

NANOMONDES - EPISODE 4 **CONDUCTEUR**

TC IN
10 00 00 00

GENERIQUE DE DEBUT (CARTONS SUR IMAGES)

UNE PRODUCTION
LA COMPAGNIE DES TAXI BROUSSE

AVEC LA PARTICIPATION DE
FRANCE TELEVISIONS

EN PARTENARIAT AVEC
EUROVISION SCIENCE ET LA COMMISSION EUROPEENNE, DG
RECHERCHE

UN FILM DE
CHARLES-ANTOINE DE ROUVRE
JEROME SCEMLA

PRODUIT PAR
LAURENT MINI
KARIM SAMAI

COM

Autour de nous, de vous, de moi... L'espace médiatique, scientifique, économique ne résonne plus que du préfixe nano. Je n'entends plus parler que de cette échelle, le milliardième de mètre, à peine quelques atomes.

L'agitation est planétaire : sciences et technologies annoncent grâce aux nanos un monde fascinant, des domaines de recherches presque infinis, et des perspectives miraculeuses.

Des matériaux à l'énergie, de l'environnement à la médecine, en passant par l'électronique, ou l'agriculture ; les nanos permettraient d'aller vers le plus performant, le plus résistant, le moins cher, le moins polluant...

Rien dans notre monde n'échapperait désormais aux nanos, une démesure qui me semble parfois effrayante...

Bienvenue dans le Nanomonde, dans les nanomondes...

TITRE :

BIENVENUE DANS LE NANOMONDE
... NANOMONDE & MAXITROUILLES...

01 15

HAROLD KROTO

Mon père m'a appris plein de choses que je ne comprends que maintenant, après sa mort ! Je me souviens d'un moment important, c'était en 1955 je crois, lorsqu'il m'a dit, à propos de l'essai de la bombe atomique : 'maintenant que ce genre de choses existe, un nouvel Hitler prendra un jour le pouvoir, et il s'en servira'.

Ce qui m'inquiète, dans mon domaine, c'est à dire les nanotechnologies, qu'on peut aussi appeler la chimie du XXIème siècle, c'est que beaucoup trop d'efforts sont déployés pour rendre les armements de plus en plus efficaces. Et c'est ça, ce que je crains, je trouve ça préoccupant, tout comme la plupart de mes collègues, d'ailleurs.

01 55

COM

Nous sommes en 2015. Le monde connaît un bouleversement inédit, terrifiant. Tout commence en Corée du Sud, avec l'explosion d'une usine spécialisée dans la fabrication de nanotubes de carbone.

Des dizaines de tonnes de particules nanométriques toxiques sont rejetées dans l'atmosphère, rendant vite l'air irrespirable.

Dès l'annonce de la catastrophe, les gouvernements comme les experts ont déclaré que tout était sous contrôle, que les dégâts étaient limités, qu'il n'y avait aucun risque.

Mais les gens n'y ont pas vraiment cru. Personne n'était rassuré.

Sur un bateau de pêche, au large du Japon, une très forte présence de nanoparticules a contaminé les poissons, les rendant impropres à la consommation.

Très vite toutes les études confirment l'importance des retombées de la catastrophe, et son impact sur la chaîne alimentaire, de l'Arctique à l'Océanie.

En Europe, les manifestations et les grèves prennent une ampleur considérable. Plus personne ne veut travailler dans les usines et installations où l'on fabrique les nanoparticules.

Les ouvriers comme les cadres ont peur, et réclament un renforcement des mesures de sécurité. Voire un moratoire total.

La catastrophe, d'abord sanitaire et écologique, devient économique, mondiale. Les nanoparticules, produites industriellement et présentes dans des milliers de produits, sont rejetés en bloc par les consommateurs.

Qu'elles soient potentiellement toxiques ou non. La peur de l'empoisonnement est partout.

Le mot « nanotechnologie » est désormais tabou.

03 20

COM :

Anticipation improbable, futur réaliste... Ces images, ce récit, ce cauchemar, s'inspire en tout cas d'un des scénarios élaborés pour la Commission Européenne, afin de lui permettre d'anticiper et de réagir au mieux face aux inquiétudes de la société.

Les nanosciences et les nanotechnologies nous permettent de travailler à l'échelle nano, celle du milliardième de mètre. Elles offrent des perspectives fantastiques. Mais parce qu'elles manipulent la matière atome par atome, elles génèrent aussi des peurs, inversement proportionnelles à leur taille.

Les nanotechnologies, par la puissance, l'efficacité qu'elles apportent sont elles dangereuses... ?

03 44

SYNTHE :
BRUXELLES

COM

Ce voyage est autour de ce questionnement et commence justement en Belgique, avec Renzo Tomellini, directeur de l'initiative européenne en Nanotechnologies entre 2003 et 2008. Il commente ce scénario- catastrophe.

04 03

RENZO TOMELLINI

«Tout de suite l'Europe a lancé un dialogue avec le public et tous ceux qui veulent participer à ce dialogue. Tout de suite l'Europe a lancé d'une façon importante la recherche pour voir les possibles risques, ne sachant pas s'il y avait des risques ou pas, mais en ce disant toujours « il faut investiguer à ce sujet là ». Ces scénarios sont utiles justement pour permettre de voir ce qui nous manque et de prendre les mesures nécessaires et appropriées. Les nanotechnologies sont invisibles, bougent, font des choses. Evidemment cela touche en l'imaginaire aussi de nous tous. »

04 48

COM

Après une première phase d'enthousiasme, en quelques années, les nanosciences et technologies ont aussi commencé à faire naître des doutes. Problème... Les grandes puissances économiques, scientifiques, industrielles ont investi massivement dans ces technologies du futur... Alors après les scandales de l'amiante, ou les inquiétudes causées par les OGM, il leur faut comprendre et prévenir à tout prix, la méfiance du public.

Terreurs fantasques ou peurs légitimes...

Mihail Roco , cet américain qui depuis 2000 incarne l'engagement des Etats-Unis dans les nanosciences et technologies, est de passage en France, au Minatec. J'en profite pour l'interroger sur les principaux fantasmes qu'ont immédiatement suscités les « nanos ». A commencer par une étrange histoire de gelée grise...

05 34

MICHAEL ROCO

Les médias ont commencé à raconter cette histoire de 'gelée grise', et elle s'est répandu sur internet...

Ce qui se racontait partout, c'est que quelques nanorobots mesurant à peine quelques nanomètres, pourraient se multiplier à l'infini et envahiraient le monde dans lequel nous vivons.

06 05

COM

A l'origine de ce cauchemar, une thèse d'un scientifique contesté, Eric Drexler, puis un roman grand public d'un roi des best sellers américain, Michael Crichton, La Proie. Celui-ci invente une histoire terrifiante, celle de nanorobots conçus à l'origine pour espionner, et élaborés par auto-assemblage. Échappant à tout contrôle, ils s'autorépliquent indéfiniment, et le nuage gris qu'ils forment devient un effroyable prédateur.

La trame utilise en fait le vieux ressort de l'apprenti sorcier... Une science aveugle dépassée par ses découvertes...

Mais ça fait son effet... la peur du nanomonde devient alors à la mode..

06 44

MICHAEL ROCO

Les gens ont fantasmé autour de cette histoire. Elle s'est répandue partout. Et puis en 2003, tout est retombé car tout cela ne reposait sur aucune réalité scientifique.

06 54

COM

Après la peur d'un monde détruit par une technologie dont on perdrait le contrôle, l'autre vieux fantasme, réactivé par les nanos, est celui d'un homme amélioré, transformé par le pouvoir de la science. Un homme post humain.

William Bainbridge, sociologue américain reconnu, membre de la National Science Foundation, est l'un des promoteurs de cette idée, portée par le mouvement dit Transhumain...

