

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 28 novembre 2013

## **AVIS** **de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,** **de l'environnement et du travail**

**relatif à « l'évaluation des risques liés au GRAPHISTRENGTH C100 réalisée dans le cadre du programme Genesis »**

---

*L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.*

*L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.*

*Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.*

*Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).*

*Ses avis sont rendus publics.*

---

L'Afssset a été saisie le 20 novembre 2007 par Oséo<sup>1</sup> afin d'expertiser l'évaluation des risques liés au GRAPHISTRENGTH C100 réalisée par Arkéma dans le cadre du programme de recherche et développement « Genesis ».

### **1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE**

L'objet du programme Genesis, dont le chef de file est la société Arkéma, est la mise en place d'une filière industrielle de matériaux structurés à l'échelle nanométrique basés sur des formulations intégrant des nanotubes de carbone (NTC) et / ou des copolymères à architecture contrôlée. Le soutien financier de ce programme par Oséo est en partie conditionné par l'obligation faite à Arkéma de fournir une évaluation des risques sanitaires et environnementaux liés aux nanotubes de carbone produits.

Selon les termes de la saisine d'Oséo, Arkéma devait soumettre à l'Anses, lors de trois étapes successives<sup>2</sup> du programme Genesis, les résultats de toutes les études réalisées sur le GRAPHISTRENGTH C100 (études de caractérisation physico-chimique, de toxicologie, d'écotoxicologie et analyse du cycle de vie notamment).

L'objectif poursuivi était d'aboutir, à la fin des travaux, si les données transmises par Arkéma le permettaient, à une appréciation des risques sanitaires et environnementaux

---

<sup>1</sup> Oséo est un établissement public à caractère industriel ou commercial qui soutient l'innovation et la croissance des PME (petites et moyennes entreprises). Il a repris les activités de l'Agence de l'Innovation Industrielle (AII) en janvier 2008. Oséo est à présent intégré à bpifrance, et devient le 12 juillet 2013 bpifrance financement.

<sup>2</sup> Étape 1 : 2010-2011, étape 2 : 2011-2012, étape 3 : 2012-2013.

liés aux nanotubes de carbone et/ou aux copolymères à architecture contrôlée produits dans le cadre du programme Genesis.

Pour Oséo, l'expertise réalisée par l'Anses devait permettre de déterminer si, au vu des études transmises par Arkéma ainsi que de l'état de l'art sur les nanotubes de carbone (rapport de février 2011 et mise à jour de novembre 2012), le développement industriel de la production de GRAPHISTRENGTH C100 pouvait être poursuivi sur la base d'un programme pertinent d'évaluation des dangers et des risques associés au nanomatériau développé, tant pour les travailleurs que pour la population générale.

Cet avis présente les conclusions et recommandations de l'Agence pour la troisième et dernière étape de l'expertise collective du groupe de travail de l'Anses qui a été mis en place en 2010 (cf. avis précédents en date du 18 janvier 2011 et du 26 avril 2012).

## **2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE**

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

À la suite d'un appel public à candidatures d'experts, un vivier de 31 experts a été constitué en février 2010. Ceux-ci ont été recrutés pour leurs compétences scientifiques et techniques dans les domaines de la caractérisation des nanomatériaux, de la toxicologie, de l'écotoxicologie et de l'évaluation des risques notamment.

Les documents transmis par Arkéma pour cette troisième étape d'expertise collective ont fait l'objet d'une analyse de recevabilité par trois experts rapporteurs en novembre 2012. Un seul document concernant la toxicité du GRAPHISTRENGTH C100 a été transmis, il n'a pas été considéré recevable (cf. convention entre l'Anses et Oséo<sup>3</sup>). Il s'agit d'un article scientifique intitulé *Lung deposition and toxicological responses evoked by MWCNT dispersed in a synthetic lung surfactant in the mouse* publié dans le journal « *Archives of Toxicology* » en 2012. Cette étude réalisée par C. Ronzani *et al.* n'a pas été produite dans le cadre du programme Genesis et ne contient par ailleurs aucune des données brutes nécessaires à l'expertise (la caractérisation des NTC n'est pas détaillée par exemple). Aucune étude de toxicologie n'a donc pu être expertisée à cette étape.

