

Évaluation de la cytogénotoxicité des sites de pollution du PONT et d'ACCRON de la lagune de Porto- Novo

CAKPO R. Arthur¹, SAGBO Etienne¹, MAMA Daouda², SOUMANOU M. Mohamed³

¹Laboratoire de Chimie Inorganique et de l'Environnement (LaCIE) Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Université d'Abomey - Calavi BP : 4521 Cotonou Benin

²Laboratoire d'Hydrologie Appliquée (LHA), Université d'Abomey- Calavi

³Laboratoire d'Étude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA), École polytechnique d'Abomey- Calavi (EPAC), Université d'Abomey- Calavi

Auteur correspondant. E-mail : arthurac22@gmail.com Tel: +22997326155 / +22999487030

Original submitted in on 30th January 2015. Published online at www.m.elewa.org on 31st March 2015 <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v87i1.8>

RÉSUMÉ

Objectif : Les effets cytogénotoxiques des sites du PONT et d'ACCRON de la lagune de Porto-Novo à des concentrations de 0%, 25%, 50%, 75%, 100% ont été évalués par le test de toxicité basé sur les cellules des racines des oignons.

Méthodologie et résultats : Dans cette étude, la longueur des racines et le test sur les aberrations chromosomiques ont été utilisés pour déterminer la concentration efficace (96h, CE₅₀), l'inhibition de la croissance des racines, l'indice mitotique et le taux d'aberration chromosomique. D'après les résultats obtenus, les eaux du site du PONT sont 2,24 fois plus toxiques que celles des eaux du site d'ACCRON et on a une différence significative entre la moyenne des longueurs des racines des oignons exposés dans les différentes concentrations des deux sites. Cela indique que l'inhibition de la croissance des racines dépend des concentrations. L'indice mitotique (IM) croît avec l'augmentation des concentrations des eaux sur le site d'ACCRON par contre sur le site du PONT, il diminue de 0% à 25% et croît de 50% à 100%. Les eaux des deux sites ont provoqué des aberrations chromosomiques des cellules des racines des oignons avec des malformations chromosomiques telles que les chromosomes en fragments de pont, vagabonds et collants. Les aberrations communes observées lorsque les concentrations sont faibles, sont les chromosomes en fragments de pont, visqueux, vagabonds et les anaphases polaires. Le test de génotoxicité effectué sur les chromosomes des racines des oignons a permis de mesurer les effets génotoxiques des eaux des deux sites étudiés.

Conclusion et application des résultats : Les tests de cytogénotoxicité basés sur les racines d'oignons effectués sur les eaux des deux sites ont montré d'une part que les deux sites sont génotoxiques et que le site du PONT est plus toxique que celui d'ACCRON d'autre part.

Mots Clés : Cytogénotoxicité, oignons, pollution, aberrations chromosomiques, inhibition de la croissance des racines.

ABSTRACT

Objective: The effects cytogenotoxicity at the sites of PONT and ACCRON of Porto-Novo lagoon were evaluated using root tip cells of *Allium cepa*.

Methodology and results: In this study, root length and chromosomal aberration assays were used to determine the 96 h effective concentration (96h, EC₅₀) roots growth inhibition, mitotic index and chromosome aberration rate. According to the results obtained, water of the site of the PONT was 2.24 times more toxic than the water of ACCRON site and one has different significant between the average lengths of the roots of onions exposed in the various concentrations of the two sites. This indicated that the root growth inhibition was concentration dependent. The mitotic index (MI) increased with increasing concentrations of ACCRON site on the other hand on the PONT site; it decreased by 0% to 25% and grew from 50% to 100%. Water of the two sites induced chromosomal aberrations in root tip cells of *Allium cepa* with chromosomal malformations such as the fragments, bridge, vagrants, and sticky chromosomes. The common aberrations observed when the concentrations were weak, were the chromosomes in fragments of bridge, viscous, wandering and the anaphases polar. The test of genotoxicity carried out on the chromosomes of the roots of onions made it possible to measure the genotoxic effects of water of the two studied sites.

Conclusion and application of results: The tests of cytogenotoxicity based on the roots of onions carried out on water of the two sites showed on the one hand that the two sites are genotoxic and that the site of the PONT is more toxic than that of ACCRON on the other hand.

Key words: Cytogenotoxicity, onions, pollution, chromosomal aberrations, root growth inhibition.

