ne recourra à l'équipement de protection individuelle (EPI) que si les mesures techniques et organisationnelles citées ci-dessus n'offrent qu'une protection insuffisante. Les exigences spécifiquement posées à l'EPI doivent être mentionnées à la rubrique 8 de la FDS.</p>
--

### Manipulation

En cas d'utilisation de nanoparticules combustibles, des **mesures supplémentaires de protection contre les explosions** s'imposent si une quantité de poussière dangereuse est susceptible de se former. → Délimiter les zones de protection contre les explosions (« zones ex »).

Si des nanoparticules réactives ou catalysatrices sont impliquées, il faut autant que possible exclure un contact avec la substance.

### Exemples de textes concernant la rubrique 7 de la FDS (manipulation) :

1. Aspirer à la source avec un appareil muni d'un filtre à particules (filtre HEPA H14).
2. Utiliser une méthode de nettoyage humide/mouillé. Le recours à l'aspirateur n'intervient qu'en deuxième priorité et l'appareil doit être muni d'un filtre à particules (p. ex. filtre HEPA H14). Veiller aux éventuelles expositions lors des travaux d'entretien et d'élimination ou de recyclage et les éviter.
3. Eviter la formation d'aérosols et éliminer les sources d'inflammation.
4. Lors du remplissage et du vidage de récipients contenant des nanoparticules sous forme de poudre, porter le masque de protection (classe de filtre P-3), le vêtement de protection (non tissé) et des gants en nitrile (deux paires de gants superposés) et opérer dans un espace particulièrement protégé (p. ex. local sous-pressurisé) ou dans une enceinte étanche (p. ex. « boîte à gants » de laboratoire).

## Stockage

En cas de stockage de nanomatériaux, les prescriptions visant les substances non nanoscopiques s'appliquent en principe. En présence de nanoparticules sous forme de poudre, il s'agit d'attirer l'attention prioritairement sur leur risque potentiel d'inhalation et sur les dangers d'éventuelle explosion de poussière. Les éventuelles sources d'inflammation doivent être éliminées.

### Exemples de textes concernant la rubrique 7 de la FDS (stockage)

1. Stocker les nanomatériaux sous forme de poudre dans des sachets antistatiques (remplis d'argon ou d'azote ou sous vide dans un emballage hermétique).
2. Stocker la poudre de nanoparticules métalliques dans des sachets antistatiques hermétiquement fermés sous vide et placés dans des récipients métalliques.

### 5.2.3 Rubrique 13 de la FDS : informations relatives au recyclage et à l'élimination

La rubrique 13 présente des informations sur d'éventuelles propriétés spécifiques aux nanomatériaux susceptibles, pendant le processus de recyclage ou d'élimination des nanomatériaux, d'induire la libération de nanomatériaux, d'exposer les travailleurs et d'entraîner des émissions dans l'environnement. Le propriétaire du déchet doit être en mesure de juger s'il doit faire enlever ses « nano-déchets » selon une procédure spécifique. Les déchets qui contiennent des nanomatériaux synthétiques libres ou facilement libérables doivent être gérés comme des déchets spéciaux, si l'on ne peut exclure que leurs propriétés spécifiques aux nanomatériaux puissent affecter la santé, la sécurité ou l'environnement. Pour évaluer les mesures éventuellement nécessaires, on peut recourir par exemple à la « [Grille de précaution pour les nanomatériaux synthétiques](#) »<sup>15</sup> ou l'aide à l'exécution « [Élimination des déchets provenant de la fabrication ainsi que de la transformation industrielle ou artisanale des nanomatériaux synthétiques](#) ».

