



**Nanosciences et Innovation pour les Matériaux, la
Biomédecine et l'Énergie**

Thèses ou HDR NIMBE

Vendredi 18/11/2011, 14h00

Agro-ParisTech, 16 rue Claude Bernard, Paris V.

Camille LARUE

Impact des nanoparticules de TiO₂ et des nanotubes de carbone sur les végétaux

Manuscrit de la thèse.

Soutenance à Agro-ParisTech, 16 rue Claude Bernard, Paris V.

Résumé :

Dans le contexte du développement exponentiel des nanotechnologies, les nanomatériaux sont susceptibles de se disséminer dans l'environnement. Les végétaux sont un élément sensible des écosystèmes car ils constituent une interface entre l'eau, le sol et l'air et se situent à la base de la chaîne trophique.

Cette étude avait pour but d'évaluer l'impact des nanoparticules de TiO₂ et des nanotubes de carbone sur les végétaux, et plus particulièrement sur le blé et le colza. L'accent a également été mis sur la caractérisation des nanomatériaux employés. Nous avons mis en évidence l'accumulation racinaire et le transfert vers les feuilles des nanoparticules de TiO₂ et des NTC dans le blé et le colza après une exposition en hydroponie. Les nanoparticules de TiO₂ sont également accumulées dans les plantes lors d'une exposition racinaire sur sol ou encore lors d'une exposition par voie aérienne. Les nanoparticules de TiO₂ s'accumulent dans les végétaux à hauteur de quelques dizaines voire centaines de mg Ti/kg MS, leur phase cristalline n'est pas modifiée et ces nanoparticules ne se dissolvent pas lors de leur transfert dans le végétal. Les NTC s'accumulent en plus faible quantité (centaines de μ g NTC/kg MS).

Ces nanomatériaux affectent peu le développement des végétaux. Sur huit tests réalisés, seule l'élongation racinaire s'est révélée être un critère sensible, avec une induction de l'élongation après exposition aux NPs et aux NTC présentant un diamètre nominal inférieur ou égal à 20 nm. Enfin, une nette influence du diamètre nominal des nanomatériaux a pu être mise en évidence, contrôlant ainsi leur internalisation, leur transfert et leurs effets biologiques sur les végétaux.

Mots-clés : Ecotoxicologie, nanomatériaux, TiO₂, NTC, blé, colza, Nanoparticule, Plante, Écotoxicité, Pollution.

TiO₂ nanoparticle and carbon nanotube impact on plants

Abstract: The field of the nanotechnology exponentially increased during the last ten years. Intensive production of nanomaterials would lead to their release in the environment. Plants are one of the most sensitive organisms since they are at the interface between soil, water and air. Moreover, they represent a point of entry into the food chain.

This study deals with the impact of TiO₂ nanoparticle and carbon nanotube on plants, specifically on wheat and rapeseed. The physico-chemistry of nanomaterials has been deeply characterized.

We prove that TiO₂ nanoparticles and carbon nanotubes are internalized in roots and transferred to shoot of both wheat and rapeseed upon hydroponics exposure. TiO₂ nanoparticles can also be internalized upon exposure in soil and even after an aerial contamination. TiO₂ nanoparticles are accumulated in plants up to few hundred mg Ti/kg DM, their crystal phase is not modified and they do not dissolve during their transfer inside plants. CNTs are less accumulated, up to few hundred μ g CNTs/kg DM.

The nanomaterials we studied have very limited impact on plant development and physiology. One test out of eight has shown modulation after nanomaterial exposure: root elongation was induced when exposed to very small nanomaterials (\leq 20 nm).

Finally, we show that the nominal diameter of nanomaterials is correlated with their internalization, transfer to shoot and induction of root elongation: the finest the nanomaterial, the highest their internalization and impact on plant development.

Keywords: Ecotoxicology, nanomaterials, CNT, wheat, rapeseed.