INTRODUCTION

Les rejets des déchets domestiques, agricoles et industriels dans l'environnement ont des conséquences graves sur ce dernier. Ces rejets contiennent des micropolluants ayant des caractères mutagènes et cancérigènes qui affectent le patrimoine héréditaire des cellules ce qui peut provoquer des risques de pollution cytogénotoxiques pour l'environnement. D'après Grover et Kaur (1999), la démographie galopante, la pauvreté et la pollution sont trois problèmes majeurs qui minent le développement des pays africains. Le Bénin n'échappe pas à cette assertion. Ces problèmes s'accroissent dangereusement du fait de l'essor industriel que connaissent les pays africains. La recherche de l'amélioration des conditions de vie de la population a obligé les gouvernements à accepter l'installation des industries dans nos villes. La caractéristique particulière de ces industries et leur principal défaut est la production des déchets qui sont directement ou indirectement déversés dans les cours d'eau. Ces promoteurs industriels qui s'installent allégrement un peu partout en Afrique, sans être inquiété ne respectent aucune réglementation en vigueur dans les pays où ils débarquent. Ils ne mettent en application aucune des

dispositions de lutte anti pollution prévues par les lois qui régissent les pays d'accueils prétextant que l'industrialisation est la clé du développement (Samuel et al., 2010). Les effluents industriels sont les principales sources qui introduisent les polluants et les toxiques dans l'écosystème aquatique avec les conséquences à longue durée sur le fonctionnement ce dernier (Odeigah et Osanyipeju, 1995 ; Chan et al., 2003 ; Lah et al., 2004 ; Smolders et al., 2004). La pollution diminue la qualité de vie sur divers aspects puis affecte la santé et la durée de vie (Grover et Kaur, 1999). En plus des effets directs sur la santé, le subtil danger des polluants toxiques et mutagènes est qu'ils provoquent des affections telles que le cancer, athérosclérose, les maladies cardiovasculaires et le vieillissement prématuré (Grover et Kaur, 1999). Plusieurs études menées sur les eaux usées provenant des décharges industrielles ou urbaines ont démontré l'existence des activités génotoxiques (Grover et Kaur, 1999 ; Lah et al., 2004 ; Abdel-Migid et al., 2007 ; Junior et al., 2007). L'intérêt sans cesse croissant qu'on porte à la génotoxicité causée par les polluants environnementaux est dû au fait qu'il entraîne le développement de différents tests biologiques

utilisés pour la détection et l'identification des génotoxiquants dans l'air, l'eau et dans le sol (Grisolia et Cordeiro, 2000). Les tests de génotoxicité sont généralement utilisés pour évaluer le potentiel génotoxique dans l'environnement et au niveau des échantillons d'effluents industriels (Cotelle et al., 1999 ; Grover et Kaur, 1999 ; Abdel-Migid et al., 2007). En Afrique d'une manière générale et dans toute la sous - région Ouest africaine, le phénomène de pollution agricole, industrielle et environnementale est un fléau qui s'aggrave de jour en jour en prenant une ampleur désastreuse. A Lagos au Nigeria, il y a plusieurs industries qui déversent leurs décharges polluées dans les effluents situés autour de la ville. Cette pollution industrielle est surtout provoquée par les industries textiles et de peintures qui se sont installées à Lagos. Plusieurs rapports sur la génotoxicité des effluents industriels confirment l'existence des activités génotoxiques provenant des déchets solides industriels et domestiques puis des décharges (Odeigah et al., 1997b ; Bakare et al., 1999, 2000). Dans les grandes villes du Benin, telles que Cotonou, Porto-Novo et Parakou ; plusieurs industries déversent leurs décharges dans les lagunes et différents cours d'eau, lacs et lagunes de ces villes provoquant une pollution environnementale de grande envergure. Les eaux usées domestiques et celles de ruissèlement provenant de toute la ville, surtout en saison pluvieuse sont également drainées vers les cours d'eaux par des canalisations ; ce qui aggrave le phénomène de pollution (Cakpo, 2012). Depuis toujours, les tests de toxicité réalisés, l'ont été sur des animaux. Ils étaient très coûteux et nécessitaient une longue période pour leur

