

L'impact des nanoparticules ZnO sur les paramètres physiologiques et biochimiques chez le blé dur (*Triticum turgidum ssp. durum*)

N. CHIAHI^{1*}, M. BOULOUDENINE², N.H. DAIRA³, N. GUERFI³, L. BRINIS³

¹ Laboratoire d'amélioration génétique des plantes – Faculté Sciences de la Nature et de la Vie Université BADJI Mokhtar –UBM – Annaba -Algérie.

² Faculté de Sciences de l'ingénieur. Université Mohamed Cherif MESSAADIA–Département de physique -Souk Ahras- -Algérie.

³ Faculté des sciences de la nature et de vie- Université Mohamed Cherif Messaadia Souk Ahras- Algérie.

⁴ Laboratoire amélioration génétique des plantes -Faculté Sciences de la Nature et de la Vie UBM Annaba- Algérie-

*Corresponding author: nchiahidz@gmail.com

Abstract - In this study we were interested in assessing the impact of nanoparticles based on ZnO and their effects on the physiological and biochemical parameters of durum wheat (*Triticum turgidum ssp. Durum*). The impact of ZnO is evaluated in three wheat varieties (Boussallem, Gtadur and Ouarsenis), varieties are represented by V1, V2 and V3 through a range of physiological and biochemical parameters achieved in the laboratory. The selected varieties were exposed to increasing concentrations of ZnO nanoparticles (0.01mg / ml, 0.05mg / ml, 0.1mg / ml, 0.5mg / ml). Preliminary results show that the presence of ZnO-based NPs can have a stimulating effect inhibitor according to the concentration and the effect parameter studied; Thus exposure to low concentrations induced the reduction of levels of chlorophyll (chlo has chlo b), unlike the high concentrations caused the elevation of these levels mainly in the (chlor a). The presence of nanoparticles caused oxidative stress resulting in the accumulation of Lipoperoxydes (MDA) recorded in all studied varieties, following exposure to different concentrations. On the other hand a varietal effect has contributed greatly in the variation of the remaining parameters related to ROS (carotenoids, APX and CAT).

Keywords: Nanoparticles, ZnO, oxidative stress, durum, concentrations, plant species

Résumé - Dans cette étude nous nous sommes intéressés à l'évaluation de l'impact des nanoparticules à base de ZnO et leurs effets sur les paramètres physiologiques et biochimiques du blé dur (*Triticum turgidum ssp. durum*). L'impact du ZnO est évalué chez trois variétés de blé (Boussallem, Gtadur et Ouarsenis), les variétés sont représentées par V1, V2 et V3 grâce à une gamme de paramètres physiologiques et biochimiques réalisés au laboratoire. Les variétés choisies ont été exposés à des concentrations croissantes des nanoparticules de ZnO (0,01mg/ml, 0,05mg/ml, 0,1mg/ml, 0,5mg/ml). Les résultats préliminaires montrent que la présence des NPs à base de ZnO peuvent exercer un effet stimulant qu'inhibiteur selon l'effet concentration et le paramètre étudié ; Ainsi l'exposition aux faibles concentrations a induit la réduction des teneurs en chlorophylles (chlo a, chlo b), au contraire les fortes concentrations ont provoqué l'élévation de ces mêmes teneurs principalement chez la (chlo a). La présence des nanoparticules a provoqué un stress oxydant se traduisant par l'accumulation d'une Lipoperoxydes (MDA) enregistrée chez toutes les variétés étudiées, suite à l'exposition aux différentes concentrations. D'autre part un effet variétal a beaucoup contribué dans la variation des paramètres restants liés aux ROS (caroténoïdes, APx et CAT).

Mots clés: Nanoparticles, ZnO, oxidative stress, durum, concentrations, plant species



1. Introduction

Les nanotechnologies représentent aujourd'hui un enjeu économique majeur, et tous les grands pays développés y investissent des sommes de plus en plus importantes. Les nanoparticules constituent un champ de recherche riche en potentialités pour de nouvelles applications dans les domaines les plus divers tels que les matériaux, la santé, l'énergie, l'agroalimentaire, le transport pour n'en citer que quelques-uns. Les nanoparticules sont étudiées à travers le monde dans des centaines de laboratoires et d'entreprises pour mettre à profit leurs propriétés physico-chimiques, les caractéristiques de leur échelle nanométrique et développer ainsi de nouvelles applications. La mise sur la marche de produits contenant des nanomatériaux est passée de 54 en 2005 à 1317 en 2011 (Daniel 2010). De plus les connaissances actuelles des effets concernant les nanoparticules manufacturées sur les végétaux s'avèrent relativement limitées. Parmi ces études récentes nous citons ceux de (Yang et al. 2005) ; qui ont étudié l'impact des nanoparticules d' Al_2O_3 sur plusieurs espèces végétales (maïs, concombre, soja, le chou et la carotte...), d'autre part (Lin et al 2007), ont étudié l'impact des nanoparticules de ZnO sur la germination des graines de radis ainsi (Racuciu et al 2009) ont réalisés des études sur divers végétaux (maïs, pavot, chélidoine, courgette), et (Khodakovskaya et al 2009) ont déterminés l'impact des nanotubes de carbone sur les graines de tomate (*Lycopersicon esculentum*), colza, ray-grass, de la laitue et concombre. Dans le cadre de l'évaluation des sols pollués, les effets génotoxiques et systèmes de détoxification chez la fève (*Vicia faba*) ont été déterminé par (Foltete 2010).