07 15

ARCHIVE

William Bainbridge

CONFÉRENCE "TRANSVISION" 2006

UNIVERSITÉ D'HELSINKI

Mon argument est que le transhumanisme n'est vraiment pas un choix, mais une nécessité. Si nous n'évoluons pas, nous allons régresser, devenir des sous-hommes, plutôt que des surhommes.

07 32

COM

Le mouvement est né en Californie à la fin des années 1980. Il rêve d'un avenir où l'homme serait enfin débarrassé de ses contraintes biologiques et pourrait contrôler son évolution grâce aux progrès techniques.

07 45

MICHAEL ROCO

Le transhumanisme est un mouvement reposant sur un discours sans fondement.

07 54

COM

Pourtant ce qui a alimenté l'inquiétude, c'est la publication en 2002 d'un rapport co-signé par William Bainbridge, et Mihael Roco lui-même.

Il défendait l'idée de faire converger nanos technologies, bio technologies, technologies de l'information et sciences cognitives pour améliorer les performances de l'homme.

Mais Mihael Roco se défend aujourd'hui de toute implication dans cette direction. Pour lui rien de bien sérieux là-dedans.

08 20

MICHAEL ROCO

Le transhumanisme n'a rien à voir avec la science, n'a rien à voir avec la technologie.

Ce ne sont que des spéculations émises par différentes associations en vue de trouver des financements, de propager leurs idées et d'assurer leur survie ; cela n'a rien à voir avec nos programmes de recherche.

08 43

COM

Cet avis n'est pas forcément partagé par les nombreux scientifiques qui gravitent autour du mouvement Transhumain. Il est vrai que le bon vieux superman... Tout le monde aimerait y croire. Même les militaires en rêvent encore. Améliorer l'homme, ses équipements, ses outils, ses armes...

Et justement, s'il faut avoir de véritables inquiétudes, c'est sans doute plutôt du côté de ces vieux démons qu'il faut aller chercher... : la mise à disposition d'explosifs dix fois plus puissants, dix fois plus simples à produire et à utiliser...

Les nanotechnologies seraient multiplicatrices de force et amèneraient des armes nouvelles croisant l'informatique, la chimie et la biologie. Elles me font imaginer qu'elles transformeraient radicalement les conflits. Mais difficile d'obtenir la moindre information, une preuve tangible d'application. Le secret reste de rigueur.

SYNTHE :

BRUXELLES

COM

Seul spécialiste militaire à accepter de répondre à mes interrogations : Alain de Neve, analyste à l'Ecole Royale Militaire de Belgique.

09 35

ALAIN DE NEVE

« A partir du moment où on accroît la résistance d'élèves matériaux, l'équilibre de la terreur est complètement bouleversé. Ce qui fait que dès lors que l'un des acteurs où une puissance craint qu'une autre puissance réalise des avancées dans le domaine de la résistance des matériaux. Cette puissance qui craint une telle compétition, pourrait être amenée à vouloir développer davantage le système offensif. Ces systèmes offensifs pourraient être en outre beaucoup plus discret, et donc échapper au système de contrôle des armements qui sont actuellement développés, ou qui existent. »

« La question est de toujours vérifier ce qui se passe à la marge. D'ailleurs on évoque même l'idée que l'on puisse créer une agence internationale des nanotechnologies pour contrôler les transferts nanotechnologiques dans le domaine militaire, tout comme il existe une agence internationale de l'énergie atomique. »

10 46

COM

Aux Etats-Unis, première puissance militaire, un quart des financements de l'initiative nationale pour les nanotechnologies, la NNI, seraient consacrés au domaine de la Défense.

SYNTHE :

SAN FRANCISCO

COM

Du coup le discours de l'analyste MARK BUNGER, spécialiste des tendances nanos sur la côte ouest, semble paradoxal...

11 03

MARK BUNGER

Je ne vois pas vraiment ce qui permet de dire que les nanotechnologies vont contribuer au développement de l'armement. Nous avons déjà des armes nucléaires, nous avons eu pendant longtemps les armes biologiques, qui sont potentiellement bien plus dangereuses que ne pourraient l'être les nanotechnologies...

Les nanotechnologies pourraient être utiles à des mouvements de guérillas, d'insurrection, en leur permettant de s'équiper et de se protéger mieux, et pour moins cher. Mais une fois encore, ce sont des aspects mineurs. Je ne crois pas que les nanotechnologies permettront de trouver un nouveau type d'armes aussi destructeur que l'arme nucléaire.

Mais là où je m'inquiète, c'est au niveau des résidus de certains de ces équipements, c'est là que des problèmes peuvent se poser. Dans les décennies qui suivront la fin d'une guerre, certains nanomatériaux pourraient rester dans l'environnement et constituer une toxine potentielle.

11 53

ALAIN DE NEVE

« Malheureusement le débat actuel sur les nanotechnologies omet de manière assez flagrante toutes les questions éthiques et sécuritaires qui sont liées à leur utilisation ou à leur perspective d'utilisation. »

12 15

COM

S'il y a un pays qui aime le débat, c'est bien la France.

SYNTHE :

PARIS

COM

J'y retrouve FRANCOISE ROURE économiste au Conseil Général des Technologies de l'information, Un organisme qui dépend du Ministère de l'Economie. Elle m'apporte son point de vue.

12 27

FRANCOISE ROURE

« Les nanosciences et les nanotechnologies avec l'image fantasmé par la science-fiction portent au XXI^{ème} siècle, je dirais l'ensemble des peurs ancestrales de l'humanité. Il se trouve que c'est au XXI^{ème} siècle ce sur quoi se catalyse l'imagination. »

12 44

COM

La mise en péril de nos libertés est une autre peur qui colle aux nouvelles technologies... Les nanos permettraient d'accroître les possibilités de surveillance et de fichage.

Certains rapports citent des petites puces appelées RFID - littéralement « systèmes d'identification par radio fréquence » -, comme l'un des outils dans lesquels les progrès seraient spectaculaires. Augmentation de puissance, diminution des coûts.

13 08

FRANCOISE ROURE

« Lorsque l'on prend les nouvelles possibilités offertes par la nanoélectronique, on s'aperçoit que ce marché pourrait pratiquement doubler avec ce développement des puces RFID, avec le développement des capteurs, avec le développement des objets communiquant, des objets en réseau. Et donc au jour d'aujourd'hui, les marchés induient, pourraient être pratiquement conduire à être multiplier par deux, les perspectives de marché des technologies de l'information et de la communication, eux-mêmes basés sur les technologies de la filière électronique à l'échelle nanométrique. »

13 41

COM

Certains dispositifs RFID sont déjà présents autour de nous et même pour certains usages « en nous », sous forme d'étiquettes, de tags, de dispositifs de reconnaissance à distance. Mais ils sont encore à l'âge de pierre... Ils sont gros, chers à mettre en oeuvre et disposent d'à peine quelques fonctionnalités...

La peur est qu'avec les nanotechnologies, les RFID soient banalisés. Ils deviendraient plus performants, invisibles, accessibles, omniprésents... Tous les objets en seraient munis, et se mettraient à « parler » par eux-même, et à communiquer des informations sur nos vies... Ils pourraient se transformer en fantastiques moyens de surveillance et de contrôle... Imaginez... on peut tout imaginer, et on imagine souvent le pire...

Mais finalement, ne s'agit-il pas là encore une fois d'une de ces inquiétudes récurrentes, réactivées par chaque bond technologique ?

Pourtant cette fois, une vraie nouveauté. La prise de conscience de ces problèmes a été immédiate. Indépendants ou initiés par les états, les débats, les discussions autour des problématiques que suscitent les nanosciences et technologies ont commencé en même temps que celles-ci progressait.

Calme ou houleux, violents ou vains, il y en a pour tout le monde, pour toutes les consciences et même tous les goûts...