réalisation. Ainsi diverses autres alternatives de recherche de détermination de toxicité ont été mis en œuvre parmi lesquelles le test de toxicité basé les racines des plantes qui sont souvent utilisées dans les tests biologiques (Samuel et al., 2010). En effet le bout des racines est généralement la première partie, la plus exposée aux contaminations chimiques dans l'eau, le sol et dans la nature. Les expériences réalisées montrent que les bouts des racines constituent un moyen de surveillance rapide et sensible de l'environnement (Majer et al., 2005). La pollution environnementale et la cytotoxicité peuvent être évaluées par le test *in vivo* sur les cellules des bouts des racines d'oignons (El-Shahaby et al., 2003). Les résultats similaires à ce test sont obtenus avec le test *in vitro* de cytotoxicité effectué sur les animaux (Chauhan et al., 1999 ; Vicentini et al., 2001 ; Teixeira et al., 2003). Les études menées par ces différents chercheurs ont révélé que le test des oignons est utilisé pour la détection de la génotoxicité des substances dans l'eau (Rank et Nielson, 1998 ; Cotelle et al., 1999 ; Moraes et Jordao, 2001). Le test des oignons a été utilisé pour évaluer la toxicité et la génotoxicité de plusieurs effluents industriels (Rank et Nielson, 1998 ; Grover et Kaur, 1999 ; Abdel-Migid et al., 2007 ; Junior et al., 2007). Dans cette étude, le test des oignons a été utilisé pour évaluer la cytogénotoxicité sur les sites du PONT et d'ACCRON de la lagune de Porto-Novo où sont respectivement menées des activités d'extraction de sable lagunaire par des machines, et sont déversés les eaux usées puis divers déchets chimiques issus de la préparation des savons et des produits cosmétiques.

MATERIEL ET METHODES

Test de toxicité : Les oignons utilisés pour cette expérience ont été achetés au marché OUANDO de la ville de Porto-Novo. Le diamètre des oignons est compris entre 3 et 3,5 cm. Les eaux des deux sites sont prélevées dans des bidons en plastique et transportées au laboratoire puis conservées dans un appareil frigorifique à 4°C. (Odeigah et al., 1997a). Au début du test la température des eaux prélevées est ramenée à celle du laboratoire ($26 \pm 2^\circ\text{C}$) puis diluées avec de l'eau

distillée pour obtenir les différentes concentrations d'eau à tester.

Procédé du test : Les oignons ont été disposés dans les béchers en pyrex contenant préalablement les différentes dilutions d'eau prélevées. L'eau distillée a été utilisée comme control (0%) et pour obtenir les dilutions utilisées pour le test de cytotoxicité.

Test d'inhibition de la croissance des racines : Le test de cytotoxicité a été effectué au Laboratoire de Chimie Inorganique et de l'Environnement (LaCIE), Faculté des

Sciences et Techniques (FAST), Université d'Abomey - Calavi et repose sur l'inhibition de la croissance des longueurs des racines des oignons exposés pendant 96 heures dans les différentes dilutions des eaux prélevées sur les deux sites (Rank., 2003). Les concentrations des dilutions des eaux des deux sites de prélèvement sont : 0 %, 25 %, 50 %, 75%, 100 %. Chaque concentration a été répliquée 5 fois. Les différentes dilutions utilisées pour le test de cytotoxicité sont remplacées toutes les 24 heures avec de nouvelles solutions diluées. A la fin des 4 jours d'exposition, les longueurs des racines des oignons ont été mesurées par concentration et leurs moyennes ont été calculées. L'inhibition de la croissance des racines a été estimée par CE_{50} (Concentration Efficace pour laquelle les effets chimiques sont observés pour 50% des individus testés).

Test de génotoxicité : Le test de génotoxicité a été effectué avec les eaux de prélèvement des deux sites. Cinq oignons ont été mis en culture pendant 48h (Rank, 2003) dans chaque concentration de 0% ; 25% ; 50% ; 75% et 100% obtenue par dilution des échantillons d'eau des sites avec de l'eau distillée. Comme le test d'inhibition de la croissance des racines, les solutions de culture sont changées après 24h et 48h. Un bout de racine (10mm) de chaque oignon est coupé pour l'étude cytologique (Samuel et al., 2010). Les bouts des racines sont fixés par un mélange d'éthanol absolu et d'acide acétique glacial dans les proportions (3 : 1) pendant 12h. Après fixation, les racines sont ensuite transférées dans un tube à essai contenant le mélange d'éthanol et d'acide chlorhydrique pour leur ramollissement. Les racines ramollies sont rincées à l'eau puis transférées dans un petit volume de colorant, dans un tube à essai qui est chauffé à la flamme d'une lampe à alcool. Le colorant utilisé a été préparé à partir d'un gramme (1g) de carmin acétique (1 à 2%) mélangé à 55ml d'eau distillée et de 45ml d'acide acétique glacial ; l'ensemble est chauffé pendant 5mm avec la flamme d'une bouteille à gaz et le bec – bunsen. Le colorant est refroidi puis filtré sur papier