Pour les travaux qui ont étudiés l'effet de nanoparticules de ZnO, une étude sur l'ail (*Allium sativum*) a été réalisée par (Shaymurat et al 2011), de même Hernandez-Viezcas et al, 2011). Qui ont déterminés les effets de (ZnO) sur velours mesquite (*Prosopis juliflora-velutina*), (Boonyanitipong et al. 2011) qui se sont intéressés aux effets de nanoparticules ZnO et de dioxyde de titane (TiO_2) sur le riz (*Oryza sativa L.*), de plus (Larue 2011), qui a étudiée l'impact des nanoparticules de TiO_2 et nanotubes de carbone sur blé tendre et colza. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre contribution et il s'agit de mettre en évidence l'impact des nanoparticules de synthèse ZnO sur le blé dur ainsi notre choix s'est portée sur trois (03) variétés de blé dur (*Triticum turgidum ssp. durum*).

2. MATERIEL ET METHODES

2.1 Matériel physique

Les nanoparticules de ZnO ont été synthétisées par la méthode de Co-précipitation, qui est largement utilisée pour la fabrication de ce type de matériau. Cette méthode est simple, moins coûteuse et ne demande pas de dispositifs compliqués (Bouloudenine 2006). Les nanoparticules de ZnO pur ont été manufacturées au laboratoire d'étude et de Recherche des états condensés (LEREC), Equipe « Synthèse et caractérisation des Nanostructures à Base de ZnO pour des Applications Technologiques » (SCNAT), Département de Physique, Université Badji Mokhtar de Annaba-Algérie. La caractérisation de la poudre nanométrique a été réalisée au sein de l'Université Mohamed Kheider-Biskra-, Algérie.

2.2 Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé pour la réalisation de la partie expérimentale est le blé dur (*Triticum turgidum ssp. durum*). Trois variétés différentes ont été choisies : Boussallem V1 Gtadur V2 et Ouarsenis V3 : cultivées sous les mêmes conditions de culture à la ferme pilote Yousfi Tayeb (Souk Ahras-Algérie) durant l'année 2012.

2.3 Protocole Expérimental

2.3.1 Mise en Suspension des Nanoparticules de ZnO

En vue de leur utilisation pour les tests biologiques, les nanoparticules de ZnO sont mises en suspension dans de l'eau ultra pure (PH 5,5). Les suspensions mères sont toujours préparées dans les mêmes conditions. Pour la réalisation de l'essai nous avons choisi quatre concentrations croissantes de ZnO «C1= 0,01mg/ml, C2= 0,05 mg/ml, C3= 0,1 mg/ml, C4= 0,5 mg/ml ». La dispersion des nanoparticules dans l'eau est réalisée par un agitateur magnétique, l'utilisation de ce dernier sert à briser les liaisons faibles entre les particules. Les graines sont stérilisées à l'aide de l'hypochlorite de sodium à 2,5 % pendant 05 min puis rincées six fois avec de l'eau distillée. Les variétés sont cultivées sous les conditions du laboratoire avec une photopériode jour/nuit de 11h/13h (Mars et Avril 2013), et des températures comprises entre 16-22°C.

2.4 Paramètres Physiologiques

2.4.1 Teneur en Pigments assimilateurs.

L'extraction des pigments des feuilles (chlo a, chlo b et caroténoïdes) de plantules exposées aux nanoparticules de ZnO est réalisée par la méthode de (Holden 1975), Les teneurs en pigments sont déduites aux absorbances des longueurs d'onde 470, 645, et 663 nm d'après les formules de Moran (Moran 1982).

2.4.2 Paramètres Biochimiques

2.4.2.1 Evaluation du stress oxydant.

Le stress oxydant étant un phénomène soumis à une forte régulation dans l'organisme ; Les mesures du stress ont été réalisées après exposition de plantules de blé aux concentrations des nanoparticules de ZnO (C1= 0,01, C2= 0,05, C3= 0,1, C4= 0,5 mg/ ml) pendant 7 jours pour éviter que le stress initial n'ait déjà été réprimé.

2.4.2.2 Détermination de l'Activité des Enzymes Antioxydants.

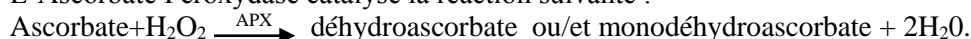
L'extrait des racines fraîches de blé exposé aux nanoparticules a été utilisé, la méthode adoptée est celle de (Loggini 1999).

2.4.2.3 Dosage des protéines.

Le dosage des protéines a été effectué selon la méthode Bradford (Bradford 1976) la lecture s'effectue après réalisation de la gamme d'étalonnage.

2.4.2.4 Détermination de l'Activité de l'Ascorbate Peroxydase (APX).

L'Ascorbate Peroxydase catalyse la réaction suivante :



Le dosage par spectrophotométrie de l'activité Ascorbate Peroxydase (APX) est réalisé suivant le protocole adopté par Nakano et Azada (1987).

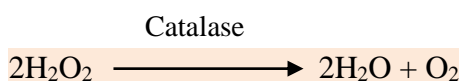
L'étalonnage de l'appareil se fait en l'absence de l'extrait enzymatique.

L'absorbance a été mesurée par spectrophotomètre (JENWAY 6300), à 290 nm pendant 1min, pour un coefficient d'extinction molaire linéaire $\epsilon = 2800 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$. L'activité de l'APX a été exprimée en n mol / min / mg de protéine.