Les exigences posées pour la gestion des déchets dépendent surtout de savoir si les déchets à recycler ou à éliminer sont ou non des déchets spéciaux. Selon l'ordonnance sur les mouvements des déchets (art. 2, al. 2, let. a, [OMoD](#); (RS 814.610), sont réputés déchets spéciaux les déchets qui, pour être éliminés de manière respectueuse de l'environnement, requièrent en raison de leur composition ou de leurs propriétés physico-chimiques ou biologiques un ensemble de mesures techniques et organisationnelles particulières même en cas de mouvements à l'intérieur de la Suisse. Les déchets spéciaux sont énumérés à l'annexe 1 de l'ordonnance du DETEC concernant les listes pour les mouvements de déchets ([RS 814.610.1](#))<sup>16</sup>. Chaque déchet spécial est désigné par un code spécifique. Pour les déchets spéciaux contenant des nanomatériaux, qui n'ont pas de code de déchet spécifique en

<sup>15</sup> On trouvera l'explication de cette notion dans le glossaire du chapitre 6

<sup>16</sup> On trouvera l'explication de cette notion dans le glossaire du chapitre 6

raison des propriétés de leurs composants, il faut utiliser les codes des catégories de déchets spéciaux correspondantes :

16 03 03 S Déchets anorganiques contenant des substances dangereuses ;

16 03 05 S Déchets organiques contenant des substances dangereuses.

**Exemples de textes concernant la rubrique 13 de la FDS (recyclage et élimination)**

1. Déchet spécial 16 03 05 S ; contient des nanoparticules d'argent libérables intégrées dans sa matière synthétique (max. 0,05 %).
2. Déchets sous forme de poudre, contenant des nanoparticules, stabilisés dans des sachets antistatiques.
3. Déchets contenant des nanotubes de carbones (NTC). Leur élimination par combustion à haute température est recommandée.

## 6 Glossaire et abréviations

Notion	Explication / définition	Remarque
Activité redox	Interaction avec l'environnement par l'échange d'électrons (réduction ou oxydation). L'activité redox s'exprime par le potentiel redox.	Il est judicieux de mesurer le potentiel redox des nanomatériaux s'ils sont impliqués dans des processus de transferts électroniques. Le revêtement des nanomatériaux peut modifier leur activité redox.
Agglomérat	Regroupement de particules, d'agrégats ou d'un mélange de particules et d'agrégats faiblement liés, dont la surface équivaut à la somme des surfaces des composants. Les forces de cohésion d'un agglomérat sont faibles : par exemple des forces de Van-der-Waals ou de simples intrications physiques.	Contrairement aux particules ultrafines présentes dans l'environnement, les nanoparticules synthétiques sont souvent fonctionnalisées ou enduites chimiquement (→ « coating »), afin de réduire leur tendance à s'agglomérer.
Agrégat	Particule issue de la liaison fixe ou de la fusion de particules, dont la surface résultante peut être sensiblement plus petite que la somme des surfaces calculées de ses divers composants. Les forces de cohésion d'un agrégat sont importantes : par exemple des liaisons covalentes ou des liaisons reposant sur des agglomérations ou sur des intrications physiques complexes.	
Bulk	En l'occurrence : substance homologue sous forme macroscopique ou microscopique	Par distinction de la forme nanoscopique de la substance
CNT = Carbon-Nanotubes	Nanotubes de carbone ; ils peuvent se présenter avec une ou plusieurs couches de paroi. MWCNT= Multi-Walled CNT SWCNT= Single-Walled CNT	Exemple de MWCNT (disponible dans le commerce) : diamètre = 20-40 nm Longueur = 500-40 000 nm
Coating	Modifications de la surface des nanoparticules par des revêtements (p. ex. enduits de polymères, de molécules ou de groupes positifs/négatifs). On nomme aussi ce procédé « fonctionnalisation ».	Les nanoparticules sont souvent enduites pour empêcher leur agglomération et/ou leur agrégat et pour réduire la réactivité des particules individuelles.
Code des déchets	Numéros (codes) attribués aux déchets problématiques selon la liste suisse des déchets, de manière à ce qu'ils soient recyclés ou éliminés adéquatement.	On discute actuellement pour savoir s'il faut attribuer un nouveau code aux déchets contenant des nanomatériaux. Une telle attribution répondrait au principe de prévoyance et le marquage a lieu pour des