15 01

Plus constructifs, dans le sud de la France - des groupes contestataires certains Français, mais d'autres venus de tous les continents - se réunissent dans un hameau du XVIIème siècle reconverti en centre de séminaire.

SYNTHE :

HAMEAU DE L'ETOILE

COM

Parmi tous ces gens qui disent NON, le militant canadien Jim Thomas surveille les dérives possibles liés aux nouvelles technologies. Son discours est parfaitement rodé.

15 20

JIM THOMAS

COORDINATEUR NANOTECHNOLOGIES

ETC GROUP

A chaque fois qu'une nouvelle technologie puissante émerge, ce sont les plus puissants qui l'utilisent dans leur intérêt.

Rien de surprenant à ce que l'armée et les régimes les plus autoritaires trouvent des applications pour les nanotechnologies. Certaines des menaces, comme celle que des armes soient fabriquées grâce aux nanotechnologies, en donnant naissance à de nouveaux agents chimiques ou biologiques à partir de rien, capables de s'infiltrer partout, sont très réelles.

Elles existent quasiment déjà, et elles vont être utilisées.

La science qui a produit toute la technologie de ces 200 dernières années a toujours été manipulée, et s'est souvent trompée.

150 ans après l'introduction des produits chimiques synthétiques, on se retrouve maintenant à devoir gérer leurs conséquences, leurs effets toxiques au niveau de l'atmosphère, l'impact au niveau de notre fertilité.

La science devrait faire preuve de beaucoup plus d'humilité.

Ce monde nano, ce monde quantique et les sciences qui en résultent sont extrêmement intéressants, mais il faut bien faire la distinction entre la science, et l'exploitation de cette science, les applications commerciales.

16 20

Nous devrions nous soucier de ces centaines de produits qui débarquent sur le marché sans aucune réglementation, sans subir de tests de toxicité. On ne sait même pas comment développer les protocoles pour comprendre la toxicité de ces matériaux. Ça devrait être un signal d'alarme. Il faudrait que ces produits soient retirés du marché, qu'on les enferme dans des laboratoires jusqu'à ce que la société sache comment gérer les dangers liés à ces technologies.

16 58

COM

Maintenant confrontons ce discours militant à la réalité... Bien loin des nanorobots, d'homme transformés, ou de science de rêve, aujourd'hui concrètement il est question de vêtements contenant des nanoparticules, de machine à laver, de nourriture, bref d'applications déjà présentes dans notre vie quotidienne...

SYNTHE :

MONTPELLIER

COM

C'est ce que me raconte Georgia Miller. Une Australienne de Tasmanie, une Amie de la Terre.

Pour la première fois, quelqu'un m'explique quels sont les dangers potentiels liés aux nanoparticules, et notamment les nanoparticules d'argent, utilisées pour leurs propriétés bactéricides.

17 32

L'ENQUETEUR

Quels ont les principaux produits qui vous inquiètent, dans le domaine de l'électroménager ?

17 38

GEORGIA MILLER

Les lave-linge et les lave-vaisselle qu'on voit autour de nous contiennent maintenant des nano particules d'argent

Ça nous pose un problème, d'abord parce que les premières études ont montré que les nano particules d'argent peuvent être toxiques pour les cellules humaines. Ainsi, par exemple, un lave-vaisselle peut potentiellement déposer un résidu de nano particules d'argent sur la vaisselle. Deuxièmement, parce qu'il y a un risque pour l'environnement : cet argent pourrait contaminer l'eau et potentiellement détruire les bonnes bactéries présentes dans nos canalisations. Les nano particules finiraient par s'accumuler dans notre réseau d'eau potable, causant ainsi des problèmes de toxicité pour l'être humain.

L'ENQUETEUR

Mais où est le danger pour un réfrigérateur comme celui-ci, par exemple ?

GEORGIA MILLER

Dans un réfrigérateur comme celui-ci, qui contient peut-être des nano particules d'argent, il existe un danger préalable à sa mise en vente.

Lors de sa fabrication, les ouvriers peuvent être exposés. C'est donc une question d'exposition sur le lieu de travail.

Mais le processus de fabrication peut être lui aussi très toxique : il consomme beaucoup d'énergie, et risque de générer des sous-produits de nano particules et d'autres substances qui peuvent être elles aussi nocives.

Et puis, une fois que ce réfrigérateur est chez le consommateur, il y a beaucoup d'incertitude. Nous ne savons pas exactement comment les fabricants utilisent les nanoparticules.

Par exemple, nous ne savons pas où ils en mettent, dans quels revêtements. Et nous ne savons pas non plus grand chose sur leur potentiel de migration - c'est-à-dire la façon dont les nanoparticules s'échappent des revêtements et peuvent entrer en contact avec nos mains -, ni comment ces revêtements se décomposent dans le temps.

Lorsque ce réfrigérateur, sera recyclé ou déposé dans une décharge, se pose alors la question des déchets : où iront les nanoparticules ?

19 43

COM

Ce qu'on sait, en revanche, c'est que les caractéristiques propres aux nano particules les rendent différentes des molécules habituelles. Sont-elles dangereuses ?

Pas de réponse définitives aujourd'hui. Nous manquons cruellement de certitudes sur leurs effets réels, alors même que nous les utilisons parfois pour nous protéger.

Dans le domaine des cosmétiques par exemple, des nanoparticules sont utilisées dans la composition de plusieurs crèmes solaires... Qu'en penser ?

20 05

MARK BUNGER

On utilise beaucoup le dioxyde de titane sous forme de nanoparticules dans les crèmes solaires, pour les rendre invisibles, comme ça elles ne laissent pas de traces blanches.

Personnellement, je m'en méfie à cause de la forme de ces particules, qui peut vraiment avoir un effet sur leur façon de pénétrer la peau.

J'ai trois enfants, tous âgés de moins de huit ans, et je ne pense pas que j'appliquerai l'une de ces crèmes solaires sur leur peau, parce qu'on n'en sait pas assez sur ces particules, sur ce

qu'elles deviennent sur notre peau, ou après, lorsqu'on se lave et qu'elles sont dispersées dans l'environnement.

Donc moi, j'attendrai d'en savoir plus, si elles sont nocives ou non.

20 46

COM

Étonnant. Personne n'est d'accord. Pour Mihail Roco pas de soucis avec les cosmétiques...

20 50

MICHAEL ROCO

La peau est conçue pour empêcher ce type de pénétration. Elle sert à ça. Dans l'intestin, en revanche, il n'y a pas de protection. Donc il est impossible d'y bloquer une grosse quantité de nanoparticules potentiellement nocives. Elles sont en contact direct avec le corps. C'est un vrai souci, sur leur impact à court et moyen terme.

21 20

COM

Un tel avertissement émanant d'un tel personnage supposé être un inconditionnel des nanos a de quoi faire frémir. D'autant que beaucoup de produits alimentaires utiliseraient d'ores et déjà des nanoparticules. Utiliseraient, je reste au conditionnel car impossible de le savoir en regardant les étiquettes. Les industriels n'ont pas d'obligations d'informer. Et le plus souvent pas d'obligation non plus de soumettre leurs nanoparticules à des tests d'innocuité.

21 48

GEORGIA MILLER

Nous ne savons pas encore comment les nano aliments vont se comporter dans notre corps. Nous ne savons pas quels pourraient être les dommages à long terme, puisqu'il n'existe aucune étude de toxicité à long terme. Mais les premiers essais in vitro montrent que dans certains cas, il peut y avoir de nouveaux risques graves. En plus ces particules sont nanométriques, elles se comportent de manière différente, et qu'on ne peut pas prévoir les risques.

Toutes les nanoparticules ne seront pas nocives, mais certaines le seront. Impossible de connaître les problèmes qu'elles causeront. Les particules plus grandes ne nous apprennent rien.