2.4.2.5 Détermination de l'Activité de la Catalase.

La catalase est une enzyme cytosolique inductible dont la fonction est de protéger les systèmes biologique contre les espèces réactives de l'oxygène. Il s'agit d'une hémoprotéine tétramérique qui avec un atome de fer par sous unité, a une masse d'environ 240KDa (Vaughan 1997).

Elle est présente dans toutes les cellules aérobies, elle catalyse la décomposition du peroxyde d'hydrogène en eau et oxygène gazeux par dis mutation selon la réaction suivante :



L'absorbance a été mesurée par spectrophotomètre à 240 nm pendant 1min, pour un coefficient d'extinction molaire linéaire ($\epsilon = 39400 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) due à la consommation de H_2O_2 suivant la méthode (Cakmak et al 1991). La décroissance de l'absorbance est enregistrée pendant 02 minutes.

La réaction est déclenchée par l'ajout d'eau oxygénée, l'activité catalase est exprimée en nmol/min/mg de protéines.

2.4.2.6 Analyse des Lipoperoxydes Membranaires : Dosage de Malon dialdéhyde (MDA).

La peroxydation des lipides est estimée par l'évaluation de la teneur en Malon dialdéhyde (MDA) déterminée selon la méthode décrite par (Alia et al 1995)

L'homogénéisation du tissu végétal dans l'acide trichloracétique (TCA) 5% à raison de 3ml pour 300 mg de tissu est suivie d'une centrifugation pendant 15 mn à 12 000 g. Au surnageant est ajouté un volume égal d'acide Thio barbiturique (TBA) 0,5% dans le TCA 20%. Le mélange est chauffé dans un bain marie à 95°C pendant 30 min. Pendant cette incubation, un complexe se forme entre le TBA et

les composés aldéhydiques, essentiellement le Malon dialdéhyde (MDA) : TBA-MDA. La réaction est arrêtée par un refroidissement immédiat dans un bain de glace.

Après centrifugation à 10 000 g pendant 10 min, le surnageant est récupéré pour un dosage colorimétrique des Lipoperoxydes.

Le dosage est effectué à l'aide d'un spectrophotomètre (JENWAY 6705). L'absorbance du complexe TBA-MDA est mesuré à 532 nm contre un blanc constitué de tampon d'extraction. La densité optique est corrigée par une lecture à 600 nm. La concentration de MDA est calculée en utilisant son coefficient d'extinction molaire ($\epsilon = 155 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$) : $X = \frac{\Delta Do}{155} + \frac{Vt}{Vs} / \text{mg de protéins}$

X : micromole de substrat hydrolysé par mg de protéines ($\mu\text{M}/\text{mg}$ de protéines)

ΔDo : Différence de la densité optique obtenue après hydrolyse du substrat.

155 : coefficient d'extinction molaire du TBA ($\text{mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$).

V_s : Volume de surnageant utilisé pour le dosage : 31.5 (ml).

V_t : Volume totale dans la cuve : 3 ml

mg de protéine : Matière végétale fraîche (g).

2.5 Analyse Statistique des Résultats.

L'analyse statistique des données réalisées dans la partie expérimentale, a été effectuée à l'aide du logiciel Statistica (version 8; Stat Soft Inc, 2008) avec implication de risque $\alpha = 0,05$.

Pour cela le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer l'effet des différentes concentrations chez les variétés. Cette comparaison a été complétée par le test Z de Post Hook.

3. Résultats et discussion

3.1 Paramètres physiologiques et biochimiques

Concernant les paramètres physiologiques la comparaison des médianes a révélé des différences significatives entre les témoins et les traitées chez les trois variétés pour les teneurs en pigment assimilateurs. Par contre pour les paramètres biochimiques analysés à part l'accumulation du MDA chez l'ensemble des variétés, des différences non significatives entre témoin et traitées vis-à-vis de l'activité de la CAT et l'APx ont été remarquées au sein de certains lots de semences il s'agit surtout des semences V1 et V2 (tableau 1,2 et 3).

Tableau 1: Comparaison des paramètres physiologiques et biochimiques analysés avec les cinq concentrations chez V1.

Paramètres	H obs.	ddl	P
Chlorophylle a	13,03	4	0,011 S
Chlorophylle b	12,83	4	0,012 S
Caroténoïdes	13,50	4	0,009 S
CAT	7,76	4	0,101 NS
APX	9,63	4	0,047 S
MDA	11,73	4	0,019 S

NB : s ($p \leq 0,05$) ; ns ($p \geq 0,05$).

Tableau 2: Comparaison des paramètres physiologiques et biochimiques analysés avec les cinq concentrations chez V2

Paramètres	H obs.	ddl	p
Chlorophylle a	12,53	4	0,014 S
Chlorophylle b	12,83	4	0,012 S
Caroténoïde	13,23	4	0,010 S
CAT	13,50	4	0,009 S
APX	8,23	4	0,08 NS
MDA	11,07	4	0,02 S

NB : s ($p \leq 0,05$) ; ns ($p \geq 0,05$).

Tableau 3: Comparaison des paramètres physiologiques et biochimiques Analysé avec les cinq concentrations chez V3.

Paramètres	H obs.	ddl	p
Chlorophylle a	12,83	4	0,012 S
Chlorophylle b	12,83	4	0,012 S
Caroténoïde	12,90	4	0,012 S
CAT	12,17	4	0,016 S
APX	12,17	4	0,016 S
MDA	10,63	4	0,031 S

NB : s ($p \leq 0,05$) ; ns ($p \geq 0,05$).

