

Interview de Françoise Massines, Directrice de Recherche PROMES (CNRS), Perpignan, France

Quel a été votre parcours dans l'enseignement supérieur jusqu'à votre entrée au CNRS ?

Son intérêt pour les sciences commence assez tôt, après son baccalauréat, elle s'oriente vers l'INSA de Toulouse où elle fréquente le parcours génie physique. Ses perspectives sont d'ores et déjà élargies parce qu'elle choisit en cinquième année de fréquenter au même temps le master de physique du solide. Arrivée à la fin de ses études elle voulait partir à l'étranger, pour cette raison elle fait un pas vers le Canada. En effet, elle est inscrite à une thèse à Toulouse sur les polymères mais elle collabore au Canada dans un poste d'attaché de recherche au Conseil National de la Recherche du Canada pendant cinq ans. Rentrée en France, deux ans après sa thèse, elle passe son concours pour rentrer au CNRS grâce à un projet de plusieurs chercheurs rencontrés lors d'un congrès sur les traitements de surface des polymères par plasma.

Personne n'avait jamais généré des plasmas froids homogènes à pression atmosphérique. Comment avez-vous eu l'idée et qu'est-ce qui vous a poussé à la réaliser malgré cette impossibilité supposée ?

Au CNRS elle commence à travailler sur l'interaction plasma-polymères avec des décharges à pression atmosphérique. Comprendre l'interaction entre des micro-décharges aléatoires, comme les décharges à pression atmosphérique et une matière désordonnée, comme les polymères, était assez compliqué. Elle décide alors de chercher quelque chose de différent, quelque chose de plus simple et elle trouve un article du Pr. Okazaki qui utilisait les décharges à pression atmosphérique dans l'hélium. Elle se motive. Elle achète donc de l'hélium et là la décharge était différente, elle était beaucoup plus homogène. Cela simplifiait énormément tous ses travaux. Elle a cru ce qu'elle voyait : la fréquence était à la base de cette amélioration. "Au début, la communauté scientifique ne me croyait pas et je ne trouvais pas de journal prêt à publier mes découvertes".

Cette découverte vous a valu d'être décorée de la légion d'honneur et d'être récompensée de la médaille d'argent du CNRS, quel a été votre ressenti ?

Le premier ressenti a été la surprise, elle ne s'attendait pas à être honorée de cette récompense et cela ne l'a pas poussée à avoir de plus grandes ambitions. "Mon travail est comme une histoire, quand on arrive à comprendre tous les points de cette histoire et que ça marche, je m'amuse, cela est le plus important pour moi".

Pouvez-vous nous dire ce qu'apporte la méthode AP-PECVD dans le domaine des revêtements de surface ? Est-ce que cette méthode est applicable à tous les matériaux nanocomposites ?

Cette technique permet de déposer des couches minces sur de grandes surfaces. L'AP-PECVD utilisant des plasmas homogènes à pression atmosphérique a pour avantages de maîtriser la décharge électrique et ainsi de contrôler la densité du dépôt et des agrégations. Cette spécificité permet donc la formation d'un dépôt de couche très mince et de créer des nanocomposites tout en restant à pression atmosphérique.

En quoi la méthode que vous avez développée peut être qualifiée de "safe-by-design" ?

Actuellement, ce qui est fait en laboratoire peut être qualifié de safe-by-design, tout dépend des précurseurs utilisés. Pour faire un film mince il faut mettre un gaz qui contient du silicium, du carbone, en outre les atomes qui sont désirés dans la couche. Si nous partons du silane pour faire des hydrures de silicium par exemple, le silane étant inflammable la méthode ne peut être qualifiée de safe-by-design. L'avantage avec l'utilisation des gaz, c'est que contrairement aux liquides, moins de précurseurs sont utilisés, ce qui en fait une voie assez propre. La première voie qui a été étudiée, consistait à prendre des nanoparticules et à les mettre en suspension dans un liquide (ce qui n'était pas "safe by design"). C'est pourquoi l'objectif est de générer les particules directement dans le plasma. Par exemple, l'utilisation d'un sel métallique dissous dans un solvant, qui ensuite est injecté dans le plasma permet d'obtenir des nanoparticules qui se déposent dans ce plasma, elles sont incluses dans une matrice. La méthode est alors safe-by-design car les nanoparticules ne sont pas manipulées, la croissance de celles-ci, leur dépôt et leur inclusion dans la couche se fait dans le réacteur.

C'Nano 2020

The Nanoscience Meeting
TOULOUSE

Centre des congrès Pierre Baudis

POSTPONED



**NEW
DATES**

**November
23, 24, 25
2021**

Aujourd'hui nous savons que les plasmas froids peuvent aussi avoir des applications dans la médecine, par exemple contre certaines tumeurs. Pensez-vous que cette découverte peut être décisive dans la lutte contre le cancer ?