Notion	Explication / définition	Remarque
		raisons de sécurité.
DETEC	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication	<a href="http://www.uvek.admin.ch">www.uvek.admin.ch</a>
Dopage	Ajout ciblé d'atomes étrangers dans un matériau (généralement cristallin) aux fins de modifier ses propriétés (électriques le plus souvent).	L'activité photocatalytique d'un matériau peut être massivement intensifiée par dopage. Elle exige une attention spéciale.
Fibre (pénétrant dans les poumons)	Fibres d'une longueur supérieure à 5 µm, d'un diamètre de moins de 3 µm et dont le ratio longueur-diamètre est supérieur à 3:1 (définition de l'OMS). De telles fibres sont réputées pour pénétrer dans les poumons.	On considère que certaines poussières de fibres représentent des facteurs de risque de cancer (p. ex. l'amiante). On suspecte que les CNT pourraient se comporter comme les fibres d'amiante.
Fonctionnalisation	Cf. Coating	
Granulométrie / distribution des tailles	Typiquement, les nanomatériaux se composent de particules de tailles différentes. Un produit pur présente souvent une taille définie clairement plus fréquente que les autres dans sa distribution des tailles, tandis qu'un mélange peut s'en écarter sensiblement.	Selon les conditions, les différentes méthodes de mesure des tailles et des distributions de tailles des nanomatériaux ne sont rarement comparables.
HEPA	High Efficiency Particulate Air. Filtres pour matières en suspension qui retiennent 99,9 % de toutes les particules de poussière présentes dans l'air et plus grandes que 0,1–0,3 µm. La norme européenne EN 1822 définit les classes de filtre H10–H14 (HEPA) et U15–U17 (ULPA).	Les cartouches de filtre de d'aspirateur de HEPA ne correspondent pas nécessairement à la norme EN 1822.
Nanofibres	Objets présentant deux dimensions nanoscopiques externes	Notions ISO (chapitre 2.1)
Nanomatériaux	Le terme de « nanomatériau » exprime une notion générique relativement peu spécifique qui regroupe tous les matériaux comprenant des composants nanoscopiques.	Dans le présent guide, ce terme regroupe les nanomatériaux produits délibérément (synthétiques).
Nano-objets	Objets présentant une, deux ou trois dimensions nanoscopiques externes (cf. notions ISO, chapitre 2.1).	Dans le présent guide, seuls sont discutés des nanoparticules comptant deux ou trois dimensions nanoscopiques externes.
Nanoparticules	Objets présentant trois dimensions	cf. notions ISO (chapitre 2.1)

Notion	Explication / définition	Remarque
	nanoscopiques externes	
Nanoparticules synthétiques	Nanoparticules produites dans un but déterminé (p. ex. nanotubes, fullerènes, oxydes de métaux, quantum dots, etc.)	Les particules présentes dans l'environnement et les sous-produits issus des opérations (p. ex. fumées de soudage) n'en font pas partie.
NanoSafe	Projet de l'UE visant la promotion de la manipulation sûre des nanomatériaux.	« Dissemination reports », disponibles sur internet
Nanoscopique	Au sens de la définition ISO : dont l'ordre de grandeur est de 1 à 100 nm. Les découvertes les plus récentes indiquent que des particules d'une taille pouvant aller jusqu'à env. 300 nm sont également susceptibles d'interactions spécifiques aux nanomatériaux avec l'environnement biologique.	Dans le cadre de la grille de précaution, on recommande de considérer les systèmes de moins de 500 nm comme potentiellement nanoscopiques et de les séparer des matériaux « bulk ».
P-3 (classe de filtre P-3)	La norme européenne EN149 définit trois classes (1 à 3) de filtres pour les matières en suspension destinés aux masques portés sur les lieux de travail où les valeurs limites d'exposition sont dépassées d'un facteur 4, 10 ou 30.  P-3 est en l'occurrence l'abréviation de FFP3 : type de masque facial comprenant une protection buccale (« filtering face piece »).	Comparativement à la catégorie de filtres HEPA, la classe P-3 permet en l'occurrence d'évaluer l'infiltration totale d'un masque, soit aux endroits perméables de contact du masque au visage, au niveau de la valve de rejet de l'air expiré (le cas échéant) et au passage d'air proprement dit du filtre.
Photocatalyse	Réaction chimique déclenchée par l'effet de la lumière, qui est susceptible d'entraîner la formation de radicaux libres hautement réactifs.	Il faut clarifier l'activité photocatalytique on cas par cas.
Potentiel zêta	Charge électrique dans la couche de cisaillement d'une particule en suspension. Ce potentiel décrit la capacité d'exercer une force sur une charge dans l'environnement.	Le potentiel zêta est une mesure des forces de répulsion interparticulaires et revêt donc un intérêt s'agissant des processus d'agglomération.
Surface BET (BET = Brunnauer-Emmett-Teller)	Indication de la surface spécifique d'un matériau mesurée avec la méthode BET. La surface spécifique des substances solides ou des poudres est déterminée par adsorption de gaz.	Exemple : un gramme de TiO <sub>2</sub> (rutile) d'un diamètre particulaire de 50 nm a une surface spécifique de 30 m <sup>2</sup> .
VME	Valeur moyenne limite d'exposition sur la place de travail (« MAK-Wert » en allemand dans la terminologie de la SUVA). Moyenne de 8 heures.	Les valeurs moyennes limites d'exposition sur le lieu de travail (VME), les valeurs limites d'exposition sur une courte durée au lieu de travail (VLE),