Pour la réalisation de la troisième phase de l'expertise, un appel à volontaires membres du vivier d'experts a été lancé pour constituer un groupe de travail « Nanotubes de carbone ». Au total, 5 études et 2 annexes relatives à la caractérisation physico-chimique du GRAPHISTRENGTH C100, ainsi qu'un rapport et un document de réponse aux questions posées relatifs à l'écotoxicologie du GRAPHISTRENGTH C100 ont été expertisés (cf. liste des documents en Annexe 1). Les conclusions des six experts reposent sur les informations contenues dans ces études, sur l'audition de représentants d'Arkéma le 25 février 2013, ainsi que sur les deux expertises précédentes<sup>4</sup>. Les experts du groupe de travail se sont réunis à trois reprises les 28 janvier, 25 février et 3 avril 2013.

---

<sup>3</sup> Article 2.1 de l'avenant n°1 du 27-07-2011 : « Sur la base des documents transmis par le consortium industriel, les travaux de l'Anses doivent permettre d'évaluer la pertinence des études scientifiques réalisées dans le cadre du programme Genesis dans l'objectif de caractériser les risques sanitaires et environnementaux éventuels induits par les nanotubes de carbone et/ou les copolymères à architecture contrôlée produits dans le cadre du programme ».

<sup>4</sup> EXPERTISE COLLECTIVE : SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS relatives à la saisine « sur les aspects sanitaires et environnementaux du programme Genesis », Anses, 20 mars 2012.

La présente expertise collective relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé (CES) « Évaluation des risques liés aux agents physiques, aux grands aménagements et aux nouvelles technologies ». Les travaux intermédiaires ont été présentés au CES pour discussion, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques, le 3 mai 2013.

### **3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES**

Le comité d'experts spécialisé « Évaluation des risques liés aux agents physiques, aux grands aménagements et aux nouvelles technologies » a adopté les travaux d'expertise collective ainsi que leurs conclusions et recommandations, objets du rapport et du présent avis lors de sa séance du 31 mai 2013 et a fait part de cette adoption à la direction générale de l'Anses.

#### ***Procédé de synthèse du GRAPHISTRENGTH C100***

Les caractéristiques physico-chimiques des NTC dépendent, de manière générale, de leurs conditions de synthèse. Le procédé de synthèse utilisé par la société Arkéma est devenu un procédé industriel stabilisé à partir de 2011 (utilisation d'éthanol biosourcé et d'oxyde de fer sur alumine comme catalyseur).

Le pilote industriel peut produire 50 kg de GRAPHISTRENGTH C100 par heure.

Les nanotubes utilisés pour la plupart des études de toxicologie et d'écotoxicologie présentées par Arkéma à l'Anses ont été produits avant 2011.

#### ***Bilan des informations transmises sur la caractérisation physico-chimique du GRAPHISTRENGTH C100***

Lors de la première étape de l'expertise, Arkéma a transmis à l'Anses 9 protocoles destinés à l'étude des caractéristiques physico-chimiques du GRAPHISTRENGTH C100. Un seul de ces protocoles avait donné lieu à une étude complète sur la granulométrie du GRAPHISTRENGTH C100.

Lors de la deuxième étape de l'expertise, Arkéma a transmis à l'Anses 13 études sur la caractérisation du GRAPHISTRENGTH C100.

Enfin, lors de la troisième et dernière étape de l'expertise, les documents à analyser concernant la caractérisation du GRAPHISTRENGTH C100 étaient au nombre de quatre (avec deux annexes).

À l'issue de l'expertise de l'ensemble de ces documents, les conclusions des experts sont les suivantes :

- des analyses ont été effectuées sur une dizaine de lots différents de GRAPHISTRENGTH C100. Les résultats obtenus ne sont ni homogènes<sup>5</sup> ni nécessairement transposables au matériau issu du procédé industriel ;

---

EXPERTISE COLLECTIVE : SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS relatives à « l'évaluation des risques liés au GRAPHISTRENGTH C100 réalisée dans le cadre du programme Genesis », Anses, 20 mars 2012.

Toxicité et écotoxicité des nanotubes de carbone, État de l'art, Anses, février 2011.

Toxicité et écotoxicité des nanotubes de carbone, Note d'actualité - État de l'art 2011-2012, Anses, septembre 2012.