3.2 Impact des NPs du ZnO sur les paramètres physiologiques du blé dur.

3.2.1 Effet des nanoparticules du ZnO sur les Teneurs en Pigments assimilateurs.

3.2.1.1 Taux de chlorophylle a

La figure 1 ; illustre l'effet des nanoparticules du ZnO sur le taux de la chlorophylle a. Les résultats statistiques révèlent des différences significatives entre les témoins et les quatre concentrations du ZnO au niveau de trois variétés V1, V2 et V3. Une augmentation appréciable du taux de chlo a enregistré aux concentrations intermédiaires (0,05mg/ml et 0,1mg/ml) des Nps. Et diminution de ce même taux à la forte concentration (0,5 mg/ml.) marquées chez V2 et V3. En revanche chez V1 l'augmentation du taux de chlo a même aux fortes concentrations des nanoparticules atteignant jusqu'à $0.12 \mu\text{g}.\text{ml}^{-1}.\text{mg}^{-1}$.

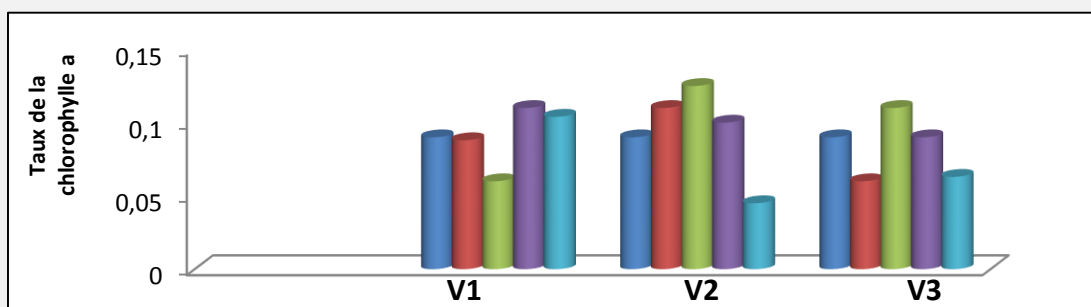


Figure 1 : Effet des NPs du ZnO sur Le taux de la chlorophylle a mesuré chez les trois variétés exposées aux différentes concentrations-

3.2.1.2 Taux de chlorophylle b

La figure 2: Présente l'effet des nanoparticules du ZnO sur le taux de la chlo b. Les résultats statistiques révèlent des différences significatives entre les témoins et les quatre concentrations du ZnO au niveau de trois variétés V1, V2, V3. Concernant V1 à l'exception de la plus faible concentration n'induisant aucun effet, une chute du taux de chlo b a été enregistrée aux autres concentrations chez les variétés. Surtout au niveau de la V2 ou la concentration chute de $0,06 \mu\text{g}.\text{ml}^{-1}.\text{mg}^{-1}$ vers $0,002 \mu\text{g}.\text{ml}^{-1}.\text{mg}^{-1}$.

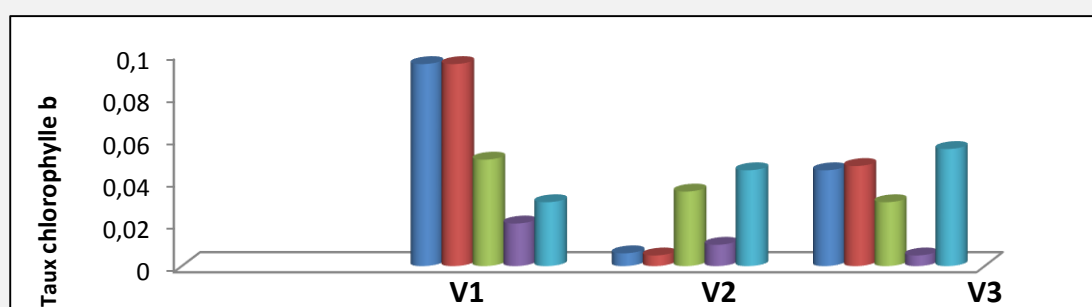


Figure 2 : Effet des NPs du ZnO sur le taux de chlorophylle b chez trois variétés exposées aux différentes concentrations

3.2.1.3 Taux de caroténoïdes.

La figure 3, illustre l'effet des nanoparticules du ZnO sur le taux des caroténoïdes. Les résultats statistiques révèlent des différences significatives entre les témoins et les quatre concentrations du ZnO au niveau de trois variétés V1, V2, V3. En général diminution du taux de caroténoïde après une exposition aux Nps de ZnO surtout à la faible concentration atteignant un taux de $0,002 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}$ par rapport au témoin $0,019 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}$ au niveau de la faible concentration ($0,01\text{mg/ml}$ du ZnO) chez V1 et V2, et élévation de ce même taux à la concentration intermédiaire $0,1\text{mg/ml}$ chez V2 et V3.