<b>Notion</b>	<b>Explication / définition</b>	<b>Remarque</b>
VLE	Valeur limite d'exposition sur une courte durée (« Kurzzeitgrenzwert » en allemand dans la terminologie de la SUVA). Moyenne de 15 minutes.	les valeurs biologiques tolérables sur le lieu de travail (VBT) et les valeurs admissibles des agents physiques aux postes de travail font l'objet de publications périodiques de la SUVA ( <a href="#">Valeurs limites d'exposition aux postes de travail</a> ).

On trouvera des explications supplémentaires et d'autres définitions dans le glossaire le centre d'information de la Confédération sur la nanotechnologie : [www.infonano.ch](http://www.infonano.ch).

## 7 Liens supplémentaires

**InfoNano** (centrale d'information de la Confédération sur le thème des nanotechnologies) : résume la discussion actuelle sur l'utilité et les risques des nanotechnologies en se fondant sur le plan d'action « Nanomatériaux synthétiques ». [www.infonano.ch](http://www.infonano.ch)

**Contrôle autonome des nanomatériaux synthétiques (seulement en allemand)** : cette publication des instances fédérales OFEV, OFSP, SECO et OFAG s'adresse aux producteurs et aux importateurs de nanomatériaux synthétiques ainsi que de préparations et d'objets qui contiennent des nanomatériaux synthétiques. Ce guide pour le contrôle autonome concrétise les exigences juridiques des lois et des ordonnances pour encourager l'exécution homogène des contrôles autonomes. En suivant les indications de ce guide, les producteurs et les importateurs sont assurés d'appliquer le droit fédéral de manière conforme. Contact : Office fédéral de l'environnement OFEV, Division Protection de l'air et produits chimiques, 3003 Berne. [www.infonano.ch](http://www.infonano.ch)

**Grille de précaution pour les nanomatériaux synthétiques** : la responsabilité de la gestion sûre des nanomatériaux synthétiques en vue de protéger la santé et l'environnement incombe à l'industrie et aux arts et métiers. La grille de précaution constitue un instrument pour clarifier dans quelle mesure il apparaît indiqué de prendre des mesures de prévoyance lors du développement et de la manipulation de nanomatériaux. Il ne s'agit pas de réaliser au moyen de cet instrument une évaluation des risques à proprement parler ; la grille de précaution ne remplace en aucune manière l'analyse des risques. Page d'information de l'OFSP : [www.infonano.ch](http://www.infonano.ch)

**SUVA** : la contribution de la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents, « Nanoparticules et santé au travail », présente des mesures de protection concrètes à observer lors de la manipulation de nanoparticules au poste de travail (2009). [www.suva.ch/fr/startseite-suva/praevention-suva/arbeit-suva/branchen-und-themen-filter-suva/nanopartikel-arbeitsplaetzen-suva.htm](http://www.suva.ch/fr/startseite-suva/praevention-suva/arbeit-suva/branchen-und-themen-filter-suva/nanopartikel-arbeitsplaetzen-suva.htm)