<sup>5</sup> Exemple extrait du rapport d'expertise n° 2 [Anses, 2012] :

- la comparaison systématique entre les lots a été réalisée par Arkéma en considérant seulement 3 paramètres : densité tassée, taille des pelotes et perte au feu. Sur la base de ces trois paramètres, les lots de nanotubes produits avant et après 2011 ont été jugés similaires par Arkéma. Toutefois, ces paramètres ne rendent pas compte de la stabilité (chimique et thermique) du GRAPHISTRENGTH C100. Ils ne permettent pas de vérifier la reproductibilité des lots entre eux ;
- les caractérisations physico-chimiques produites par Arkéma ne sont pas utilisables pour l'interprétation des études de toxicité et d'écotoxicité. Elles ne répondent pas aux recommandations des experts détaillées dans leurs deux rapports précédents, à savoir : « décrire les caractéristiques physico-chimiques du GRAPHISTRENGTH C100 et de ses impuretés en mettant au point des protocoles et / ou en validant les protocoles existants en tenant compte des remarques effectuées ». Par exemple, la perte de masse, la teneur en carbone, la taille des pelotes, etc. devraient être systématiquement caractérisées ;
- les impuretés à base de fer et d'aluminium n'ont pas été caractérisées, alors qu'elles peuvent influencer sur les propriétés toxicologiques ou écotoxicologiques du GRAPHISTRENGTH C100. Les impuretés carbonées de type hydrocarbure polyaromatique (HAP) également susceptibles de contenir des métaux (ex : Fe) n'ont pas non plus été caractérisées. Ces deux points avaient été soulignés dans le précédent rapport (Anses, 2012) ;
- il est nécessaire d'adapter les méthodes de caractérisation physico-chimique aux problématiques des études de toxicologie et d'écotoxicologie, par exemple en étudiant la dispersion du GRAPHISTRENGTH C100 dans des milieux biologiques. Ces études avaient été précédemment demandées par les experts. Or, le comportement du matériau dans différents milieux (eau, matrices, solvants, etc.) en fonction du cycle de vie prévu (pour des *scenarii* d'exposition réalistes) n'a pas été étudié malgré les différentes demandes des experts.

En dépit des recommandations issues des deux premières étapes de l'expertise et des recommandations de la communauté internationale sur le sujet (norme ISO TC229 n°13 014 de 2009<sup>6</sup>), les experts constatent que les études nécessaires à la caractérisation du GRAPHISTRENGTH C100 en vue d'une évaluation des risques n'ont pas été présentées au groupe de travail.

---

Les analyses effectuées permettent de dire que le lot n° 10 042 de GRAPHISTRENGTH C100 est constitué, en poids, de 91,9 % de carbone, 2,5 % d'aluminium, 2 % de fer, 0,5 % d'oxygène et de moins de 0,4% d'azote, 0,4% d'hydrogène et 0,0015 % de molybdène. Il reste néanmoins au moins 2,3 % de la masse du lot 10 042 de GRAPHISTRENGTH C100 qui correspond à des constituants non identifiés.

À titre de comparaison, les données disponibles pour le lot n° 9 215 de GRAPHISTRENGTH C100 (issues du certificat d'analyse présenté dans les études écotoxicologiques expertisées dans le rapport de l'Anses de 2010) figurent également dans le Tableau 2 (colonne de droite). Les teneurs en métaux des lots n° 10 042 et n° 9 215 de GRAPHISTRENGTH C100 sont sensiblement différentes.

Ces résultats indiquent que la composition du produit étudié est variable en fonction des lots et qu'une fraction de la composition du produit n'est pas identifiée.

<sup>6</sup> Ces recommandations ont d'ailleurs fait l'objet d'un article intitulé « *Join the dialogue* » dans *Nature Nanotechnology*, vol 8, février 2013.

### ***Bilan des informations transmises sur la toxicité potentielle du GRAPHISTRENGTH C100***

Neuf études de toxicologie ont été analysées au cours des trois étapes de l'expertise. L'ensemble de ces données souffrent :

- d'une part de la mise en œuvre de protocoles expérimentaux inadaptés (tests mis au point pour des molécules solubles) ou insuffisants (études sur les effets toxicologiques à court terme seulement, *etc.*) ;
- d'autre part d'un manque d'informations relatives aux propriétés physico-chimiques des échantillons testés.