RESULTATS

Inhibition de la croissance des racines : Les résultats des paramètres macroscopiques (longueur des racines) obtenus pour le test de toxicité générale (inhibition de la croissance des racines) des oignons mis en culture dans les différentes concentrations d'eau des sites d'ACCRON et du PONT sont présentés sur les figures 1, 2 et dans le tableau 1. Les estimations des CE_{50} (Concentration Efficace pour laquelle les effets chimiques sont observés pour 50% des individus testés) des oignons mis en culture des les échantillons d'eau des deux sites sont

whatman ; au filtrat on ajoute une goutte de chlorure ferrique. On prélève 1 à 2mm des pointes des racines colorées (bouts terminaux) qu'on dépose dans une goutte de colorant frais sur la lame puis écrasées par une lamelle. Pour cela il faut appuyer doucement sur la lamelle pour aplatir le segment terminal de la racine de façon à former une couche monocellulaire en déplaçant légèrement la lamelle tout en appuyant pour provoquer la dissociation des cellules. L'excès du colorant sur les lames est éliminé à l'aide d'un papier whatman puis monter au microscope pour l'observation. Il est important de porter des gants au cours de la manipulation.

Examen microscopique : Les lamelles sont codées et les échantillons des bouts terminaux des racines sont examinés au microscope. L'indice mitotique (IM) a été déterminé à partir de l'examen de 500 cellules par concentration à raison de 100 cellules par oignon. Les caractéristiques des mitoses et les aberrations chromosomiques sont notées et comptées au niveau de chaque échantillon.

Analyse statistique : Les concentrations efficaces CE_{50} et les équations de régression sont déterminées à partir du tracé de la courbe de la longueur des racines en fonction des pourcentages des concentrations des échantillons d'eau en utilisant le programme Microsoft Excel. La corrélation de Pearson a été utilisée pour vérifier la relation entre la longueur des racines et les concentrations des échantillons d'eau prélevés des deux sites. Les tests d'analyse des variances ANOVA (Analysis of Variance) et le SNK (Student Newman Keul's) ont été utilisés pour vérifier les différences significatives entre les moyennes des longueurs des racines des oignons mis en culture dans les différentes concentrations d'eau des sites d'ACCRON et du PONT de la ville de Porto-Novo. Les tests ont montrés un taux significatif de 5%. Les analyses ont été exécutées avec le logiciel SPSS 17.0 (Statistical Package for the Social Sciences).

respectivement de 85% et 38% pour ACCRON (site 1) et le PONT (site 2) (figures 1 et 2). Une absence de croissance a été observée au niveau des oignons exposés dans les eaux des deux sites. D'une manière générale un retard de croissance a été observé chez les oignons mis en culture dans les échantillons d'eau des deux sites ayant des concentrations élevées (tableau 1). Les analyses supplémentaires basées sur la corrélation de Pearson ont révélées un retard significatif de croissance ou inhibition dépendant des concentrations

d'eau ($P < 0,01$; $R^2 = 0,83$ pour le site 1 et $R^2 = 0,807$ pour le site 2). Une forte croissance des racines a été observée au niveau des échantillons d'eau du site d'ACCRON pour les faibles concentrations (0% à 50%)(tableau 1). L'analyse statistique basée sur ANOVA

(Analysis of Variance) a montré qu'il y avait une différence significative ($P < 0,05$) entre les moyennes des longueurs des racines des oignons exposés dans les eaux des deux sites.

Tableau 1 : Moyenne (\pm DS) des longueurs des racines exposées dans les différentes concentrations des sites d'ACCRON (site 1) et du PONT (site 2).DS : Déviation Standard (Écart- type)

	Site d'ACCRON (site 1)	Site du PONT (site 2)
Concentration (%)	Moyenne (\pm DS) des longueurs des racines(cm)	Moyenne (\pm DS) des longueurs des racines (cm)
Control (0)	9,43 \pm 1,82	9,36 \pm 3,67
25	8,67 \pm 1,28	4,35 \pm 0,13
50	8,79 \pm 1,37	3,05 \pm 0,78
75	4,00 \pm 2,01	2,55 \pm 1,14
100	3,37 \pm 2,46	1,51 \pm 1,87

D'après les analyses faites à partir du test SNK (Student Newman Keul's) on a constaté que les longueurs des racines des oignons se trouvant dans le control (concentrations 0% au niveau des deux sites) sont significativement différentes ($P < 0,05$) des longueurs des

racines des oignons des autres concentrations d'eau mais cette différence est plus accentuée au niveau du site 2 (tableau 1). On ne note pas une différence significative de la croissance des racines au niveau des concentrations 0%, 25% et 50% du site 1 (tableau 1).