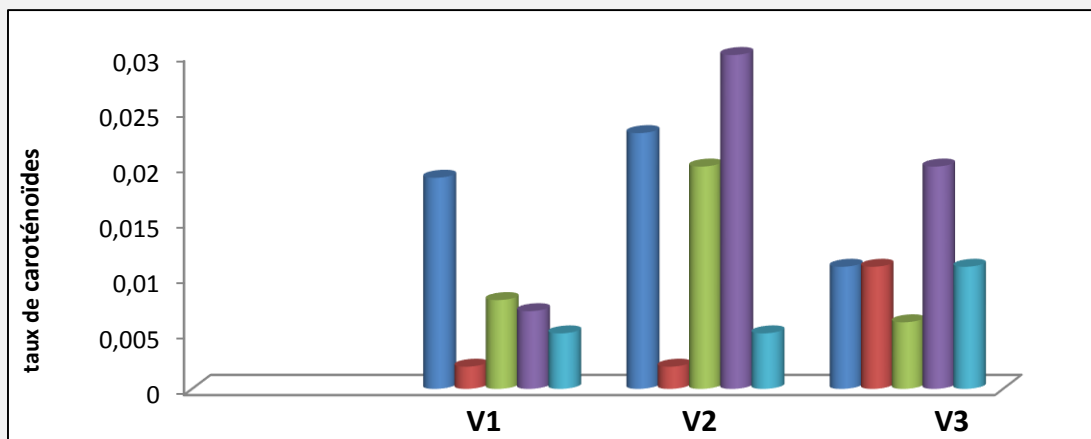


Figure 3: Effet des NPs du ZnO sur le taux de caroténoïdes chez trois variétés exposées aux différentes concentrations.

3.3 Impact des NPs du ZnO sur les paramètres biochimiques du blé dur.

3.3.1 Effet des nanoparticules du ZnO sur les activités enzymatiques.

3.3.1.1 Taux de catalase (CAT).

La figure 4 ; Présente l'effet des différentes concentrations des nanoparticules du ZnO sur l'activité de CAT mesuré chez trois variétés du blé dur. Nous constatons que chez la variété V1 existe des différences non significatives entre le témoin et les traitées, tandis que chez les variétés V2, V3, nous remarquons des différences significatives. Concernant les résultats significatifs nous avons remarqué une forte augmentation de l'activité de catalase chez V2 et V3, qui passe de $0,00052 \text{ nmol/min/mg}$ au niveau du témoin à $0,0024 \text{ nmol/min/mg}$ avec la concentration de $0,1\text{mg/ml}$ des NPs chez la V2 ; De même l'activité de catalase de la V3 tend à augmenter à partir de la faible concentration de $0,01 \text{ mg/ml}$.

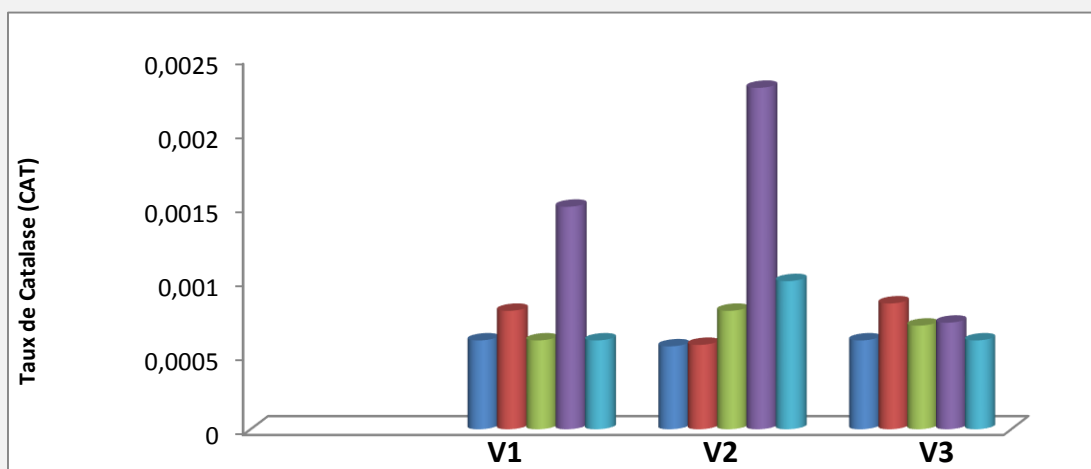


Figure 4: Effet des NPs du ZnO sur Le taux de la CAT mesuré chez les trois variétés exposées aux différentes concentrations

3.3.1.2 Taux Ascorbate Peroxydase (APX).

La figure 5 : Illustre l'effet des nanoparticules du ZnO sur l'activité de l'Ascorbate Peroxydase. Les résultats statistiques révèlent des différences significatives entre les témoins et les quatre concentrations du ZnO au niveau de deux variétés V1 et V3 par contre chez V2 nous avons enregistré des différences non significatives entre le témoin et les traités. Chez V3 l'activité de l'APX subi une augmentation surtout à la faible concentration (0.01mg/ml), où l'activité de l'enzyme passe de 0,0006 nmol/min/mg pour les témoins à 0,0083 nmol/min/mg. En revanche chez V1 nous remarquons une augmentation de l'activité de l'APX uniquement au niveau de la concentration 0.1mg/ml.