Les éléments disponibles suggèrent un effet pro-inflammatoire du GRAPHISTRENGTH C100 chez le rat par inhalation et des propriétés irritantes oculaires après administration locale unique chez le lapin.

Les demandes réitérées d'études supplémentaires et d'amélioration des protocoles des études déjà menées exprimées par les experts de l'Anses aux précédentes étapes de la saisine n'ont pas été prises en compte ou ont été partiellement satisfaites.

Pour évaluer la toxicité du GRAPHISTRENGTH C100, de nombreuses données nécessaires n'ont pas été produites dans le temps de la présente expertise, notamment :

- des études de toxicocinétique pour déterminer les organes cibles et évaluer la biopersistance du produit ;
- l'évaluation du potentiel génotoxique du GRAPHISTRENGTH C100 par des tests adaptés, incluant des études sur la division cellulaire pour évaluer un potentiel effet clastogène et aneugène des NTC et des tests de micronoyaux *in vitro* ;
- l'évaluation de la toxicité chronique (essais à long terme).

Au final, les experts du CES sont en accord avec les conclusions du GT : les études menées dans le cadre du programme Genesis ne permettent pas d'évaluer la toxicité potentielle du GRAPHISTRENGTH C100.

### ***Bilan des informations transmises sur l'écotoxicité potentielle du GRAPHISTRENGTH C100***

Neuf documents relatifs à l'écotoxicité potentielle du GRAPHISTRENGTH C100 ont été analysés au cours des trois étapes de l'expertise.

Lors de la troisième étape, des adaptations des protocoles normalisés (Afnor) ont été réalisées (essais avec des dispersants) et un effort a été fait pour utiliser des modèles biologiques adaptés (chironomes, diatomées benthiques). Les protocoles mis en œuvre sont satisfaisants : une évaluation de la sédimentation des NTC dans les milieux d'exposition, une mise en suspension des NTC au moyen de l'utilisation de la gomme arabique et de la carboxy methyl cellulose et l'imprégnation dans les organismes ont notamment été réalisées.

Les documents fournis à l'étape 3 permettent de répondre à certaines des questions restées en suspens lors des précédentes étapes de l'expertise ; des essais de localisation des NTC dans les organismes et des tests de reprotoxicité chez le chironome ont notamment été réalisés.

Les résultats de ces études mettent en évidence des impacts écotoxicologiques plus ou moins marqués selon la dose (0,1 – 50 mg/l), l'espèce (xénope, chironome, diatomée benthique), le test choisi (biomarqueurs du stress oxydant, génotoxicité, mortalité) et l'utilisation d'un agent dispersant (gomme arabique par exemple).

Les transferts trophiques des NTC n'ont pas été étudiés dans le cadre du programme Genesis. L'acquisition des connaissances sur la toxicité et la localisation des NTC dans chacun des maillons de la chaîne alimentaire (chironome, diptère, algue, *etc.*) constitue un préalable indispensable à des études en mésocosmes qui permettraient d'étudier d'une part le transfert potentiel des NTC d'une espèce à l'autre et d'autre part le mécanisme d'accumulation et de transfert des NTC d'un compartiment à l'autre (colonne d'eau, sédiment).

Au final, les experts du CES considèrent que les données écotoxicologiques recueillies au cours des trois étapes de l'expertise donnent un aperçu partiel de l'écotoxicité potentielle du GRAPHISTRENGTH C100.

### ***Bilan des informations transmises sur l'exposition des travailleurs***

Un seul document du NIOSH<sup>7</sup> relatif à l'hygiène industrielle a été transmis à l'étape 3 de l'expertise. Celui-ci est très bien documenté (protocoles, méthodes de prélèvements, méthodes d'analyses, conclusions, et recommandations). Les résultats des analyses *in situ* dans l'entreprise Zyvex (aux États-Unis) démontrent la sensibilité de cet opérateur à la problématique de l'exposition aux NTC et des moyens à mettre en œuvre afin de la réduire.

D'après les résultats produits dans ce document, le niveau d'exposition des opérateurs de Zyvex aux nanotubes de carbone est inférieur au niveau limite recommandé par le NIOSH (2010) pour protéger la santé des travailleurs (à savoir 7 µg/m<sup>3</sup> de carbone élémentaire).

Toutefois, la plupart des résultats sont supérieurs à la valeur limite de 1 µg/m<sup>3</sup> établie récemment par le NIOSH (n° 145, avril 2013).