**BAuA** : Aide pour la gestion des nanomatériaux. Le site de l'Institut fédéral allemand pour la protection du travail et la médecine du travail (BAuA) présente des recommandations du monde entier pour la gestion des nanomatériaux. [www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Nanotechnologie/Links-Beispiele.html](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Nanotechnologie/Links-Beispiele.html)

**BAuA/VCI** : le guide concernant les activités impliquant des nanomatériaux au lieu de travail, publié conjointement par l'Institut fédéral allemand pour la protection du travail et la médecine du travail et par l'Association de l'industrie chimique, fournit une orientation sur les mesures à prendre lors de la production et de l'utilisation des nanomatériaux sur le lieu de travail (2007). [www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd4.html](http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd4.html)

**DGUV** : le site de l'Institut pour la protection du travail de l'assurance-accidents obligatoire allemande/Institut professionnel allemand pour la protection au travail présente, en complément des recommandations de la SUVA et du BAuA, des recommandations concrètes en matière de travail et d'équipements de protection individuelle (EPI). On y trouve aussi des indications relatives aux observations faites dans le cadre des projets NanoSafe (juin 2009). Cf. lien concernant NanoSafe. [www.dguv.de/fb-rci/sachgebiete/gefahrstoffe/nanotechnologie/index.jsp](http://www.dguv.de/fb-rci/sachgebiete/gefahrstoffe/nanotechnologie/index.jsp)

**NanoSafe** : les « Disseminations Reports » de ce projet de l'UE (« safe production and use of nanomaterials ») montrent de manière simple et compréhensible comment il est possible de travailler sûrement dans différents domaines « nano ». Ces rapports, disponibles en anglais seulement, traitent des thèmes suivants.

1. Efficacité des filtres pour les nanomatériaux (2008)
2. Danger d'explosion des poudres nanoscopiques (2008)
3. Mesures, sur le lieu de travail, de l'exposition aux nanoparticules (2008).
4. Estimation du risque d'explosion des aérosols contenant des nanoparticules (2008).
5. La nanotoxicologie (2008).
6. La manipulation sûre des nanoparticules (2008).
7. Etat de la réglementation des nanomatériaux. Importance des normes (2009)

[www.nanosafe.org/scripts/home/publigen/content/templates/show.asp?P=63&L=EN&ITEMID=13](http://www.nanosafe.org/scripts/home/publigen/content/templates/show.asp?P=63&L=EN&ITEMID=13).

**NanoValid** ([www.nanovalid.eu/](http://www.nanovalid.eu/))

« Nano to go! » ([www.nanovalid.eu/index.php/nanovalid-publications/306-nanotogo](http://www.nanovalid.eu/index.php/nanovalid-publications/306-nanotogo)) et « Safe handling of nano materials and other advanced materials at workplaces » (guide développé par l'Institut de protection de la santé au travail allemand **BAuA** dans le cadre du projet NanoValid.

**ENRHES** : Le rapport final du projet européen ENRHES (« Engineered Nanoparticles - Review of Health and Environmental Safety ») constitue un contrôle scientifique complet et critique de la sécurité sanitaire et environnementale des fullerènes, des nanotubes de carbone (« carbon nanotubes », CNT) et des nanomatériaux oxydes et métalliques. Sur la base de cet examen, on a développé des recommandations par ordre de priorité pour les placer dans le contexte des réglementations appropriées. [http://cordis.europa.eu/result/rcn/45841\\_fr.html](http://cordis.europa.eu/result/rcn/45841_fr.html)

**OCDE** : Safety of manufactured Nanomaterials. 11 nanomatériaux ont été testés par l'OCDE. Des monographies sont disponibles à l'adresse suivante : [www.oecd.org/fr/env/ess/nanosecurite/publications-series-safety-manufactured-nanomaterials.htm](http://www.oecd.org/fr/env/ess/nanosecurite/publications-series-safety-manufactured-nanomaterials.htm)