

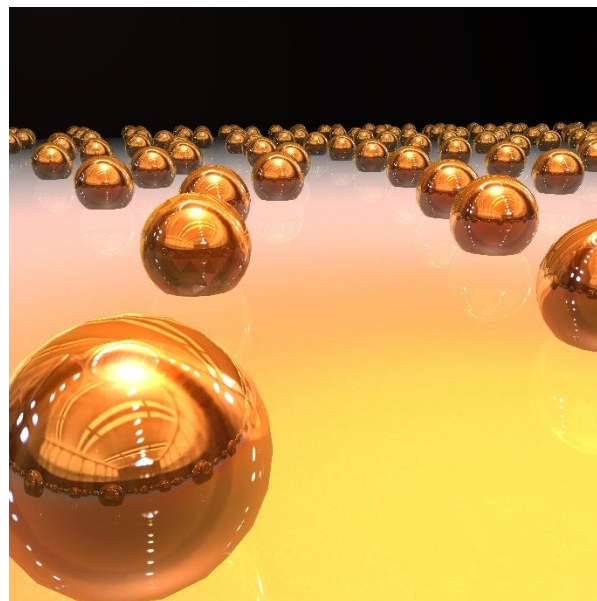
Le monde de demain : la recherche multidisciplinaire : une clé d'avancées majeures dans des domaines inattendus ?

L'exemple de l'Or à l'échelle du nanomètre

Aujourd'hui, dans le monde de la recherche, les différentes disciplines scientifiques comme la biologie, la physique ou la chimie peuvent paraître cloisonnées et accessibles uniquement aux « initiés(es). » Cependant, lorsque chacun(e) fait l'effort de communiquer sur son travail auprès des acteurs des autres communautés, des idées nouvelles émergent, des collaborations se créent et les résultats peuvent être remarquables et spectaculaires dans des domaines tout à fait inattendus.

C'est le cas d'une communauté qui fait parler d'elle depuis quelques années (1-6), et qui a fait agréger **quelques centaines de chercheurs autour d'un métal inédit**. Il s'agit de l'or, un métal si précieux, connu principalement pour son intérêt dans l'ornement, la joaillerie et l'orfèvrerie, mais on l'associe aujourd'hui à des domaines d'applications qui couvrent l'énergie, l'environnement et la santé. Il a fallu faire l'effort d'écouter, de discuter, comprendre et apprendre de l'autre pour s'associer et monter des projets. C'est le principe de la transversalité qui est la devise du groupement de recherche or-nano (GdR Or-nano). Il s'agit d'un regroupement d'environ 800 chercheurs travaillant sur l'or nanométrique (1 nanomètre est un million de fois plus petit qu'1 millimètre), de différentes façons et pour différentes applications dont les principales sont : l'ouverture vers les thérapies à bases de nanoparticules d'or, l'utilisation de ses propriétés catalytiques dans le domaine de l'environnement et de l'énergie verte, et les

questions liées à la plasmonique et à la nanoélectronique.



Vue d'artiste de nanoparticules d'or déposées sur une surface. © Guillaume Baffou, CNRS, Institut Fresnel, Marseille.

Parmi les résultats phare de cette transversalité réussie, **nous pouvons citer le travail des chercheurs de l'Institut Charles Gerhardt (ICG) et de l'Institut des Biomolécules Max Mousseron (IBMM) de Montpellier, qui ont mis au point, au laboratoire, des nanoparticules d'or aux propriétés anti-cancéreuses**. Il s'agit de nanoparticules qui sont capables de pénétrer dans les cellules cancéreuses et qui grâce à une stimulation par un laser infra-rouge de quelques secondes, passent dans un état excité et engendrent des phénomènes physiques qui permettent d'imager et de tuer les cellules cancéreuses. En effet, en absorbant les rayons du laser, les nanoparticules d'or subissent des modifications et génèrent de la fluorescence. C'est ce qui permet d'une part de détecter les cellules cancéreuses et d'autre part de générer des espèces toxiques d'oxygène comme les radicaux libres qui tuent les cellules cancéreuses. Ces travaux ont été publiés entre 2015 et 2018, dans des revues scientifiques