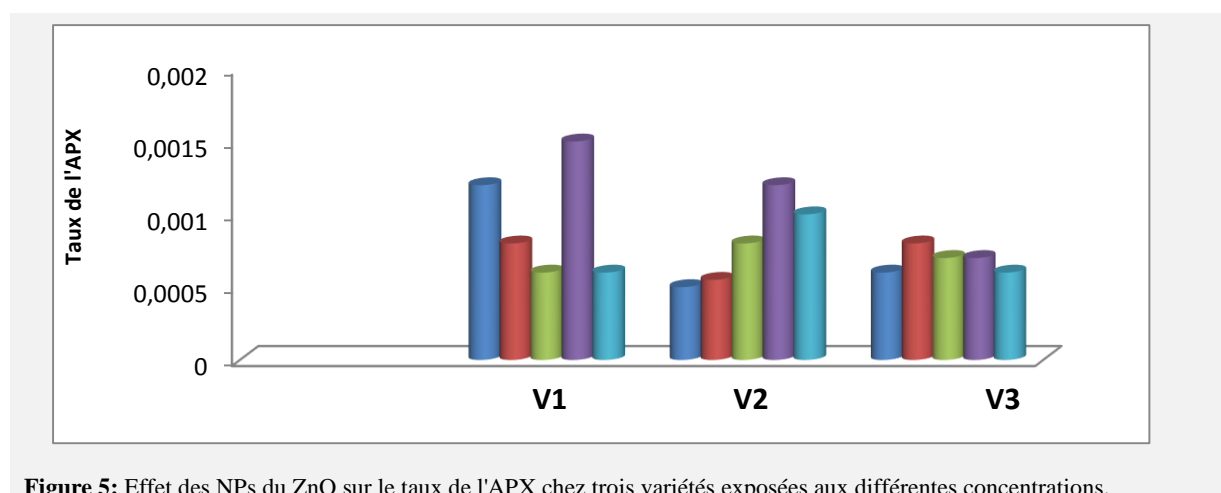


Figure 5: Effet des NPs du ZnO sur le taux de l'APX chez trois variétés exposées aux différentes concentrations.

3.3.1.3 Taux de Malon dialdéhyde (MDA)

La figure 6 ; Présente l'effet des nanoparticules du ZnO sur la variation du taux de la Malon dialdéhyde (MDA) le principal produit de la peroxydation des lipides mesuré chez trois variétés du blé dur exposées à des concentrations différentes des NPs. Les résultats statistiques révèlent des différences significatives entre le témoin et les traitées au niveau de chaque variété. Nous constatons que le taux de MDA est augmenté, chez V1 aux différentes concentrations d'ailleurs nous avons enregistré une élévation passant de 0,85 nm/min/mg pour le témoin à 2,56 nm/min/mg pour une concentration de 0,05mg/ml des NPs. De la même façon pour V2 le taux de MDA tend à augmenter pour la plus faible concentration enregistré par rapport au témoin. Chez V3 nous avons enregistré un taux de 0,89 nm/min/mg en absence des nanoparticules et une élévation atteignant 2,51 nm/min/mg lors de l'exposition à une concentration de 0,05mg/ml. En effet l'exposition du blé dur aux nanoparticules du ZnO avec des concentrations minimales (0,01mg/ml, 0,05mg/ml et 0,1mg/ml) provoque l'augmentation de MDA qui indique l'augmentation du mécanisme de la peroxydation lipidique.

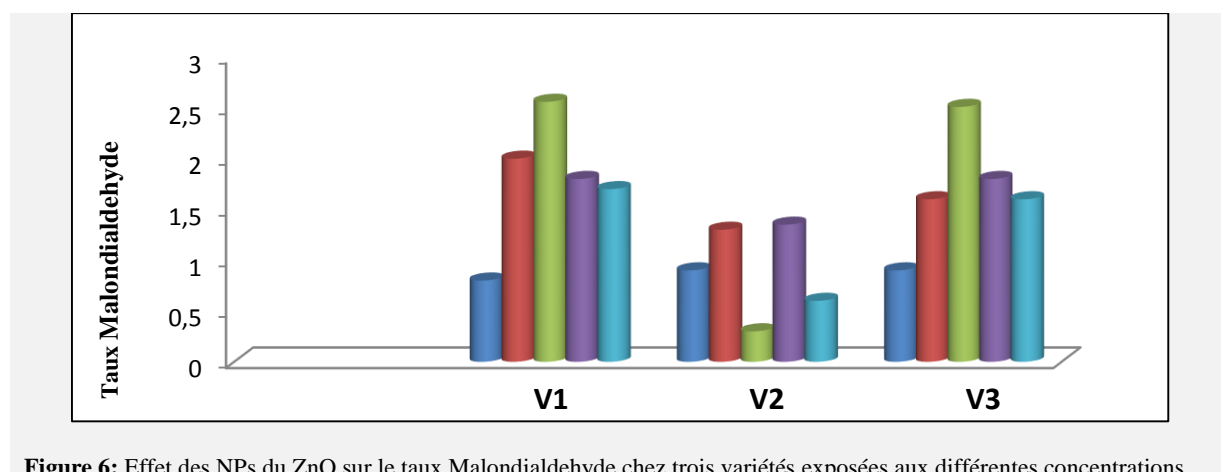


Figure 6: Effet des NPs du ZnO sur le taux Malondialdehyde chez trois variétés exposées aux différentes concentrations.

4. Discussion

Les nanoparticules peuvent se retrouver dans tous les compartiments environnementaux (eau, sol, air). Par conséquent, l'ensemble des espèces de la chaîne alimentaire, peut être exposé aux nanoparticules (Simon-Deckers 2008). L'impact des nanoparticules métallique est dû à leurs formes, d'autres études ont révélé que la toxicité des nano-objets était fonction de la taille ou de l'état d'agglomération (Simon-Deckers 2009). Ainsi, les conditions expérimentales différentes peuvent également induire des résultats de toxicité différents (Simon-Deckers et al. 2009). D'autres études suggèrent un effet de la dissolution des nanoparticules, notamment pour les (Zhan et al. 2003), la toxicité proviendrait de la libération des ions Zn^{2+} . Cette toxicité des nanoparticules métalliques à base de ZnO sera comparée à celle des ions Zn^{2+} apportés. Dans ce travail, nous avons étudié l'impact des nanoparticules de ZnO sur trois échantillons de variétés de blé dur (Boussallem GTA, Dur et Ouarsenis). Cette étude nous a permis de mettre en évidence les relations entre les concentrations des nanoparticules de ZnO et les effets qu'elles induisent.