Néanmoins, le CES se demande en quoi l'entreprise Zyvex, qui ne produit pas du GRAPHISTRENGTH C100, peut être représentative de ce qui se passe dans les installations d'Arkéma.

### ***Bilan des informations transmises sur l'analyse du cycle de vie***

Aucun document concernant l'analyse de cycle de vie (ACV) du matériau étudié n'a été communiqué au cours des trois étapes de l'expertise, cet aspect n'a donc pas été abordé. Le relargage, le transfert, le dépôt, le traitement des déchets ou la gestion des effluents, par exemple, n'ont ainsi pu être documentés par les experts.

Concernant l'impact potentiel au cours du cycle de vie d'un produit intégrant du GRAPHISTRENGTH C100, il convient de souligner que les points d'interrogation ne sont pas levés, en effet :

- aucune étude permettant de décrire le matériau tout au long de son cycle de vie (ou sur une partie) n'a été transmise ;
- le comportement du matériau dans différents milieux (eau, matrices, solvants, *etc.*) en fonction du cycle de vie prévu (pour des *scenarii* d'exposition réalistes) n'a pu être documenté par les experts.

<sup>7</sup> National Institute for Occupational Safety and Health. États-Unis

La non transmission de toute donnée relative à l'ACV dans le cadre du programme Genesis, à ce stade du projet industriel, préoccupe toujours vivement le CES.

### **Conclusion et recommandations du CES**

À l'issue des 5 années du programme Genesis, il a été constaté, à partir des quelques études réalisées par Arkéma, des lacunes notables concernant la caractérisation du GRAPHISTRENGTH C100, un manque d'informations sur son potentiel toxique et l'absence d'éléments relatifs aux *scenarii* d'exposition et à l'analyse du cycle de vie du matériau, en dépit des demandes réitérées du groupe d'experts au cours des deux précédentes étapes de l'expertise.

En l'état actuel des informations transmises pour la troisième et dernière étape de l'expertise, le CES estime qu'Arkéma n'a pas été en mesure de lui démontrer sa capacité à évaluer les risques sanitaires liés au GRAPHISTRENGTH C100.

En l'absence de données spécifiques et détaillées relatives au GRAPHISTRENGTH C100 contenu dans les produits de consommation, il est impossible de réaliser une évaluation des dangers et des risques potentiellement liés à ces produits.

En conséquence, considérant,

- que le risque associé au GRAPHISTRENGTH C100 et à ses usages ne peut être évalué sur la base des données lacunaires fournies par Arkéma ;
- qu'il convient de se référer aux données disponibles sur la toxicité des nanotubes de carbone en général (voir états de l'art de 2011 et 2012) ;

le CES recommande :

*Pour le GRAPHISTRENGTH C100 :*

- que la poursuite de la production, la commercialisation et l'utilisation du GRAPHISTRENGTH C100 et des copolymères à architecture contrôlée soient conditionnées à la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires s'inscrivant dans le cadre méthodologique opposable en cours de développement ;

*Pour les NTC en général :*

- que la poursuite de la production, la commercialisation et l'utilisation des nouveaux NTC soient conditionnées à la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires s'inscrivant dans le cadre méthodologique opposable en cours de développement ;
- qu'une évaluation pragmatique des risques sanitaires potentiellement liés aux NTC soit mise en œuvre systématiquement par les industriels, conformément aux méthodes définies dans les projets européens sur le sujet (*Nanosafety cluster*<sup>8</sup>, *Nanogenotox*<sup>9</sup>, *Nanoreg*<sup>10</sup>, etc.) ;
- que les industriels assurent la traçabilité des travaux qu'ils réalisent pour l'évaluation des risques de leurs produits ;
- que les pouvoirs publics instaurent un contrôle de l'évaluation des risques des produits contenant des NTC.

<sup>8</sup> <http://www.nanosafetycluster.eu/>

<sup>9</sup> <http://www.nanogenotox.eu/>

<sup>10</sup> <http://inl.int/fp7-projects/nanoreg>

#### **4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE**

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail reprend les conclusions et recommandations formulées par le CES « Agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements » ci-dessus.