22 42

MARK BUNGER

Un aliment, un ingrédient, vous pouvez le décomposer en micro particules ou nano particules. Mais en fait peu importe, car dès qu'elles sont dans votre estomac, ces particules sont de toute façon décomposées en molécules et en atomes par les enzymes. Donc il n'y a aucune incidence en terme de danger ou de toxicité.

S'il y a une différence, c'est au niveau du goût et de la fabrication, car cela peut permettre d'utiliser un ingrédient cher en moindre quantité, mais il n'y a pas de risque.

23 14

COM

Une fois de plus, l'envers et son contraire. Tout le monde se renvoie la question. Décidemment si tout est clair, rien n'est simple. Les avis divergent... Qui croire, quoi penser... ? La confusion est générale, et la mienne est manifeste.

23 25

GEORGIA MILLER

À ma connaissance il n'y a pas d'études sur le comportement dans un corps humain des nanoparticules ajoutées dans les aliments. Quelques premières études ont été menées sur des souris, mais avec des doses très importantes et elles ne sont donc pas réalistes.

Elles ont porté sur le dioxyde de titane et le zinc, qui sont maintenant utilisés dans la nourriture intégrant des nanoproducts, et elles ont montré qu'une dose élevée peut vraiment être toxique et endommager les organes.

Mais comme je l'ai dit, ce n'est qu'une des premières études. Donc oui, nous ne savons tout simplement pas quelles pourraient être les conséquences dans le corps humain.

24 06

COM

Comment trancher en l'absence d'étude... Pourquoi ne pas s'adresser d'abord aux plus à même d'être au courant. Aux toxicologues qui scrutent tous les produits qui nous entourent. Qu'ils soient inhalés, avalés, ou étalés sur la peau...

SYNTHE :

ZURICH

24 17

COM

Je vais en Suisse à la rencontre d'un des grands spécialistes des nanoparticules : l'écossais KEN DONALDSON, de l'Université d'Edimbourg.

24 25

KEN DONALDSON

Les toxicologues n'étudient pas les risques, nous étudions ce qu'on appelle les dangers. Il y a une différence nette et importante entre risque et danger, mais beaucoup de gens ne comprennent pas cette différence.

24 36

COM

Risque, danger... Quelle est la différence ? Un exemple. Un grand requin blanc est potentiellement très ; dangereux pour l'homme, mais si je me baigne dans un lac, en Suisse, aucun risque d'en croiser un, et de me faire dévorer... Le danger est donc à relativiser selon l'exposition à la menace...

24 52

KEN DONALDSON

L'un des problèmes, c'est qu'il est très difficile de mesurer le nombre de nano particules, parce qu'elles sont très petites. Et pourtant, même en faible quantité, elles peuvent être dangereuses.

Donc...

Nous n'avons pas encore les moyens de mesurer correctement l'exposition, et donc on est loin de connaître les risques, ce qui change tout.

Très peu d'études ont mesuré l'exposition aux nano particules. Même si beaucoup ont en revanche analysé les dangers, il n'y a donc quasiment aucune donnée relative au risque.

25 24

COM

Hummm... Pas forcément ce qui a de plus clair... Moi, tout ce que j'ai envie de savoir, c'est si c'est toxique ou pas... Mais même en assistant à toutes les conférences sur le sujet, en écoutant les spécialistes, difficile de se faire une idée précise...

25 36

KEN DONALDSON

La vraie différence entre les nano particules et les particules traditionnelles à l'origine de maladies, c'est qu'elles semblent être capables de se déplacer

... Elles peuvent, par exemple, se déplacer du poumon dans d'autres endroits, ce qui ne s'est jamais produit auparavant. Les mineurs de charbon souffrent de maladies pulmonaires, ils n'attrapent pas d'autres maladies ailleurs dans leur corps.

Alors qu'avec les nano particules, si elles parviennent à pénétrer dans le sang, elles sont capables de passer dans d'autres organes. Elles semblent pouvoir pénétrer le cerveau, ce qui peut poser des problèmes.

Mais attention, nous ne devons pas oublier non plus que les nanoparticules, naturelles ou non, font déjà partie de notre vie quotidienne. Vos poumons sont plein de nanoparticules, les miens aussi. Si on parle du cerveau, il en est plein. Si vous marchez dans n'importe quelle ville - comme Edimbourg, où je vis – ou ailleurs dans le monde, vous respirez des millions de nanoparticules en permanence.

La question est de savoir de quelle façon se comporteront les nanoparticules fabriquées par l'homme. Seront-elles plus dangereuses ? Moins dangereuses ? On n'en sait rien. Voilà où nous en sommes. On commence à peine, mais c'est parce qu'on en entre à peine dans l'univers des nanotechnologies.

Je pense que dans 10 ans, on sera beaucoup plus à même de dire « oui, ces nanoparticules fabriquées par l'homme sont aussi nocives que les particules contenues dans le diesel, qui sont celles auxquelles nous sommes le plus communément exposés ». Mais nous n'en sommes pas encore là.

26 54

COM

Et bien on est bien avancé avec ça... Pas de panique ou sauve qui peut ? Si tout le monde est aussi prudent, c'est que par exemple pour des raisons trivialement géométriques, mille particules de 100 nanomètres de rayon ont une surface bien supérieure à une particule de 1 micromètre, d'où une démultiplication de contact avec les tissus biologiques.

De plus les rares données toxicologiques ne sont pas comparables entre elles, car elles ne sont pas exprimées dans les mêmes unités de mesure

.

Pourtant Ken Donaldson se veut rassurant.

27 21

KEN DONALDSON

En fait, il y a beaucoup de nanomatériaux qui ont une toxicité très faible. Je ne pense pas qu'il faille s'inquiéter. Pour l'alumine, la silice, le dioxyde de titane, le noir de carbone, la toxicité sera en général faible... En revanche, pour tout ce qui est nanotubes, tous les nanofils, les nano matériaux fins et allongés, nos données laissent à penser qu'ils se comporteraient comme l'amiante. On se demandait si les plus longues nanoparticules seraient nocives et les courtes non, comme l'amiante, et c'est exactement ce qu'on a trouvé.

27 55

GEORGIA MILLER

Je trouve ça tellement scandaleux que les nanotubes de carbone soient actuellement mis sur le marché, en Australie, et on ne sait même pas où, dans quels produits.

Les fabricants n'ont pas d'obligation envers leurs ouvriers, les syndicats n'en savent rien, il n'y a pas de nouvelles mesures de sécurité, et pourtant nous savons que ces nanotubes de carbone pourraient avoir les mêmes effets que l'amiante, provoquer les mêmes maladies. On risque donc de se retrouver une fois de plus face au même problème.

28 20

COM

Grâce aux recherches de Ken Donaldson, on en sait un peu sur la toxicité des nanotubes... ces stars du nanomonde dont les propriétés inédites pourraient améliorer les matériaux, l'électronique, et même la médecine... Potentiellement certains d'entre eux, les plus longs, sont donc toxiques... Mais sont-ils pour autant dangereux ? Pour cela, il faut revenir à notre histoire de requin blanc... A quel point sommes nous exposés à ces nanoparticules ?

28 40

SYNTHE :

LACQ

COM

C'est dans le sud ouest de la France que se trouve une partie de la réponse... Dans une entreprise qui a une unité pilote de production de nanotubes de carbone...

28 46

DANIEL BERNARD

Bonjour! Enchanté...

COM

Je suis accueilli par DANIEL BERNARD chimiste...

28 54

DANIEL BERNARD

Hééé oui ! Mon ancien nom c'est le seigneur des nanos...

COM

J'imagine visiter avec lui un laboratoire high tech, mais c'est dans les vieilles marmites qu'on fait les meilleurs tubes.

29 00

DANIEL BERNARD

« Vous avez ici notre réacteur pilote de production de nanotubes de carbone. Ces tubes qui font quelques nanomètres, ou dizaine de nanomètres de diamètre sur plusieurs micro-ondes, ou dizaines de micro-ondes de long.