4.1 Impact sur les paramètres physiologiques:

Concernant la chlo a; Les nanoparticules de ZnO, en général les fortes concentrations ont induit l'augmentation du taux de chlo a chez les trois variétés au contraire les faibles concentrations ont provoqué la diminution de ce même taux. Le taux de la chlo b montre une diminution de ce pigment chez les trois variétés suite à une exposition aux nanoparticules de ZnO. La variation du taux des Carot chez les trois variétés suite à une exposition aux différentes concentration.de la même manière que pour les chlorophylles l'exposition à la plus faible concentration 0,01mg/ml provoque une forte diminution du taux des Carot. Tandis que chez la V2 le taux des Carot tendent à augmenter au niveau de la concentration intermédiaire 0,1mg /ml. Les caroténoïdes sont parmi les antioxydants non enzymatiques et l'élévation du taux de ces pigments indique que l'organisme (plantule de blé) subit un déséquilibre au niveau de la balance Red-Oxe (surproduction des espèces réactives à l'oxygène). Pour se fait le taux des Caroténoïdes est augmenté pour éliminer les ERO.

4.2 Impact sur les paramètres biochimiques.

Les résultats concernant les effets des nanoparticules ZnO sur l'activité de la catalase, montre une légère augmentation du taux de cette enzyme antioxydant mesuré chez les semences de deux variétés V2 et V3 suite à une exposition aux concentrations de ZnO, à l'exception d'une seule concentration qui a induit une très forte activité de cette enzyme. Notre résultat sur la variation de l'activité peroxydase mesurée chez les semences de blé exposées aux nanoparticules de ZnO, est similaire à ceux de (Hernandez-Viezcas et al 2011), qui ont déterminés une augmentation du taux de l'enzyme de la peroxydase chez *Velvet mesquite* à une concentration de 400mg/ml de ZnO. Par contre dans notre étude l'augmentation du taux de la peroxydase est enregistrée à partir de faible concentrations de 0,01mg/ml chez V3. Et à 0,1mg/ml de ZnO chez les semences de V1. D'autre part aucun effet n'a été enregistré chez la variété V2. Concernant l'impact des nanoparticules de ZnO sur le taux de MDA, nous avons enregistré une augmentation considérable du taux de MDA surtout chez les semences de V1 aux différentes concentrations. Mais pour V2 et V3 nous avons constaté que l'augmentation a été provoquée par certaines concentrations. (Faibles et moyennes concentrations).

5. Conclusion.

Le développement des nanotechnologies et de leurs utilisations, aura très certainement pour conséquence une augmentation de la concentration en nanoparticules dans l'air, l'eau et le sol. Ils pourront donc atteindre les écosystèmes. A cet égard, nous nous sommes penchés sur l'étude de l'impact des nanoparticules du ZnO sur les végétaux qui sont un lien entre les trois compartiments air-sol-eau en raison de leur localisation à la base de la chaîne trophique. Il est donc essentiel de s'intéresser aux conséquences d'une contamination aux nanomatériaux sur ce chaînon. Dans le cadre de cette contribution nous avons réalisé une étude toxicologique des nanoparticules de type ZnO sur les semences de trois variétés de blé dur (*Triticum turgidum ssp. durum*), (Boussalem V1, Gtadur V2 et Ouarsenis V3), dont le but est l'évaluation de l'impact d'une série de concentrations des NPs de ZnO (0,01, 0,05, 0,1, 0,5 mg/ml) sur des paramètres physiologiques (pigments assimilateurs) et des paramètres biochimiques (CAT, APX, et MDA) à travers l'étude préliminaire de l'impact des nanoparticules de synthèse sur les paramètres physiologiques et les paramètres biochimiques du blé

dur, nous avons abouti aux résultats suivants : Les teneurs en Chlorophylles a, b et Caroténoïdes ont subi des variations d'une variété à l'autre et en fonction des concentrations par la diminution du contenu en chlorophylle b un effet bénéfique a été remarqué par l'augmentation du contenu de chlorophylle a surtout à la forte concentration et en caroténoïdes aux concentrations intermédiaires. L'activité catalase (CAT) varie différemment d'un échantillon à l'autre, et se manifeste par l'augmentation de son activité chez les plantules de semences V2 et V3 à partir de faibles concentrations des NPs testées. Chez les plantules de variété Boussallem aucune activité n'a été exercée par les NPs (pourrions-nous parler ici d'un effet variétale chez Boussallem?). Concernant l'activité APX des concentrations différentes en nanoparticules testées provoquent l'augmentation du taux de l'APX pour les plantules de deux lots de semences. Les variétés exposées aux différentes concentrations des nanoparticules de ZnO ont subi une élévation du taux de Malondialdéhyde. Les résultats préliminaires de cette étude suggèrent que les nanoparticules de ZnO ont des effets bénéfiques à de faibles concentrations, une augmentation du contenu en chlorophylle a et l'expression de l'activité de l'enzyme antioxydant catalase et du MDA, et des effets négatifs à de fortes concentrations qui se manifestent par la diminution de la teneur en chlorophylles a et b), et la variation du taux de caroténoïdes et de l'activité de l'APx (élévation /diminution, l'expression ou non). Ces derniers résultats signifient que les nanoparticules de synthèse du ZnO améliore les paramètres physiologiques aux faibles concentrations et manifestent certaines activités anti oxydantes (enzymatique et non enzymatique) au contraire les fortes concentrations altèrent beaucoup ces mêmes paramètres. Il existe donc une relation entre les concentrations de nanoparticules appliquées et les réponses de lots de semences testées vis-à-vis des paramètres mesurés. La variabilité entre les lots de semences indique une meilleure tolérance génotypique, Exemple : La variété Boussallem a manifesté des réponses différentes vis-à-vis des autres variétés.