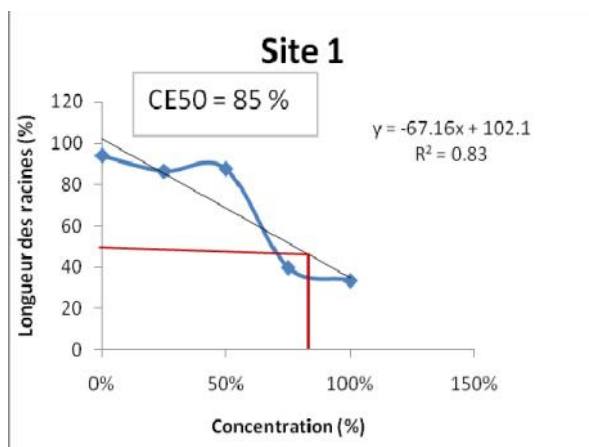


Figure 1 : Inhibition des racines d'oignons exposées dans les eaux du site d'ACCRON (site 1)

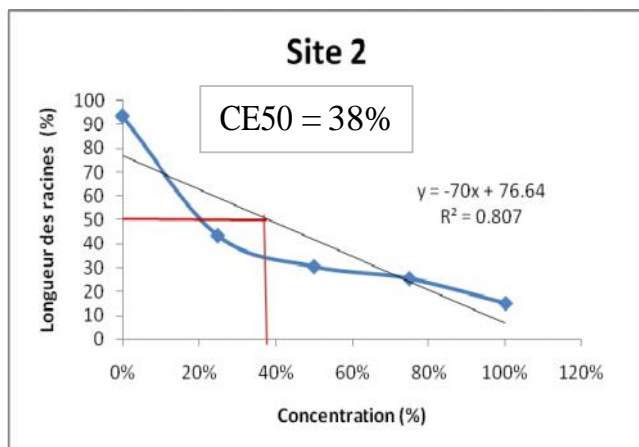


Figure 2 : Inhibition des racines d'oignons exposées dans les eaux du site du PONT (site 2)

Effet microscopique : Les résultats microscopiques obtenus à partir des racines d'oignons exposées dans les échantillons d'eau des deux sites d'ACCROON et du PONT sont résumés dans les tableaux 2 et 3 respectivement.

Tableau 2 : Effet du traitement microscopique à différentes concentrations du site d'ACCROON (site 1)

Concentration (%)	Indice mitotique	Nombre de cellules	Nombre de division cellulaire	Aberrations chromosomiques						
				viscosité	Chromosomes vagabonds	Chromosomes en pont	Binucléé	Anaphase multipolaire	Attaché	% Aberration
Control(0)	8,00	500	40[P ₁₅ M ₁₃ A ₅ T ₇]	0	0	0	0	0	0	0,00± 0,00
25	8,33	300	25[P ₁₀ M ₈ A ₂ T ₅]	1	1	1	0	1	0	1,33± 0,44
50	9,30	215	20[P ₈ M ₂ A ₉ T ₁]	0	0	1	0	0	0	0,46± 0,17
75	9,50	400	38[P ₃₅ M ₁ A ₁ T ₁]	0	0	1	0	0	1	0,50± 0,14
100	10,28	486	50[P ₄₁ M ₅ A ₂ T ₂]	2	0	2	1	0	1	1,23± 0,37

Tableau3 : Effet du traitement microscopique à différentes concentrations du site du PONT (site 2)

Concentration (%)	Indice mitotique	Nombre de cellules	Nombre de division cellulaire	Aberrations chromosomiques						
				viscosité	Chromosomes vagabonds	Chromosomes en pont	Binucléé	Anaphase multipolaire	Attaché	% Aberration
Control(0)	8,00	500	40[P ₁₅ M ₁₃ A ₅ T ₇]	0	0	0	0	0	0	0,00±0,00
25	7,61	420	32[P ₂₆ M ₂ A ₂ T ₂]	1	1	2	0	1	0	0,01± 0,82
50	8,57	315	27[P ₁₄ M ₁₀ A ₁ T ₂]	0	0	1	0	0	0	0,31± 0,61
75	8,63	220	19[P ₁₅ M ₂ A ₁ T ₁]	1	0	0	1	0	1	1,36± 0,13
100	9,75	287	28[P ₂₄ M ₂ A ₁ T ₁]	5	3	2	1	0	1	4,18± 2,12

L'indice mitotique est calculé par la formule suivante : $IM = (N_{DC} / N_C) \times 100$

IM : Indice Mitotique ; N_{DC} : Nombre de division cellulaire ;

N_C : Nombre de cellule

On constate que l'indice mitotique (MI) croit lorsque les concentrations des échantillons d'eau augmentent sur les deux sites. Notons qu'il a été impossible d'obtenir 500 mitoses pour les chromosomes sélectionnés dans toutes les concentrations d'eau des deux sites comme on l'a obtenu dans le control (0%) (Tableau 2 et 3). L'analyse des chromosomes montre que les échantillons d'eau des deux sites présentent des aberrations chromosomiques significatives comparativement à ceux du control (0%) qui ne présentent aucune aberration. Les chromosomes en pont ont été observés dans toutes les concentrations du site 1, les chromosomes visqueux puis ceux en pont ont été observés dans toutes les concentrations d'eau du site 2 à l'exception des concentrations 50% et 75%