Le nanotube sort par ce tuyau, pour arriver dans le conditionnement. Nous avons développé un système de vannes sécurité qui interdit toute diffusion de nanotube à l'extérieur. »

29 27

ENQUETEUR

Vous produisez en environnement ouvert ?

29 29

DANIEL BERNARD

« L'ensemble n'est absolument pas ouvert, tout est fermé, jusqu'au conditionnement, les nanotubes ne voient pas l'atmosphère, donc l'atmosphère de travail. Les personnes qui sont amenés à travailler dans ce local ne sont absolument pas exposées.

Donc on va faire une mesure à côté du système de conditionnement, et là on voit entre 12000 et 13000 nanoparticules par centimètre cubes, ce qui n'est pas beaucoup pour une atmosphère normale, puisqu'au dessus du boulevard périphérique à Paris, on aura des concentrations en nanoparticules trois à quatre fois plus élevées. »

30 16

RENZO TOMELLINI

« Il n'est pas réaliste de penser que chaque nanoparticule soit sûre, ça c'est simplement impossible, ce qui doit être achevé c'est que les produits qui sont générés par la nanotechnologie soit sûrs, que les procédés de fabrication dans les usines, les passages intermédiaires soient sûrs, et que le produit pendant son utilisation quand vous parlez du textile, pendant l'utilisation du produit, et à la fin de sa vie soit sûr. »

30 52

COM

Oui. Effectivement, ce serait mieux... D'ailleurs je suis aussi contre la faim dans le monde, contre la guerre, et pour l'amour entre les peuples...

31 00

L'ENQUETEUR

Pensez-vous que nous avons appris quelque chose des erreurs du passé ? Vous parliez d'amiante...

31 04

KEN DONALDSON

Oui, oui... Je pense que le problème que nous avons connu avec l'amiante ne se répètera pas. Nous devons cependant rester prudents et vigilants pour s'assurer que cela ne se reproduise pas, mais cela semble hautement improbable.

31 16

FRANCOISE ROURE

« Nous avons une chance en matière de nanosciences et nanotechnologies, c'est que nous arrivons après les grandes problématiques du nucléaire et après les grandes problématiques des OGM. Donc d'une certaine manière à la fois, la société civile est apprenante, mais également je dirais le milieu institutionnel international et le milieu industriel. »

31 36

COM

Nous avons une chance... Si on a appris quelque chose c'est bien à se méfier. Alors qu'en pense-t-on en région parisienne du côté de l'AFSSET, l'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail. Elle a rendu plusieurs rapports sur l'impact des nanomatériaux. David Vernez s'en fait le porte-parole.

31 57

DAVID VERNEZ

Je crois que c'est environ une dizaine d'années, alors même qu'on commençait le développement des nanomatériaux, que les premiers scientifiques ont donné des signaux d'inquiétudes et ont mis en avant le fait qu'on avait dépensé énormément d'argent pour le développement de cette technologie et que comparativement on avait très peu investi dans l'évaluation des risques et donc cela a été le moteur d'une mobilisation assez forte de la part du monde scientifique et de la part des acteurs publiques.

32 23

ENQUÊTEUR

Quelles ont été vos conclusions la dessus ?

32 27

DAVID VERNEZ

Il y a une conclusion de principe, qui est celle de dire qu'il n'y a pas de certitude toxicologique d'abord parce qu'on manque de recul, on ne connaît pas les effets à long terme, mais on ne va pas attendre en même temps de connaître ces effets à long terme pour agir. Et que donc on va agir sur l'exposition, et l'idée est de dire, appliquons le principe de précaution et mettons en œuvre des mesures qui vont nous permettre de maîtriser les niveaux d'exposition pour réduire ultérieurement le risque s'il est avéré. Pour autant je suis d'accord avec vous, on y est pas encore dans l'idéal, et l'idéal c'est la démonstration d'innocuité a priori.

33 04

COM

Le discours se veut plutôt rassurant. Le principe de précaution serait donc de mise. Son application semble même anticipée par certains industriels et laboratoires... Bref tout va bien. Sauf que... dans la pratique ce principe de précaution est juste un principe... Ça n'est en aucun cas une loi, seulement une incitation à la prudence... Chacun en fait ce qu'il veut.

33 24

GEORGIA MILLER

Au Royaume-Uni, en 2004, la Royal society, qui est la plus ancienne institution du monde, a considéré qu'au vu des connaissances actuelles, les nanoparticules devaient faire l'objet de nouvelles évaluations des risques avant d'être incluses dans des produits et qu'elles devraient également être mentionnées sur les étiquettes, de sorte que les gens aient le choix d'utiliser ou non ces produits. Mais rien de tout ça n'a été fait.

C'est pour cette raison, que nous pensons qu'on devrait prendre des mesures de précautions, afin que les gens puissent faire leur choix. ... Et acheter ou pas un nano –réfrigérateur, s'ils le souhaitent !

34 05

COM

Savoir que l'on ne sait rien, n'est pas franchement rassurant. Surtout lorsque certains utilisent même le mot nano à de simple fin de marketing.

En Allemagne une affaire a défrayé la chronique. Un spray ,le « Magic Nano » a été interdit après avoir intoxiqué plusieurs personnes... Non aux nanos... Eh bien non ! Car en réalité ce spray ne contenait rien de nano, mais voulait s'afficher comme produit innovant !

Alors comment s'y retrouver en tant que consommateur ? Pour se prémunir, il faudrait pouvoir distinguer le vrai du faux. Manifestement aujourd'hui c'est impossible et il n'est donc pas étonnant que certains deviennent paranos...

34 37

MARK BUNGER

Les entreprises disent : 'si nous donnons trop d'information au public, il va avoir peur.' Mais ça n'est pas la bonne stratégie, ils devraient tout dire. Les gens sont intelligents, ils comprendront et au besoin se feront aider pour avoir des explications.

34 50

COM

Direction à nouveau la Suisse. Un peu de calme pour reprendre mes esprits et faire le point. Les nanotechnologies suscitent des peurs. Beaucoup d'entre elles ne sont que des fantômes, mais certaines particules, comme toujours en chimie, pourraient être toxiques. On manque de moyens pour les étudier, et de temps pour en vérifier les conséquences à long terme.

Reste que dans tous les cas il faut d'abord y être exposé. Et de ce côté-là il y a un doute aussi, car les applications des nanotechnologies sont présentes dans de nombreux produits et aucune législation n'oblige à l'indiquer.

Autour de ces questions, la seule affirmation que je peux faire est que le débat est légitime. Et même les toxicologues devraient y prendre part.

SYNTHE :

ZURICH

35 28

COM

A Zurich, HARALD KRUG est l'organisateur d'un congrès qui commence par une gentille croisière...

35 38

HARALD KRUG

Nous, les toxicologues, nous sommes les plus pauvres scientifiques du monde, parce que nous venons toujours après les autres.

D'abord il y a l'invention d'un nouveau matériau ou d'un nouveau procédé, vient ensuite la production, puis directement après, l'utilisation. Et nous, les toxicologues, nous venons toujours après. C'est pour cela qu'il y a tant de produits chimiques dans le monde et si peu qui ont fait l'objet d'analyses quant à leur toxicité.

36 20

KEN DONALDSON

Vous seriez surpris en apprenant le nombre de matériaux auxquels les gens sont exposés qui n'ont pas fait l'objet de tests. Vous seriez surpris. Un très grand nombre de produits chimiques sont utilisés par l'industrie, et n'ont jamais été véritablement testés.

36 24

HARALD KRUG

Nous venons donc toujours en dernier, c'est sûr, et moins on obtient de financement, plus nos activités seront réduites.

Au niveau européen, et dans quelques pays, ils viennent juste de prendre conscience de la nécessité de financer de plus en plus de projets surtout concernant la toxicologie des nanomatériaux.