6. Références

- Alia, K.V.S.K. Prasad and PardhaSaradhi, P. (1995).** Effect of zinc on free radicals and proline in Brassica and Cajanus. *Phytochemistry*42 (1) : 45-47.
- Boonyanitipong, P, Kositsup, B, Kumar, P, Baruah,S, and Dutta,J (2011).** Toxicity of ZnO and TiO₂ Nanoparticles on Germinating Rice Seed *Oryza sativa* L. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, Vol. 1, No. 4:282-285 .
- Bouloudenine M., (2006).** Thèse de Doctorat en Physique des Semi-conducteurs, Université. Badji Mokhtar Annaba.- Algérie- P.134.
- Bradford, M.M. (1976)** A dye binding assay for protein. *Anal. Biochem.*72 :248-254
- Cakmak, I. and Horst, W.J. (1991).** Effect of aluminum on lipid peroxidation, superoxidase dismutase, catalase and peroxidase activities in roottips of soybean (*Glycine max*).*Physiol. Plant*, 83: 463-468.
- Daniel J. Fiorino (2010):** Voluntary initiatives regulation and nanotechnology oversight: Charting a Path.P.56
- Foltete, A-S, (2010).** Effets génotoxiques et systèmes de détoxification chez *Vicia faba* (Fabaceae) dans le cadre de l'évaluation des sols pollués. Thèse de doctorat en Ecotoxicologie, Biodiversité, Ecosystèmes. Laboratoire des Interactions Écotoxicologie Biodiversité, Ecosystèmes. Université Paul Verlaine – Metz. 245p.
- Hernandez-Viezcas, J.A., Castillo-Michel, H., Servin, A.D., Peralta-Videa, J.R., Gardea Torresdey, J.L. (2011).** Spectroscopic verification of zinc absorption and distribution in the desert plant *Prosopis juliflora*-velutia (velvet mesquite) treated with ZnO nanoparticles. *Chemical Engineering Journal*. Elsevier B.V 170: 346–352.
- Khodakovskaya, M. , Dervishi, E., Mahmoud, M., Xu, Y., Li, Z.,(2009). “Carbon nanotubes are able to penetrate plant seed coat and dramatically affect seed germination and plant growth”, *ACS Nano*. 3: 3221-3227.
- Larue, C. (2011).** Impact de Nanoparticules de TiO₂ et de Nanotubes de Carbone sur les Végétaux. Thèse de doctorat. Spécialité : Eco toxicologie/Environnement .L'institut des Sciences et Industries.296p.
- Lin, D, Xing, B, (2007).** “Phytotoxicity of nanoparticles: Inhibition of seed germination and root growth”, *Environ Pollut*. 150, 243 – 250.
- Loggini, F. (1999).** Effets de deux fongicides Artea et Punch nouvellement introduits en Algérie sur la physiologie et le métabolisme respiratoire du blé dur (*Triticum durum Desf*).Thèse de Magister de l'Université Badji Mokhtar de Annaba.
- Moran, R. (1982).** Formulas for determination of Chlorophyllous Pigments Extracted with N, NDimethylformamide.*Plant Physiology* 69(6): 1376-1381.
- Nakano Y. Azada K., (1987)** -Purification of ascorbate peroxidase in spinach chloroplasts: its inactivation in ascorbate depleted medium and reactivation by monodehydroascorbate

radical. *Plant Cell Physiol* .28: 131-140

Racuciu, M., Creanga, D. & Olteanu, Z. (2009). Water Based Magnetic Fluid Impact on Young Plants Growing. *Romanian Reports in Physics* 61(2): 259-268.

Shaymurat, T, Jianxiu Gu, Changshan Xu, Zhikun Yang, Qing Zhao, Yuxue L., (2011). Phytotoxic and genotoxic effects of ZnO nanoparticles on garlic.(*Allium sativum* L.): A morphological study. Centre for Advanced Optoelectronic Functional Materials Research, Northeast Normal University, Changchun, P. R. China, Early Online, *Nanotoxicology*: 1-8.

Simon-Deckers A. (2008). Thèse de Doctorat ;l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech) : Effet biologiques de nanoparticules manufacturées : Influence de leurs caractéristiques. P282.

Simon-Deckers A. (2009), Loo, S., Mayne-L'HermSaite, M., Herlin-Boime, N., Menguy, N., Reynaud, C., Gouget, B. & Carriere, M. . Size-, Composition- and Shape-Dependent Toxicological Impact of Metal Oxide Nanoparticles and Carbon Nanotubes toward Bacteria. *Environmental Science & Technology* 43(21): 8423-8429.

Vaughan, M., (1997). Oxidative modification of macromolecules mini reviews series. *J. Biol Chem*, pp. 272-1853.

Yang, L., Watts, D. J. (2005). "Particle surface characteristics may play an important role in phytotoxicity of alumina nanoparticles", *Toxicology Letters*. 158, 122-132.