Discussion

Les nanoparticules (NPs) d'oxyde métalliques occupent une place de plus en plus importante, tant dans les procédés industriels que dans la recherche biomédicale. Néanmoins, les données sur leur toxicité potentielle pour les organismes vivants restent insuffisantes, notamment à l'échelle moléculaire **(Triboulet. 2013)**.

Les données toxicologiques actuelles sur les NPs sont encore insuffisantes. Cependant, plusieurs études montrent que les NPs peuvent pénétrer dans le corps à travers plusieurs voies, pulmonaire, cutanée ou intestinale, elles ont des effets toxiques systémiques, leurs utilisations exigent comme toute nouvelle technologie des études d'impact sur la santé des humains et des animaux. À l'heure actuelle, il n'y a pas de réglementation sur leur utilisation, et leur impact à long terme sur l'environnement et les humains est encore peu clair **(Besnaci. 2016).**

Cependant, la communauté scientifique s'est concentrée très tôt sur ce sujet et elle a commencé à chercher des réponses. En raison de leur introduction potentielle dans le sol, ainsi que le milieu aquatique, l'inclusion d'un ensemble de tests d'écotoxicité dans la caractérisation des risques des NPs est nécessaire. Récemment, plusieurs chercheurs ont mis l'accent sur l'étude de leurs impacts sur les organismes terrestre et la littérature sur ce sujet reste limitée **(Besnaci. 2016).**

Certaines espèces de mollusques accumulent de grandes quantités de métaux et reflètent les niveaux de métaux biodisponibles dans leur environnement ces animaux sont souvent utilisés comme quantitatifs indicateurs de pollution par les métaux **(Berger et Dallinger. 1993)**.

Helix aspersa, plus connu sous le nom d'escargot des jardins ou Petit-gris, est utilisé au cours de nos expériences, est un mollusque gastéropode pulmoné stylomatophore appartenant à la famille des Hélicidaes **(la rocca. 2004).**

Dans cet étude nous nous sommes intéresses a l'effet des nanoparticules métalliques (Fe_2O_3, de SiO_2) sur la morphométrie des œufs des escargots *Helix aspersa*. Ainsi l'exposition des œufs à des concentrations croissantes des nanoparticules (1, 3, 5,10et 15mg/ml) en fonction du temps. Aux cours de ces dernières années de nombreux auteurs ont étudié, s'il existait une différence de sensibilité entre les deux stades de la vie embryonnaire et de la vie adulte **(Sobral et**

***al*., 2001).** En particulier chez certains espèces aquatiques (mollusques) les premiers stades (larves, embryons) sont plus sensibles que les stades juvéniles ou adultes **(Gomot. 1998).**

Les œufs d'escargot terrestre de l'espèce petit-gris *Helix aspersa* peuvent être utilisés pour évaluer l'écotoxicité de substances chimiques pures ou en mélange. La mesure des effets embryotoxiques classiquement réalisée est le succès d'éclosion après 15 à 20 jours d'exposition **(Druart et *al*., 2012).**

1. Effet des NPs de SiO_2 et Fe_2O_3 sur le diamètre des œufs d'escargot *H. aspersa*

Les résultats des observations des œufs traitées au 5ème jour jusqu'au 20ème jour montrent, une déformation et un gonflement de la membrane des œufs traités avec différentes concentrations des nanoparticules d'oxyde de fer et de dioxyde de silice; ceci peut être expliqué par la pénétration de ces molécules à travers la membrane, ce qui leurs permet de s'accumuler dans les cellules, nos résultats sont confirmés par l'étude de **Gimbert** qui a montré que, souvent les xénobiotiques de nature métallique pénètrent facilement à l'intérieur de la cellule, ils peuvent s'accumuler et générer des processus cytotoxiques, ainsi que les travaux réalisée par **Besnaci et *al*., 2016** sur le développement embryonnaire des œufs *d'Helix aspersa* traités par les nanoparticules d'oxyde de fer.

L'accumulation de la molécule à l'arrière de la coquille n'est pas un hasard, en effet c'est l'emplacement de l'hépatopancréas, d'après les travaux de **(Oberdorster et *al*., 2005)** ont montré que les nanoparticules pouvaient franchir ces barrières de protection, se distribuer dans l'organisme et s'accumuler dans certains organes.

2. Effet des NPs de SiO_2 et Fe_2O_3 sur la durée d'éclosion

Dans notre travail on observe que l'éclosion des œufs traités par les nanoparticules de (SiO_2 et Fe_2O_3) sont effectuée après 15 et 20jours d'incubation.