DISCUSSION

Les résultats obtenus lors de l'étude macroscopique basée sur l'inhibition des racines d'oignon, indiquent clairement que le site du PONT (site 2) (96h CE₅₀ = 38%) est 2,24 fois plus toxique que celui d'ACCRON (site 1) (96h CE₅₀ = 85%) (Figures 1 et 2). Les croissances des longueurs des racines des concentrations 100% par rapport au control (0%) sont respectivement de 33,33% et 16,66% pour les échantillons du site 1 et 2. Les analyses ANOVA ont montré une différence significative entre les moyennes des longueurs des racines d'oignons exposées dans les fortes concentrations et celles exposées dans les concentrations les plus faibles des échantillons d'eau des deux sites avec R² = 0,83 pour le site 1 puis R² = 0,807 pour le site 2 (Figures 1 et 2). L'estimation du 96h CE₅₀ montre une grande similarité entre la dose et l'effet de la réponse, ce qui est en accord avec les conclusions de Samuel et al (2010) et Odeigah et al (1997a, 1997b). Les effets cytogénétiques obtenus au niveau des cellules des racines des oignons des deux sites lors de leurs divisions cellulaires ont été mentionnés dans les tableaux 1 et 2 respectivement pour chacun des sites 1 et 2. L'indice mitotique (IM) des autres concentrations autre que dans le control croit lorsque la concentration croît pour les échantillons d'eau des deux sites. Les résultats similaires ont été obtenus par Samuel et al (2010) lorsqu'ils ont effectué le test de cytogénotoxicité à base d'oignons sur l'effluent de l'usine textile (Nichemtex) de Lagos au Nigeria ; Odeigah et al (1997a), pour les travaux réalisés sur les lixiviats des déchets solides industriels avec les racines d'oignons et sur les eaux usées des gisements de pétrole (Odeigah et al., 1997b) puis enfin par Rencuzogullari et al (2001) pour leurs travaux sur le métabisulfite de sodium. L'inhibition des activités mitotiques est souvent utilisée pour le traçage des substances cytotoxiques (Samuel et al.,

respectivement. Les chromosomes vagabonds ont été observés dans les échantillons d'eau de concentration 25% sur le site 1 et pour les concentrations 25% et 100% sur le site 2. Les anaphases anormales et multipolaires ont observées au niveau des cellules des racines d'oignon exposées dans les concentrations 25% pour les deux sites. Les chromosomes attachés en métaphase sont apparus pour les concentrations 75% et 100% des échantillons d'eau des deux sites. Les cellules ayant des noyaux binucléés ont été observées pour la concentration 100% des échantillons d'eau du site 1 puis pour les concentrations 75% et 100% des échantillons d'eau du site 2 (Tableau 2 et 3).

2010). L'indice mitotique le plus élevé obtenu au cours de cette étude est celui des racines d'oignons exposées dans les échantillons d'eau de concentration 100% du site d'ACCRON (Site 1). Cette étude a montré que les eaux des deux sites ont provoquées des aberrations chromosomiques au niveau des cellules des racines d'oignons telles que les chromosomes vagabonds et en pont ; les chromosomes collants ou visqueux et d'autres en fragments ont été aussi fréquemment observés. Toutes ces déformations indiquent la présence des substances cytogénotoxiques dans les eaux des deux sites. Les chromosomes vagabonds montrent que la mitose est faible ce qui entraîne des risques d'aneuploïdie tandis que les chromosomes visqueux indiquent une forte toxicité ayant d'effets irréversibles qui vraisemblablement, est le principal auteur de la mort des cellules (Fiskesjo, 1985 et 1988). Selon Kong et Ma (1999) l'hypothèse est que la viscosité des chromosomes est la cause de la séparation incomplète des chromosomes fils résultants du cross-linkage des protéines chromosomiques (Samuel et al., 2010). Le nombre des aberrations mitotiques cellulaires provoquées par les concentrations d'eau des deux sites est différent de celui obtenu au niveau du control puis notons qu'aucune aberration chromosomique n'a été observée au niveau des cellules des racines d'oignons mis en culture dans le control (0%). La variation du nombre des aberrations chromosomiques observée dans cette étude ne dépend pas de la dose sur le site 1 ce qui ne concorde pas avec les résultats de Qian (2004) qui avait constaté que le taux des aberrations montait suivant les concentrations. Par contre Odeigah et al (1997a) ont obtenu les mêmes résultats. Selon ces derniers, l'explication plausible à ce phénomène est que l'augmentation des concentrations d'eaux polluées