36 49

COM

Voilà une bonne nouvelle. Il était temps. Vive l'Europe... mais qu'en est-il du reste du monde... Car seul contre tous, ce serait un combat perdu d'avance.

37 00

MICHAEL ROCO

Rien qu'aux Etats-Unis, environ 70 millions de dollars par an sont actuellement destinés à la sécurité sanitaire et à la protection de l'environnement.

Dans le reste du monde, c'est environ le double, environ 120 millions par an ont été investis dans le domaine de la sécurité sanitaire et de la protection de l'environnement en 2007 / 2008.

37 25

COM

Ca ne me semble pas énorme. Et les chiffres sont difficilement vérifiables. Selon les sources, il en va du simple au double. En recoupant, il ressort clairement que moins de 3% des dépenses mondiales dans le domaine des nanotechnologies sont destinées à l'étude de leurs risques. Cela étant, c'est une proportion somme toute classique dans la recherche...

37 43

FRANCOISE ROURE

Les investissements en terme de connaissance et de caractérisation des risques en terme de toxicité ou d'écotoxicité sont insuffisant, il faut le dire clairement. Ces dépenses là ne sont pas une option elles doivent absolument être faites de façon à mettre en sécurité l'ensemble du processus et elles doivent probablement aussi être partagées entre la sphère publique et la sphère privée.

Si nous sommes capables, au plan institutionnel, international de nous mettre d'accord, UN sur la priorité qu'il y a à faire cette cartographie des risques, et si nous sommes également capables de reconnaître qu'il y a plus d'avantages que d'inconvénients à partager la connaissance sur ces risques, risques systémiques, risques écologiques, risques en matière de toxicité pour le corps humain ou le vivant, mais également risques sociétaux, risques systémiques sociétaux. A ce moment là nous créons un contexte où les régulations ont des chances d'évoluer de façon synchronisée et de façon non divergente au mieux.

38 42

COM

Bref tout le monde a peut-être une chance de se mettre d'accord... voilà pour la version sous-titrée en langage non diplomatique...

L'enjeu est de taille pour ne pas gâcher les merveilleuses promesses qu'offrent les nanosciences et technologies, y compris celle d'une nouvelle société.

Mais là-dessus, Jim Thomas n'est pas de ceux qui sont «non divergent au mieux ». Il n'y croit pas une seconde.

39 11

JIM THOMAS

A chaque fois qu'une nouvelle technologie puissante apparaît, on nous promet qu'elle va permettre d'effacer certaines des inégalités. Et on constate au contraire à chaque fois que si une société est injuste, les nouvelles technologies vont avoir tendance à exacerber les injustices et les inégalités. Bien que quelques pays du Sud en voie de développement – le Brésil, l'Inde, la Chine – essayent d'investir beaucoup d'argent dans les nanotechnologies pour tenter de rester dans la course, la plupart des pays pauvres ne profitent même pas des technologies dont nous bénéficions d'ores et déjà en Occident. Alors l'idée qu'ils seront les grands bénéficiaires de la révolution des nanotechnologies, qu'ils en feront profiter leur population, c'est une pure illusion.

40 00

COM

Tant de promesses d'un côté, et une vision si pessimiste de l'autre.. Les nanotechnologies pourront-elles ouvrir des horizons plus radieux aux pays émergents ? Direction l'Afrique du Sud pour interroger les principaux intéressés. Thembe Hillie, directeur adjoint du département en nanotechnologie du centre national de recherche à Pretoria m'entraîne directement sur le terrain.

SYNTHE :

MADIBOGO

40 23

COM

Dans une école de brousse, un projet pilote d'assainissement d'eau a été mis en place par Mbhuti Hlophe de l'université de Mafikeng. La pompe est équipée d'une nanomembrane qui filtre l'eau et la rend potable, mais sans éliminer tous les minéraux bénéfiques. Le directeur de l'école en est très fier.

40 38

L'ENQUETEUR

Elle est très salée.

IN

Celle-ci, c'est celle qui a été purifiée. Vous verrez il y a même une différence de couleur...

L'ENQUETEUR

Effectivement !

IN

Elle vient de la même source...

40 54

L'ENQUETEUR

Celle-là n'est pas salée du tout.

IN

Non, elle n'est pas salée.

L'ENQUETEUR

Celle-là oui... Je n'aurais donc pas dû en boire.

IN

Non, elle est destinée à un usage ménager, mais c'était juste pour goûter.

41 08

MBHUTI HLOPHE

En Afrique du Sud en particulier, les nanotechnologies sont encore toutes nouvelles. Particulièrement dans le domaine de l'eau, lorsque nous rencontrons des municipalités et que nous leur suggérons de résoudre certains problèmes avec des nanomembranes, elles ne veulent pas le faire, simplement parce qu'elles ne connaissent pas encore cette technologie. Nous devons donc vraiment nous consacrer davantage à l'éducation, à l'information dans ce domaine.

41 45

THEMBELA HILLIE

Je pense qu'on peut faire des nanotechnologies n'importe où. Les pays qui ont développé les nanotechnologies devraient mettre en place des partenariats avec les pays émergents, car nous connaissons nos problèmes et nos priorités. C'est crucial. Ces partenariats pourraient nous aider à adapter leurs technologies et à mieux comprendre les risques et les opportunités des nanotechnologies. Mais jusqu'à présent ils ont essayé de « balancer » ces technologies dans nos pays, sans suivi, ce qui ne marchera pas tant que les gens ne comprendront pas de quoi il s'agit. Il faut donc envisager des partenariats pour les rendre durables, et ça pourrait aussi donner aux pays développés une nouvelle opportunité pour mieux connaître les marchés qu'ils vont exploiter.

42 35

RENZO TOMELLINI

Un chapitre de la stratégie européenne sur les nanotechnologies parle justement de la coopération internationale et la commission propose que l'Europe travaille avec les pays qui sont industrialisés et les pays qui sont moins industrialisés que nous, pour se battre pour éviter la création d'une facture nanotechnologique.

42 56

JIM THOMAS

Le problème de fond auquel nous faisons face - les problèmes d'injustice sociale, les problèmes économiques - ne sont pas de ceux qui peuvent se régler avec un pansement technologique, encore moins avec un pansement nano-tech ou high-tech... Il faut prendre du recul et ne pas foncer dans une voie destructrice.

43 14

GEORGIA MILLER

Quand on prend du recul et qu'on observe la direction prise par les nanotechnologies dans le secteur de l'alimentation, on voit qu'on se dirige vers une agriculture à plus grande échelle, reposant davantage sur l'ajout de produits chimiques et sur des technologies contrôlées par un petit nombre d'entreprises. Ça veut dire un futur où les aliments viendront de plus en plus loin, et resteront plus longtemps dans les supermarchés avant d'être consommés. Un futur où nous mangerons des aliments de plus en plus transformés, où les carences alimentaires seront de plus en plus compensées par des nano additifs.

Lorsqu'on pèse le pour et le contre, ça n'est pas le futur qu'on veut.

43 51

JIM THOMAS

À coup sûr, on constate avec les nanotechnologies une tentative de posséder la nature, à un stade fondamental. Avec les biotechnologies, il y a eu des tentatives pour s'approprier les gènes, mais maintenant on s'en prend aux atomes et même à des éléments de la classification périodique.

Et oui : c'est définitivement non seulement une tentative de reconstruire le monde atome par atome, c'est aussi une tentative de posséder le monde atome par atome, et ce, en toute légalité, à partir de brevets.

44 34

HARALD KRUG

Il n'existe pas de technologie sans risque, c'est impossible. Depuis que nous avons inventé le feu, nous nous exposons à un risque. Donc... Oui, les nanotechnologies en soi vont présenter des risques. À nous de décider si la balance penche plutôt du côté des risques, ou du côté des bénéfices.