Quelques enquêtes complémentaires sur la viabilité des œufs (nombre d'éclosions / nombre d'œufs) exposés à différents métaux ont montré que le développement embryogène est une étape sensible chez les gastéropodes. L'embryogenèse de *L. palustris* était bloquée de plus en plus aux premiers stades de développement lorsque les concentrations d'exposition au Cd augmentent **(Coeurdassier et Vaulfleury. 2003)**.

(Thompson et Binnigan. 2008) a été démontré, par exemple dans les embryons de poisson, que des traces de métaux peuvent nuire à divers processus métaboliques, entraînant des retards de développement, des anomalies morphologiques et fonctionnelles, en outre l'activation de la consommation d'énergie et les processus de désintoxication.

Une autre étude menée sur des NPs d'argent entraine des malformations très marquée sur l'embryon de poisson-zèbre **(Asharani et al., 2011).**

3. Effet des NPs de SiO_2 et Fe_2O_3 sur la mortalité

Les résultats concernant les effets du SiO_2 et Fe_2O_3 sur la mortalité des escargots apportent des données originales sur la toxicité de ces NPs pour des gastéropodes terrestres exposés pendant quatre semaines. Dans notre travail nous avons mis en évidence une mortalité faible (égale à 6% pour les lots traites par NPs de SiO_2 et 9,5% pour les lots traites par les NPs de Fe_2O_3 et elle est de 0% dans les lots témoins).Ces résultats ne sont pas en accord avec ceux de (**Grara et Bouloudenine et *al*. 2015)** qui ont mis en évidence qu'à des doses élevées, le pourcentage cumulatif de mortalité est prononcé, pour *T. pisana* traité par des concentrations croissantes de Zn et Cu après exposition de (5semaines) est de (73.3%).

En effet, la mortalité des escargots dépend de l'espèce et sa sensibilité vis-à-vis des substances testées, on peut expliquer cela par la forte résistance du système de détoxification qui joue ici un rôle majeur d'élimination et de réparation des dégâts induits par la pénétration de ces molécules. La durée de traitement aussi influence la survie sans oublier la concentration du xénobiotiques et la voie de pénétration. **(Besnaci. 2016).**

Nos résultats sont en accord avec **(Swaileh et Ezzughayyar. 1999)** qui a observé des taux de mortalité beaucoup plus bas chez *H. Asperas aspersa* et *H. aspersa maxima* juvéniles nourris avec un régime alimentaire contaminé par le cadmium. Pendant les 4 semaines d'exposition, 5% (3/60) de *H. aspersa aspersa* et 6,7% (4/60) des *H. aspersa* maxima sont décédés.

Aussi l'exposition aqueuse aux NP-TiO_2 n'a pas causé de mortalité de poisson au cours de la période expérimentale indiquant que les nanoparticules de TiO2 n'étaient pas très toxiques pour la survie des juvéniles **(Linhua et *al*., 2009**).

4. Effet des NPs de SiO_2 et Fe_2O_3 sur l'évolution du poids moyens des juvéniles

Après les 4 semaines de suivi, nous avons mesuré le poids des juvéniles, on observe une diminution chez tous les traités par les nanoparticules de (SiO_2 et Fe_2O_3) par rapport aux témoins. Nos résultats sont d'accord avec les travaux du **(Baurand. 2014)** réalisé sur les paramètres morphologiques et physiologiques suivis au cours d'expositions continues au Cd qui montrent des effets néfastes sur le poids chez les exposés à la plus forte concentration testée**.** Ainsi, moins d'énergie est disponible pour la croissance des poissons exposés aux toxines .Il est possible que cette relation puisse expliquer le retard de la croissance démontrée chez les embryons de *C. aspersus* après 10 jours d'exposition **(Jeizierska et *al*., 2009).** Alors que les travaux de **(Swaileh et Ezzughayyar. 1999)** montrent que la croissance significative au cours des deux premières semaines d'exposition au cuivre n'est pas inhibée.

Chez l'espèce de *Biomphalaria glabrata,* l'exposition aux Cd, Hg ou Pb a inhibé la croissance après 6 semaines **(Coeurdassier et Vaulfleury. 2003).** Il est supposé que le cadmium pourrait irréversiblement modifier l'apport alimentaire en raison d'une action inhibitrice sur le centre nerveux. Par conséquent, l'inhibition de la croissance, la perte de l'appétit et de poids chez les mollusques nourris au régime alimentaire contaminé par le cadmium sont essentiellement, due à la famine causée par la toxicité **(Swaileh et Ezzughayyar. 1999).**