entraîne celle de la toxicité ce qui provoque des effets inhibiteurs sur la division cellulaire (Samuel et al., 2010). Par contre sur le site 2 on a constaté que le taux des aberrations chromosomiques croît lorsque la concentration des échantillons d'eau augmente, ce qui est en accord avec les résultats de Qian (2004). La proportion des aberrations cellulaires des racines d'oignons exposées dans les concentrations d'eau de 25% et 50% du site d'ACCRON est plus élevée que celle des aberrations cellulaires des racines d'oignons exposées dans les concentrations d'eau du site du PONT (Tableau 2 et 3) bien que d'après les estimations CE₅₀ c'était le site du PONT qui était plus pollué que celui d'ACCRON. D'une manière générale les aberrations chromosomiques des bouts des racines d'oignons indiquent la génotoxicité. Le test à base d'oignons a été également utilisé pour tester d'autres déchets industriels et eaux usées polluées tels que le révèle les résultats de génotoxicité des eaux usées des champs pétroliers (Odeigah et al., 1997a) et ceux du test de génotoxicité effectué sur les lixiviats des déchets solides industriels. On peut citer également les travaux de Rank et Nielson (1994) sur l'évaluation de la pertinence du test de génotoxicité à base d'oignons dans la détection de la génotoxicité des eaux usées puis ceux de Grover et Kaur (1999) qui ont évalués la génotoxicité des échantillons d'eau usées provenant des vidanges et des effluents

industriels en utilisant les aberrations à l'anaphase des racines d'oignons. Abdel-Migid et al (2007) ont eux aussi effectués des travaux sur la capacité des algues biofiltreuses dans la bioremédiation des toxiques provenant des effluents industriels en utilisant le test de génotoxicité à base des racines d'oignons. L'impact de la génotoxicité des eaux usées sur l'environnement et son importance dans la vie humaine sont difficile à prédire parce que les eaux usées sont des mélanges complexes de substances chimiques (Odeigah et al., 1997a). Des analyses chimiques complémentaires doivent être faites pour déterminer les constituants chimiques qui s'accumulent de façon persistante et dangereuse dans les eaux usées et qui polluent le biote avec leurs potentialités de nuire dangereusement à la santé humaine. Cette étude a permis de montrer que le potentiel génotoxique des sites d'ACCRON (site 1) et du PONT (site 2) peut être détecté avec le test d'aberrations chromosomiques effectué sur les racines d'oignons. Il serait plus bénéfique que le test chromosomique basé sur les racines d'oignons soit utilisé pour surveiller les effets génotoxiques des effluents industriels et des eaux usées. Les industriels doivent donc prendre des dispositions adéquates pour analyser et traiter leurs déchets industriels et eaux usées avant de procéder à leurs décharges.

REFERENCES

- Abdel-Migid HM, Azad Y, Ibrahim WM, 2007. Use of plant genotoxicity bioassay for the evaluation of efficiency of algal biofilters in bioremediation of toxic industrial effluent. *Ecotox. Environ. Safety* 66 : 57-64
- Bakare AA, Mosuro AA, Osibanjo O, 1999. Cytotoxic effects of landfill leachate on *Allium cepa*. *L. Biosci. Res. Com.* 11(1) : 1-13
- Bakare AA, Mosuro AA, Osibanjo O, 2000. Effet of simulated leachate on chromosomes and mitosis in roots of *Allium cepa* (L). *J. Environ. Biol.* 21(3) : 263-271
- Cakpo AR, 2012. Etude de la toxicité des eaux d'une lagune tropicale et contamination du poisson par le plomb : Cas du tilapia (*Sarotherodon melanotheron*) de la lagune de Porto- Novo (Sud Bénin). DEA, FAST, Université d'Abomey-Calavi
- Chan YK, Wong CK, Hsieh DPH, Ng SP, Lau TK, Wong PK, 2003. Application of a toxicity identification evaluation for a sample of effluent discharged from a dyeing factory in Hong Kong. *Environ. Tox.* 18: 312-316
- Chauhan LKS, Saxena PN, Gupta SK, 1999. Cytogenetic effects of cypermethrin and fenvalerate on the root meristem cells of *Allium cepa*. *Environ. Exp. Bot.* 42: 181-189.
- Cotelle S, Masfarau J, Ferard J, 1999. Assessment of the genotoxicity of contaminated soil with the *Allium Nicia* – micronuclei and the *Tradescantia* – micronucleus assays. *Muta. Res* 426: 167-171.
- El-Shahaby AO, Abdel-Migid HM, Soliman MI, Mashaly IA, 2003. Genotoxicity screening of industrial wastewater using the *Allium cepa* chromosome aberration assays. *Pakistan J. Biol. Sci.* 6 : 23-28
- Fiskesjo G, 1985. The allium test as the standard in environmental monitoring. *Hereditas*, 102: 99-112
- Fiskesjo G, 1988. The allium test – an alternative in environmental studies: The relative toxicity of metal ions. *Mutat. Res.* 197: 243 – 260.
- Grisolia CK, Cordeiro CMT, 2000. Variability in micronucleus induction with different mutagens