44 53

MARK BUNGER

Parmi nos clients, nous avons un fabricant de produits chimiques pour l'agriculture - des pesticides et des produits de ce genre. Il m'a expliqué que la façon de procéder encore aujourd'hui, c'est : on calcule la quantité nécessaire de pesticides pour tuer les insectes, puis on multiplie cette quantité par 10 et c'est ça qu'on épand.

Maintenant, ils ont déposé un brevet pour un système nano qui leur permet d'encapsuler des molécules actives de pesticide, de les rendre invisibles pour les insectes, et ainsi plus efficaces. Plus besoin de répandre le produit aveuglement, il est ciblé, il en faut moins, les insectes en consomment davantage et sont éradiqués.

45 28

GEORGIA MILLER

Il y a cet avantage annoncé, que les nanotechnologies permettraient de gagner en efficacité en consommant moins...

Nous, notre préoccupation, c'est que ces produits chimiques plus puissants causent de nouveaux problèmes en terme de toxicité.

45 41

KEN DONALDSON

Je pense que dans l'ensemble les risques et les éventuelles maladies causés par l'industrie des nanotechnologies seront relativement limités, et qu'en revanche les avantages au niveau de la nanomédecine et pour l'ensemble de la société seront vraiment importants.

Donc si on pèse globalement le pour et le contre, les risques et les bénéfices, les nanotechnologies seront positives. Et elles le sont déjà.

46 10

COM

Risque bénéfique. Sur cette question, et pour conclure ce tour d'horizon, une des stars de la chimie contemporaine, m'apporte son éclairage.

Un petit détour par l'Asie, donc, pour un dernier avis auprès d'un prix Nobel.

Sir Harold Kroto a découvert les fullerènes, ces molécules de carbone en forme de ballon de football qui font désormais partie de l'histoire des nanosciences.

46 37

HAROLD KROTO

Il faut bien reconnaître que n'importe quelle technologie puissante peut être utilisée à bon, et à mauvais escient. Si on revient 100 ans en arrière, c'est vrai qu'on aurait sans doute pu prévoir Bhopal, une terrible catastrophe, mais aussi les armes chimiques, résultat d'une immonde utilisation de la chimie...

Alors quoi, on se serait assis, et on aurait dit : on ne fait plus de chimie à partir de maintenant, à partir de 1900.

Et donc on aurait rien, rien dans cette pièce, hormis du bois. Il n'y aurait pas de peinture synthétique, pas de caméra, pas d'électronique, pas d'ordinateur, pas de téléphone mobile, pas de pénicilline... La question que la société doit se poser est de savoir s'il faut renoncer à tout ça, ou si ça vaut la peine de prendre le risque, parce que les avantages probables pour la société sont énormes, comme ils l'ont été avec la chimie.

47 27

JIM THOMAS

Les gens ont le droit de débattre, et de débattre sans se sentir menacés, comme s'ils avaient un revolver sur la tempe, et qu'on leur disait, « pas le choix », c'est comme ça que ça se passe.

Nous voulons un moratoire sur la commercialisation de cette technologie, et nous voulons pouvoir être sûr que n'importe quel produit ou n'importe quelle utilisation de cette technologie ne présente aucun danger.

47 48

MICHAEL ROCO

Il faut avoir une approche précautionneuse dans ce domaine, mais il ne faut pas arrêter la recherche, le savoir, la connaissance.

47 56

FRANCOISE ROURE

Je trouve qu'il ne serait pas éthique de bloquer toute recherche dans ces domaines là, au motif que sur une nanoparticule, sur un risque précis, sur un environnement précis, un risque n'a pas suffisamment fait l'objet de recherche.

48 09

HARALD KRUG

S'il y a un moratoire et qu'il faut attendre que les toxicologues rendent leur verdict, on ne pourra pas bénéficier des avantages entre-temps.

Et l'industrie ne produira pas, et si elle ne produit pas, elle n'aura pas d'argent, donc elle ne financera pas la recherche, et du coup il n'y aura pas d'applications, et on ne profitera pas des avantages dans certains domaines, comme l'énergie ou l'environnement.

Donc... C'est toujours le même problème, il faut faire ce choix : continuer à avancer pour bénéficier des avantages avec des risques, des risques légers mais calculables. Bien sûr, il faut les calculer, ces risques – et c'est à ce moment-là qu'on peut prendre une décision.

48 55

GEORGIA MILLER

Ce qui me pousse à continuer à me battre, ce n'est pas vraiment la conviction que nous pouvons faire machine arrière. Évidemment, je vois bien que les 500 plus grosses entreprises, et les gouvernements du monde entier, sont en train d'investir des milliards de dollars dans ce domaine, en vue d'une commercialisation des nanotechnologies. Mais si nous pouvons au moins essayer de faire en sorte de mettre en place des mesures pour éviter de répéter certaines des catastrophes si stupides que nous avons laissées se dérouler sous nos yeux par le passé, je crois que ça vaut vraiment la peine.

49 32

COM

Faut-il prendre des précautions extrêmes pour se prémunir contre un dialogue de sourd ? Qui a tort, qui a raison ? Qui parle vrai ? et surtout qui en sait suffisamment ? La seule conclusion est qu'il est difficile de trancher au milieu de tous ces malentendus.

Il n'y a donc plus qu'à compter sur la société. Peut-être que cette fois nous saurons éviter de nouveaux drames sanitaires. Peut-être que les discours officiels seront bientôt moins confus, moins coincés entre leur volonté de bien faire et leur déférence aux marchés. Peut-être aussi que finalement, les merveilles du nanomonde, tout comme les craintes qu'il suscite, nous sembleront anecdotiques dans le futur..

Peut-être, il faut espérer, espérer que pour une fois la société toute entière progresse aussi vite que ses découvertes...

TC OUT 50'18

GENERIQUE DE FIN (DEROULANT SUR IMAGE)

UN FILM DE
CHARLES-ANTOINE DE ROUVRE
JEROME SCEMLA

PRODUIT PAR
LAURENT MINI
KARIM SAMAI

ECRIT PAR
CHARLES-ANTOINE DE ROUVRE
JEROME SCEMLA
ANNE FRANCE SION

MUSIQUE ORIGINALE
JOSEPH GUIGUI
DAVID DAHAN

COMMENTAIRE DIT PAR
CHARLES-ANTOINE DE ROUVRE

AVEC LES VOIX DE
STEPHANIE BELLE
STEPHANE KALB
JEAN CHRISTOPHE LEBERT
LAURENT LEGRAET
OLIVIER PEISSEL
BERNARD PETIT

MONTAGE
DELPHINE DUFRICHE

ASSISTEE DE
BENOITE DORLACQ

MONTAGE SON
CLAIRE JOUAN

DIRECTRICE DE PRODUCTION
BENEDICTE RICHARD

DIRECTION DE POST PRODUCTION
NOËL MORROW
SÉVERINE CAPPÀ

STAGIAIRES
CHANTAL RUFFIN
SOUADE SAMAI

RECHERCHES
LAURENCE PIVOT
BENJAMIN TURQUET

IMAGES
REMY REVELLIN
CHRISTOPHE LEMIRE
BORIS CARRETE
JEROME SCEMLA

SON
VINCENT MAGNIER
ODILE DARMOSTOUBE

MACHINERIE
YOHANN TROUBAT
GRÉGORIE DAUBAS

SILHOUETTE – FEMME
LISA FACHAU

MAQUILLAGE
STEPHANIE FIORILE

REGISSEURS

LAURENT AIT BENALLA
WAI YIM WONG CHARMES
AYA ASAKURA, YOKO ISHITANI
FLORENCE ROUDAUT, LUCAS DELOFFRE
LYN MARKEY
VERONIQUE GARA

