

La nouvelle dimension  
dans la préparation  
des échantillons et  
l'analyse des particules



Des broyeurs, des malaxeurs et  
des tamiseurs innovants RETSCH,  
pour des analyses neutres, des  
préparations reproductibles et la  
caractérisation des solides.

## GRAVITÉ ZÉRO

Gagnez un vol parabolique  
en apesanteur ou gagnez des  
prix d'une valeur totale de  
**10.000 €**  
[www.retsch.fr/future](http://www.retsch.fr/future)



Tout recours juridique est exclu.



### RETSCH France

Tel : +33 1 34 64 29 53  
Email : [info@retsch.fr](mailto:info@retsch.fr)

[WWW.RETSCH.FR](http://WWW.RETSCH.FR)

### RETSCH Benelux

Tel : +32 3 870 96 40  
Email : [info@retsch.be](mailto:info@retsch.be)

[WWW.RETSCH.BE](http://WWW.RETSCH.BE)

A VERDER COMPANY



## Les nanoparticules d'or présentent des dangers potentiels révélés par les neutrons

**Des chercheurs travaillant à l'Institut Laue-Langevin et à l'université de Chicago ont montré que la charge des nanoparticules d'or, considérées par les grands groupes pharmaceutiques comme un vecteur d'avenir pour l'administration de médicaments anti-cancer, influe sur la manière dont ces nanoparticules interagissent avec la paroi externe qui protège les cellules.**

Ces observations, publiées dans *Langmuir*, présentent une importance cruciale. Elles marquent une étape importante vers une utilisation sûre des nanoparticules dans des applications biomédicales, et vers la mise au point de pratiques et de procédures qui permettront de les manipuler en toute sécurité lors de la fabrication de divers produits de consommation.

« Notre recherche met en évidence les risques que peut présenter un emploi prématuré des nanoparticules dans les produits d'usage quotidien alors que tous les aspects sécuritaires n'ont pas encore été cernés et étudiés. Compte tenu de l'augmentation constante de l'utilisation de nanomatériaux dans des produits de consommation, nous espérons provoquer une prise de conscience de l'importance d'une recherche systématique en « nanosécurité ». Les nanomatériaux peuvent certes ouvrir des perspectives passionnantes dans un très grand nombre d'applications, mais seulement s'il est établi qu'elles sont inoffensives pour l'homme et pour l'environnement. », explique le Pr. Sabrina Tatur de l'Institut Laue Langevin.

Il apparaît qu'à de fortes concentrations, les paillettes d'or chargées positivement pénètrent profondément dans la paroi externe de la cellule et la détruisent tandis que les particules chargées négativement peuvent stabiliser la membrane.

Les premières constatations d'un projet de recherche mené à l'ILL permettent de mieux comprendre comment manipuler et utiliser dans de bonnes conditions de sécurité ces nanoparticules qui peuvent rendre de précieux services.

### Des nanoparticules très utilisées

Les nanoparticules, minuscules paillettes de matière dont la taille avoisine la millionième partie d'un grain de sable, sont de plus en plus employées dans un large éventail de produits commerciaux (habillement, récipients alimentaires, produits pharmaceutiques, cosmétiques, pneumatiques, appareils électroniques et optiques), mais cette utilisation est controversée.

Les nanoparticules d'or, d'argent ou de cuivre, très couramment utilisées, pénètrent facilement les membranes organiques telles que les parois cellulaires et représentent, de ce fait, un danger potentiel pour la santé humaine et l'environnement. Il y a cependant un domaine dans lequel leur toxicité pourrait se révéler utile, et même sauver des vies.

L'un des grands défis de la médecine moderne est, en effet, de trouver des agents capables de cibler les cellules et de faire entrer les médicaments directement dans le tissu infecté. La recherche d'un vecteur adapté a mené au développement de la « nanomédecine » qui cherche notamment à programmer des nanoparticules pour qu'elles ciblent les cellules cancéreuses, permettant ainsi de réduire, voire de supprimer le recours à la chirurgie.

Parmi les diverses nanoparticules à la disposition de la science médicale, les grands groupes pharmaceutiques ont surtout resserré leur recherche sur la nanoparticule d'or. AstraZeneca a annoncé l'année dernière un projet de recherche sur un nouveau nanomédicament, le CYT-6091, à base de nanoparticules d'or.