internationales (7-8). Au-delà de nos frontières, nous pouvons citer aussi l'exemple remarquable de la thérapie photo-thermique développée par les groupes de Naomi Halas (Rice University) et Jennifer West (Duke University) qui ont dépassé le stade de la souris et ont commencé les essais cliniques pour soigner les cancers de la prostate (11). **Cette thérapie (Aurolase Therapy), fondée sur des nanoparticules composées d'un cœur de silice et d'une coquille d'or**, tire parti du fait que ces dernières absorbent la lumière à des longueurs d'onde inoffensives pour les tissus humains (proche infrarouge). Les particules sont introduites par voie intraveineuse et s'accumulent dans la tumeur. Ensuite, la tumeur est éclairée par un laser proche infrarouge et les particules convertissent cette lumière en chaleur. L'élévation de la température au niveau de la tumeur permet sa destruction ainsi que celle des vaisseaux sanguins qui l'alimentent et épargne les tissus adjacents, permettant ainsi d'éviter les effets secondaires des traitements par chimiothérapie, chirurgie invasive ou encore des radiations. Ce traitement, qui en est au stade des essais cliniques, se montre très prometteur car sur les 15 patients traités, seuls deux ont montré des signes détectables de cancer lors des examens réalisés 12 mois après le traitement.

La réussite de cette équipe Américaine est certes liée aux moyens et soutiens colossaux dont elle a pu bénéficier mais avant tout elle est liée à la grande transversalité qu'elle a su mettre en place (<http://halas.rice.edu/home>) où des physiciens, biologistes et chimistes travaillent sur les mêmes projets. Ainsi, il est aujourd'hui crucial que nos tutelles, nos élus, nos partenaires socio-économiques **soutiennent financièrement des regroupements de chercheurs, issus de domaines scientifiques différents, autour d'un projet commun et multidisciplinaire** par

nature. Il est évident que de telles associations entre chercheurs et chercheuses déterminés à mettre leurs compétences en commun, apporteront des avancées notables dans le monde de la recherche et de la connaissance. Ces avancées permettront à la Région Occitanie de valoriser la recherche qui est développée dans les laboratoires, PME, entreprises en collaboration et/ou en partenariat. De plus, ces recherches, selon leur degré de maturation, participeront au développement socio-économique de la Région Occitanie notamment grâce à l'insertion de doctorants(es) et/ou jeunes docteurs(es).

Magali Gary-Bobo, Katia Fajerweg, Hazar Guesmi et Nathalie Tarrat

POUR ALLER PLUS LOIN :

Lien internet et références

1. <https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/or-nanometrique-la-mini-mine>

2. <https://www.youtube.com/watch?v=JpJLALUrNuM>

3. <https://www.franceinter.fr/emissions/futur-proche/futur-proche-19-janvier-2018>

4. <https://www.midilibre.fr/2018/01/30/l-or-en-nanoparticules-un-futur-tresor-pour-la-sante-et-la-nature,1621063.php>

5. https://www.facebook.com/watch/live/?v=1760815567275384&ref=watch_permalink

6. <https://lejournel.cnrs.fr/billets/la-ruee-vers-lor-nanometrique>

7. Chaix A, Rajoua K, Stonajovic V, Khaled El Cheikh K, Bouffard E, Brocéro A, Garcia M, Maynadier M, Morère A, Gary-Bobo M, Favier F, Durand JO and Cunin F*. Two-photon fluorescence imaging and therapy of cancer cells with anisotropic gold nanoparticles supported porous silicon nanostructures. *ChemNanoMat*. **2018**, DOI: 10.1002/cnma.201700368.

8. Croissant J, Maynadier M, Mongin O, Hugues V, Blanchard-Desce M, Chaix A, Cattoën X, Wong Chi Man M, Gallud A, Gary-Bobo M, Garcia M, Raehm L, Durand JO. Enhanced Two-Photon Fluorescence Imaging and Therapy of Cancer Cells via Gold@Bridged Silsesquioxane Nanoparticles. *Small*, **2015**, 11: 295-9.

9. Ardeshir R. Rastinehad, Harry Anastos, Ethan Wajswol, Jared S. Winoker, John P. Sfakianos, Sai K. Doppalapudi, Michael R. Carrick, Cynthia J. Knauer, Bachir Taouli, Sara C. Lewis,

Ashutosh K. Tewari, Jon A. Schwartz, Steven E. Canfield, Arvin K. George, Jennifer L. West, Naomi J. Halas. Gold nanoshell-localized photothermal ablation of prostate tumors in a clinical pilot device study. *Proceedings of the National Academy of Sciences* Sep 2019, 116 (37) 18590-18596; DOI: 10.1073/pnas.1906929116