DOCUMENTATION

VALERIE COMBARD
VALERIE FRENE
XAVIER BRILLAT

TRANSCRIPTION & TRADUCTION

PAULETTE DOMINIQUE
FABIENNE BERLATIER

ETALONNAGE

THIERRY LERAY
PASCAL FAIVRE CHALON
PAUL- HENRY ROUGET

MIXAGE

SPARKLE STUDIO

HABILLAGE ET ANIMATIONS 2D

TCHACK

DIRECTION ARTISTIQUE 2D 3D

LUCIANO LEPINAY

STORY-BOARD 2D 3D

DANIEL KLEIN

ANIMATION & COMPOSITING

DENIS VAUTRIN
SANTINE MUNOZ
ARMEL FORTUN

PRODUCTION

MATTHIEU LIEGEOIS

STAGIAIRES

LOUISE CAILLEZ
VIRGINIE GUICHAOUA

ANIMATION 3D

CREATIVE CONSPIRACY

PRODUCTION

LUC VAN DRIESSCHE, KOEN VERMAANEN

ANIMATION

BART BOSSAERT, BRUNO HANSSENS,
TOM NEUTTIENS, WANNES AELVOET, JEREMIE LOUVAERT

COMPOSITING

GERRIT BEKERS, JEREMIE LOUVAERT

SFX

MITCHEL SMITH

STAGIAIRES

EVELYN BEKAERT, JEROEN BOURGOIS
PIETER DEPANDELAERE, XAVIER VANYSACKER

MUSIQUE ADDITIONNELLE

CHANSON « ESSAYE » INTERPRETEE PAR ALARASH
CHANSONS « NANOBOTS » & « EPILOGUE » PAR JAMES HEATH

ARCHIVES

ANGELS AGAINST NANOTECHNOLOGIES
APARCHIVE
ATELIER DES ARCHIVES
BBC
CALTECH ARCHIVES
CERIMÈS
CHICAGO T.H.O.N.G.
FRAMEPOOL
GAUMONT-PATHE ARCHIVES
GEDEON PROGRAMMES
IBM
INSERM
NEC
NICK PAPADAKIS
PAUL W.K. ROTHEMUND
PILKINGTON FRANCE
PROGRAM33
SONY
SVT
TRANSPARENCE PRODUCTION
WORLD TRANSHUMANIST ASSOCIATION

REMERCIEMENTS

LIRMM

PHILIPPE POIGNET / DAVID GUIRAUD / GUY CATHEBRAS / FABIEN SOULIER

MINATEC / CEA

LORENE FERRANDES / CLEMENT MOULET

FRANÇOIS TARDIF

CHEF DU LABORATOIRE DES TECHNOLOGIES DES TRACEURS

SEBASTIEN NOËL

PHYSICIEN DES SEMI-CONDUCTEURS

GUILLAUME SAVELLI

PHYSICIEN / THERMO-ELECTRIQUE

NICOLAS BARDI

INGENIEUR /CHEF DU LABORATOIRE PILES A COMBUSTIBLE

DENIS TREMBLAY, PAULINE LEGRAND, DIDIER LOUIS

PASCALE BAYLE-GUILLEMAUD, PIERRE-HENRI JOUNEAU,
VIOLAINE SALVADOR

PLATEFORME DE NANOCARACTERISATION

FABRICE NAVARRO

CHERCHEUR EN BIOLOGIE

THOMAS DELMAS

PHYSICO-CHIMISTE

ELODIE SOLLIER

INGENIEUR DOCTORANTE EN MICROFLUIDIQUE POUR LA SANTE

JEAN-CHRISTOPHE P.GABRIEL

RESPONSABLE PROGRAMME BEYOND CMOS

F.BERGER

MEDECIN CHERCHEUR

CHRISTINE PEPONNET

CHEF DE SERVICE BIOSYSTEM ON CHIP

RAPHAEL SALOT

PHYSICIEN DES MATERIAUX / CEA/LITEN

JEAN-YVES LAURENT

ELECTROCHIMISTE / CEA/LITEN

UNIVERSITE DE HARVARD
QUAN QING

UNIVERSITE DE CORNELL
MARGARET FREY / GEORGE G. MALLIARAS / MICHAEL SKVARLA

M.I.T.
VICKY DIADUCK / LUIS FERNANDO VELASQUEZ-GARCIA
MARC A. BALDO / JESUS A. DEL ALAMO / KARL K. BERGGREN

IBM WATSON RESEARCH CENTER
JOERG APPENZELLER

CALTEC
MARK DAVIES / ERIK WINFREE / PAUL ROTHEMUND

UCSB
WALTER KOHN

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE HONG KONG
ANNE HON

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION
JOSHUA A. CHAMOT

FORESIGHT
CHRISTINE PETERSON

NBCI
MASAO WATARI

EQUIPE NANOMEDECINE DE L'UNIVERSITE DU TEXAS
ENNIO TASCIOTTI / ALESSANDRO GRATTONI / RITA SERDA / ROHAN
BHAVANE / ALI BOUAMRANI / SILVIA FERRATI / BING XIA / JIANHUA GU /
ROBERT CAHILL

CENTRE ETH ZURICH
VAHID SANDOGHDAR / PHILIPPE KUKURA

IRENE CAMPOS / DEUTSTCHES MUSEUM MUNICH
EVA TIETZ
LADY MARGARET KROTO
CHRISTOPHER RADIC
GUY FORESTIER
GUNTER OBERDORSTER
DANIELA DINI
SANTA CROCE / PALAZZO PITTI
PHILIPPE LEMOINE
MINOO DASTOOR

ROLAND HERINO
DANIEL OCHOA
ILARION PAVEL
ISABELLE MURMURE
JEAN-ERIC WEGROVE
MARJORIE THOMAS
PAOLA, KIM, CHIARA, ILARIA, FEDERICA AND GIACOMO FERRARI
MASAYO ENDO / SONY CORP.
KONARKA
COMPUTER HISTORY MUSEUM
LE TELEPHERIQUE DE LA BASTILLE A GRENOBLE
RESTAURANT LE PER'GRAS
ATOMIUM DE BRUXELLES
STEPHANIE GIRAUD / URBASOLAR
ARKEMA
SAGEM DEFENSE SECURITE

UNE PRODUCTION
LA COMPAGNIE DES TAXI BROUSSE
LAURENT MINI
KARIM SAMAI

EN COPRODUCTION AVEC
EUROVISION SCIENCE
PHILIPPE JACOT
LAURA LONGOBARDI
KAREN SIMHA

DANS LE CADRE DU PROJET
SCIENCE IN EUROPE 2020

COPRODUIT AVEC LA PARTICIPATION FINANCIERE DE LA COMMISSION
EUROPEENNE, DIRECTION GENERALE DE LA RECHERCHE



EUROPEAN COMMISSION
European Research Area

AVEC LA PARTICIPATION
D'EUROPE IMAGES INTERNATIONAL

AVEC LE SOUTIEN DE
LA REGION LANGUEDOC-ROUSSILLON
DU CENTRE NATIONAL DE LA CINEMATOGRAPHIE
DE L'ANGOA ET DE LA PROCIREP
SOCIETE DES PRODUCTEURS

PRODUIT AVEC LA COLLABORATION DE
LA RTBF –TELEVISION BELGE –CLAIRE COLLART
UR- NINNIE KÜLLER
TFO, LA CHAÎNE ÉDUCATIVE ET CULTURELLE DE LANGUE FRANÇAISE DE
L'ONTARIO

AVEC LA PARTICIPATION DE
FRANCE TELEVISIONS

POLE FRANCE 5

POLE DOCUMENTAIRES
PIERRE BLOCK DE FRIBERG
CARLOS PINSKY
HERVE GUERIN

PHILIPPE LE MORE
VALERIE VERDIER FERRE

PRESSE FRANCE 5
ANNE-SOPHIE BRUTTMANN

© 2009 LA COMPAGNIE DES TAXI BROUSSE