Les nanoparticules d'or constituent des vecteurs d'administration particulièrement efficaces pour les raisons suivantes :

- elles sont faciles à « charger » avec d'autres molécules (agents anticancéreux, par exemple) ;
- elles sont faciles à fabriquer ;
- elles sont chimiquement stables à l'intérieur du corps humain ;

- elles disposent d'un ensemble unique de propriétés optiques, électroniques et thermiques, qui permettent de les « activer » très facilement à l'intérieur du corps une fois qu'elles ont atteint le lieu ciblé.

Pour le moment, nous ne comprenons pas encore le détail des mécanismes d'interaction entre les nanoparticules et la membrane cellulaire qui protège nos cellules ; il est donc impossible d'évaluer leur degré de dangerosité. On ignore s'il ne sera jamais possible de maîtriser parfaitement leur capacité à entrer dans les cellules et à les détruire, et de l'utiliser positivement, par exemple pour lutter contre un cancer.

On sait, en revanche, que cette interaction dépend d'un ensemble complexe de paramètres, parmi lesquels la forme, la taille, la composition et la charge des nanoparticules. L'influence de ces paramètres sur l'interaction n'avait encore fait l'objet d'aucune étude systématique au niveau moléculaire.

### Les recherches de l'ILL

Grâce aux neutrons et aux instruments de diffusion neutronique de pointe dont dispose l'Institut Laue-Langevin (ILL), une équipe composée de chercheurs de l'ILL et de l'Université de l'Illinois a commencé des recherches sur les changements physiques subis, au niveau moléculaire, par les parois des cellules au moment où elles entrent en contact avec des nanoparticules d'or de charges différentes.

Des groupes cationiques (chargés positivement) ou anioniques (chargés négativement) ont été ajoutés à la surface de nanoparticules d'or de 2 nm. Pour simuler les membranes cellulaires, l'équipe de recherche a utilisé deux couches de molécules de lipides maintenues à 20-30 Å l'une sur l'autre, produisant ensemble les propriétés dynamiques observées sur les membranes cellulaires. Les chercheurs ont ensuite appliqué les techniques de réflectométrie neutronique disponibles à l'ILL pour modéliser l'interaction entre la nanoparticule et la membrane cellulaire sur une fraction de l'échelle nanométrique.

Ils ont constaté que la charge de la surface de la nanoparticule jouait un rôle déterminant dans son interaction avec les lipides présents dans les membranes cellulaires. Les nanoparticules cationiques traversent directement la membrane lipidique et s'intègrent en profondeur dans la bicouche flottante, ce qui déstabilise suffisamment la structure de la membrane pour provoquer la destruction totale de la cellule à hautes concentrations. Les nanoparticules anioniques, en revanche, ne pénètrent pas du tout la membrane lipidique. Au contraire, à certaines concentrations, il a été constaté qu'elles empêchaient la décomposition de la membrane et l'aidaient à supporter certaines conditions extrêmes (pH élevé par exemple) qui auraient normalement dû la déstabiliser de manière significative.

« Que ces nanoparticules soient capables d'attaquer les couches externes des cellules est à la fois un sujet de préoccupation du point de vue de la santé en général et une source d'espoir pour les traitements médicaux. Il est clair qu'il est essentiel de comprendre comment ces interactions se produisent ; la découverte du rôle significatif que joue la charge dans le processus conduira à développer de nouvelles méthodes et procédures permettant de manipuler et d'utiliser en toute sécurité ces précieuses matières. », conclut le Pr. Rob Barker de l'Institut Laue Langevin.

L'ILL est un centre de recherche international situé à Grenoble. Il est le leader en science et technologies neutroniques depuis près de 40 ans, les premières expériences ayant été réalisées en 1972. L'ILL exploite l'une des sources de neutrons les plus puissantes au monde, qui alimente un parc de 40 instruments de pointe qui sont constamment modernisés. Chaque année, 1 200 chercheurs de plus de 40 pays viennent à l'ILL pour faire des recherches en physique de l'état condensé, chimie (verte), biologie, physique nucléaire et science des matériaux. Le Royaume-Uni, avec la France et l'Allemagne est un associé et un investisseur majoritaire d'ILL.

### Pour en savoir plus :

Institut Laue-Langevin  
Tél. : + 33 (0)4 76 20 71 11  
Fax : + 33 (0)4 76 48 39 06  
[welcome@ill.eu](mailto:welcome@ill.eu) - [www.ill.eu](http://www.ill.eu)