Elle les complète ci-après :

L'Anses réitère ses recommandations du 26 avril 2012 afin de réduire, d'une part l'exposition des consommateurs aux produits contenant des NTC manufacturés et, d'autre part, la dissémination des NTC dans l'environnement, dans le cadre d'une approche graduelle, notamment :

- en favorisant les produits ayant fait l'objet d'une évaluation des risques sanitaires et d'une analyse du cycle de vie et en privilégiant les produits sûrs ou les produits équivalents en termes de fonction, d'efficacité et de coût dépourvus de nanotubes de carbone ;
- en réduisant le recours aux produits contenant des nanotubes de carbone dont l'utilité démontrée serait faible pour les consommateurs, par exemple sur la base d'une analyse socio-économique de type bénéfice / risque ;
- en réduisant le recours aux produits susceptibles de libérer des nanotubes de carbone pouvant présenter un risque pour l'Homme ou pour l'environnement au cours de leur utilisation, sous contrainte d'usage normal et en fin de vie.

L'Agence, en s'appuyant sur l'expertise réalisée pour le GRAPHISTRENGTH C100, recommande également à nouveau la production de travaux de recherche permettant une meilleure adaptation des tests nécessaires dans le cadre d'une évaluation des risques et appelle à un développement accéléré des outils techniques et notamment métrologiques permettant de soutenir l'ensemble des travaux utiles à la caractérisation des risques associés aux nanomatériaux (dangers et exposition), tant pour la population générale, que pour la population professionnelle ou encore l'environnement et les écosystèmes.

Au-delà, l'Anses souligne la nécessité d'accélérer le développement des référentiels normatifs et réglementaires permettant d'inscrire les développements industriels en cours dans un cadre opposable et adapté.

Ces conclusions doivent être lues dans le contexte général des nombreux travaux portés par l'Anses sur la thématique des nanomatériaux et des recommandations déjà formulées sur cette thématique. L'année 2014 verra par ailleurs la publication de nouveaux avis et rapports par l'Agence.

**Le directeur général**

Marc Mortureux



## **MOTS-CLES**

Nanotube de carbone multi-parois, NTC, MWCNT, GRAPHISTRENGTH C100, toxicité, écotoxicité.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Afsset, Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset), (2010). Évaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et pour l'environnement.

Anses, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), (2010). Expertise des études de danger relatives au GRAPHISTRENGTH C100 réalisées dans le cadre du programme Genesis.

Anses, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), (2011). Toxicité et écotoxicité des nanotubes de carbone - État de l'art.

Anses, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), (2012). Expertise de l'évaluation des risques liés au GRAPHISTRENGTH C100 réalisée dans le cadre du programme GENESIS - Rapport d'expertise n°2.

Anses, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), (2012). Toxicité et écotoxicité des nanotubes de carbone – Note d'actualité - État de l'art 2011-2012.

Anses, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), (2012). Avis du 26 avril 2012 relatif à « l'évaluation des risques liés au GRAPHISTRENGTH C100 réalisée dans le cadre du programme Genesis »

## **ANNEXE**

Annexe 1 : liste des documents transmis par le consortium industriel et considérés recevables pour la réalisation de l'étape 3 de la saisine ..... 10

**ANNEXE 1 : LISTE DES DOCUMENTS TRANSMIS PAR LE CONSORTIUM INDUSTRIEL ET  
 CONSIDERES RECEVABLES POUR LA REALISATION DE L'ETAPE 3 DE LA SAISINE**

<b>Titre</b>	<b>Nombre de pages</b>
<b>Caractérisation du GRAPHISTRENGTH C100</b>	
Caractérisation physico-chimique du lot de NTC n° 110329-018	18 p
+ Annexes Microscopie	40 p
+ Annexes physico-chimie	34 p
<i>Analytical Protocols for CNT characterization</i>	33 p
<i>Technical Trial Study for Aerosol Generation</i>	49 p
Variabilité des caractéristiques physico-chimiques du GRAPHISTRENGTH C100	10 p
<i>Industrial Hygiene Report For Carbon Nanotube and Nanofiber Surveys</i>	26 p
<b>Études toxicologiques</b>	
-	-
<b>Études écotoxicologiques</b>	
Écotoxicité des nanotubes de carbone multi-parois (MWCNT) : bilan des travaux du laboratoire Nautille sur la période 2008-2012	182 p
Éléments complémentaires suite au rapport d'expertise n° 2 de l'Anses (pour le volet écotoxicologie)	10 p