- applied to several species of fish. *Gen. Mol. Biol.* 23(1): 235 – 239.
- Grover IS, Kaur S, 1999. Genotoxicity of wastewater samples from sewage and industrial effluent detected by the *Allium* root anaphase aberration and micronucleus assays. *Mutat. Res.* 426 : 183-188
- Junior HM, da-Silva J, Arenzon A, Portela CS, de-Sa-Ferreira IC, Henniques JAP, 2007. Evaluation of genotoxicity and toxicity of water and sediment samples from a Brazilian stream influenced by tannery industries. *Chemosphere*, 67:1211-1217.
- Kong MS, Ma TH, 1999. Genotoxicity of contaminated soil and shallow well water detected by plant bioassays. *Mutat. Res.* 426 (2) : 221-230
- Lah B, Gorjane G, Nekrep FV, Marinsek-Logar R, 2004. Comet assay of waste water genotoxicity using yeast cells. *Bull. Environ. Contam. Tox.* 72: 607-616.
- Majer BJ, Grummt T, Uhi M, Knasmuller S, 2005. Use of plant bioassays for the detection of genotoxins in the aquatic environment. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 33(1) : 45-55
- Moraes D, Jordao B, 2001. Evaluation of the genotoxic potential of municipal waste water discharged into the Paraguay River during periods of food and drought. *Environ. Tox.* 16: 113-116.
- Odeigah C, Osanyipeju O, 1995. Genotoxic effects of two industrial effluents and ethylmethane sulfonate in clarias lazera. *Food chem. Tox.* 33: 501-505
- Odeigah PGC, Nurudeen O, Amund OO, 1997a. Genotoxicity of oil field wastewater in Nigeria. *Hereditas* 126: 161-167.
- Odeigah PG, Ijimakinwa J, Lawal B, Oyeniyi R, 1997b. Genotoxicity screening of leachates from solid industrial wastes evaluated with the *Allium* test. *Atla* 25: 311-321.
- Qian XW, 2004. Mutagenic effects of chromium trioxide on root tips of *Vicia faba*. *J. Zhejiang Univ. Sci.* 5(12): 1570-1576.
- Rank J, Nielson MH, 1994. Evaluation of the *Allium* anaphase – telophase test in the relation to genotoxicity screening of industrial wastewater. *Mutat. Res.* 312: 17-24.
- Rank J, Nielson MH, 1998. Genotoxicity testing of wastewater sludge using the *Allium cepa* anaphase telophase chromosome aberration assays. *Mutat. Res.* 418: 113-119.
- Rank J, 2003. The method of *Allium* anaphase-telophase chromosome aberration assays. *Ekologija* 1: 38-42.
- Rencuzogullari E, Kayraldiz A, Ila HB, Cakmak T, Topaktas M, 2001. The cytogenetic effects of sodium metabisulfite, a food preservative in root tip cells of *Allium cepa* L. *Turk. J. Biol.* 25: 361-370.
- Samuel O, Osuala F, Odeigah PG, 2010. Cytogenotoxicity evaluation of two industrial effluents using *Allium cepa* assay. *African Journal of Environmental Science and Technology* vol. 4(1) : 21-27
- Smolders R, Bervoets L, Blust R, 2004. In situ and laboratory bioassays to evaluate the impact of effluent discharges on receiving aquatic ecosystems. *Environ. Pol.* 132(2) : 231-243.
- Teixeira RO, Comparoto ML, Mantovani MS, Vicentini VEP, 2003. Assessment of two medicinal plants *Psidium guajava* L and *Achillea millefolium* L, in vitro and in vivo assays. *Gen. Mol. Biol.* 26: 551-555.
- Vicentini VEP, Comparoto ML, Teixeira RO, Mantovani MS, 2001. *Averrhoa carambola* L, *Syzygium cumini* (L) Skeels and *Cissus sicyoides* L : Medicinal herbal tea effects on vegetal and animal test systems. *Acta Scientiarum* 23: 593-598.