N'étant pas médecin, il a été dur pour Madame Massines de se positionner par rapport à cette question. Elle nous a bien expliqué que les plasmas froids sont peu intrusifs, ce qui est intéressant, car cela en fait une méthode assez localisée. Les "mauvaises" cellules sont amenées à mourir sans les tuer directement, il n'y a donc pas de réaction inflammatoire, "c'est comme si elles mourraient naturellement". Cette méthode serait sûrement plus intrusive que d'autres car elle doit détruire un volume pas seulement nettoyer la surface, ce qui pourrait en faire une voie intéressante et sûrement aussi bien que certains médicaments. Les plasmas froids seraient peut-être une voie intéressante à exploiter dans ce domaine avec des médecins.

La fabrication des cellules photovoltaïques est devenue un enjeu majeur dans le domaine de l'énergie. Vous avez réussi à exceller aussi dans ce domaine avec une conversion d'énergie solaire de 20% pour des cellules à revêtement par AP-PECVD. Croyez-vous que des applications industrielles soient possibles ?

Françoise Massines a d'abord été confrontée à une industrie en difficulté. Quand elle et son équipe sont arrivés, toute la fabrication était complètement déportée en Chine. Pour que la technologie puisse vraiment entrer dans le domaine photovoltaïque, il aurait fallu qu'ils amènent un matériau avec des propriétés nouvelles, mais elle a arrêté de travailler là-dessus. Son équipe a montré qu'on pouvait faire des cellules avec un aussi bon rendement que celles ayant une couche obtenue par plasma basse pression, ce qui est actuellement utilisé dans le système. C'était la première étape et elle pense qu'il était important de la franchir. Pour que les investissements financiers nécessaires pour cette surface soient suffisants, ils auraient dû continuer et trouver un matériau qui ne puisse pas être fait à basse pression, avec en plus une augmentation de rendement. L'industrie était trop contrainte à ce moment-là pour qu'elle puisse mettre en place de nouveaux procédés. Ce travail faisait partie d'un projet européen visant à fabriquer des cellules sans jamais les mettre sous vide. Les résultats ont été intéressants mais au moment du transfert technologique, ça n'a pas abouti.

Le procédé que vous avez développé et son application dans le revêtement de surface vous situe à l'interface entre la physique et la chimie. Cela présente-t-il des défis scientifiques ou de communication, avec vos collaborateurs notamment ?

"Un peu, oui. Selon à qui l'on s'adresse, on ne dit pas les mêmes choses, il faut adapter le discours. Je suis à la base physicienne et c'est donc certain que je ne vais pas parler de la même façon, des décharges par exemple, aux physiciens qu'aux chimistes des matériaux." Il y a trois aspects sur lesquels elle travaille. D'abord l'étude physique de la décharge et comment l'optimiser selon l'objectif. Son équipe développe régulièrement de nouvelles sources plasma : "c'est un peu mon point fort aujourd'hui". Après, il y a l'utilisation de ces décharges électriques dans des procédés. Il s'agit d'un défi car pour arriver à faire le dépôt il va falloir choisir un précurseur et là, c'est de la chimie. Il faut ensuite le transporter, il y a toute l'interaction concernant l'écoulement du gaz avec la mécanique des fluides à prendre en compte. Il faut activer ces précurseurs et donc avoir la bonne énergie des électrons. Tout ceci constitue la partie d'adaptation du système et fait intervenir à la fois la physique et la chimie. Enfin, il y a la partie concernant la croissance de la couche et propriétés finales du matériau. Pour les propriétés, elle travaille en général avec une équipe spécialisée sur cette partie, selon si par exemple elle souhaite faire des cellules photovoltaïques ou un revêtement pour du bois. La façon de parler à ces différents spécialistes va donc changer selon leurs domaines. "Dans tous les cas, l'objectif est d'arriver à se comprendre mutuellement. Ça fait partie des choses que j'aime bien ! Et c'est important de s'amuser dans notre métier car c'est là qu'on est le plus créatif."

On parle beaucoup de la place des femmes en sciences depuis quelques années. Que diriez-vous aux jeunes femmes qui voudraient se lancer dans des carrières scientifiques, vous qui avez obtenu en 2014 la médaille d'argent du CNRS ?

Avant sa nomination pour la médaille du CNRS, Françoise Massines ne s'était jamais vraiment penchée sur la question de la place de la femme au sein des sciences. Selon ses dires, la question du genre au sein de son domaine de recherche n'était pas au cœur des débats et en tant que femme, elle se considérait tout naturellement comme étant "Directeur de recherche" à l'égal de l'homme. Cependant, il semblerait que le ratio hommes/femmes dans le domaine des sciences ait grandement évolué en faveur d'une majorité d'hommes depuis ces dernières années (25% vs 15%). C'est pourquoi elle a décidé de changer son statut en passant "Directrice" et non plus "Directeur" dans le but de promouvoir son poste et d'attirer d'éventuelles jeunes filles dans son domaine. Aujourd'hui, Françoise Massines a pour ambition de partager son expérience professionnelle aux jeunes femmes dans le but de motiver des futures candidates et de renouveler la place de la gente féminine au sein du CNRS et des sciences en général.