

Les aspects comportementaux de la toxicité aiguë du chrome chez la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri* R.)

Mohammed FEKHAOUI

Mots-clés : Comportement, toxicité aiguë, chrome, truite arc-en-ciel.

ملخص

الجوانب السلوكية للتسممات الحادة بالكروم عند الثرثرة القزحية. يوضح الباحث في هذه الدراسة، سلوك الحيوانات المائية خاصة منها الأسماك عند تعرضها لتسممات فلزية حادة. لهذا الغرض تم إنجاز عدة رائزات سمومية بكثافات مختلفة بواسطة الكروم السادس عند الثرثرة القزحية. تبدو الأعراض المسجلة في مختلف الرائزات (الاثارة البصرية، إفراز المخاط، الخ...) ذات أهمية قصوى عند التشخيص السريع للتسممات في الأوساط المائية.

RESUME

Dans ce travail l'auteur met en évidence le comportement des organismes aquatiques en particulier les poissons, en présence d'une pollution métallique aiguë. Pour ce faire, un certain nombre de tests toxicologiques ont été réalisés avec du Chrome hexavalent à différentes concentrations chez la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri* R.). Les symptômes relevés lors des différents essais (excitations visuelles, sécrétion de mucus, etc.) montrent l'importance de telles observations dans le diagnostic rapide des intoxications en milieu aquatique.

ABSTRACT

The appearance behaviour of the acute toxicity of chromium at rainbow trout. In this work the author puts in particular in evidence the aquatic organism behavior fishes, in presence of a sharp metallic pollution. For that to make, a certain toxicological test number has been achieved with Chromium hexavalent to different concentrations at trout rainbow (*Salmo R. gairdneri*). The revealed symptoms in the different tests (visual excitation, mucus secretion, etc.) show the importance of observations in the rapid intoxication diagnostic in the aquatic system.

INTRODUCTION

La majorité des cours d'eau marocain connaissent actuellement une dégradation massive et importante à cause de rejets permanents, domestiques et industriels, sans traitement préalable. S'ajoute à ceci une législation difficilement applicable. Les nombreux travaux réalisés dans ce domaine ont montré l'acuité du problème (à titre d'exemple, dans le **Sebou** nous avons les travaux de DAKKI 1986; FEKHAOUI & al. 1986; NAYA 1988, FEKHAOUI 1990, dans le **Bou regreg** ceux d'EL AGBANI 1984, EZZAOUAK 1990. etc.). Cette pollution organique, mais surtout minérale présente aussi bien pour l'homme que pour les organismes aquatiques des risques toxiques certains.

Parmi ces rejets, les métaux lourds, agents bioaccumulatifs, constituent hélas un exemple concret. Si leur toxicité en termes de concentrations létales étant bien connues quoique mal décrite, le comportement des organismes vivants exposés à ces éléments et les symptômes qu'ils peuvent présenter sont souvent très difficiles à mettre en évidence sur le terrain.

Dans cette perspective, nous avons réalisé différents tests de toxicité aiguë pour étudier le comportement de la truite arc-en-ciel exposée à un élément métallique toxique à savoir le chrome.

MATERIEL ET METHODES

Nous avons utilisé pour les différents tests des truitelles arc-en-ciel, saintes, d'une longueur de 10 à 15 cm et pesant entre 20 et 50g. Ils sont acclimatés au préalable une semaine dans des grands bacs sous une charge de 5g de poisson par litre d'eau et dans les mêmes conditions dans lesquelles se déroulent les tests. Le milieu utilisé est une eau d'une dureté totale de 300 ppm de CaCO₃ et un pH de l'ordre de 7.

Les poissons sont nourris quotidiennement excepté les 48 h précédant les tests. La mortalité durant l'adaptation est de l'ordre de 1 à 2%. Elle survient le plus souvent au cours des premières 48h; elle semble imputable au stress causé par le transport. Les intervalles de concentrations définies pour les tests sont :

Tableau I : Concentrations en Chrome VI utilisées dans les tests

serie 1 (mg/l de Cr6+)	5	10	25
serie 2 (mg/l de Cr 6+)	50	100	150

Ces différentes concentrations sont obtenues par dissolution du bichromate de potassium de qualité "R.P.". Les tests sont réalisés en disposant 14 aquariums d'une capacité de 14 litres à raison de deux bacs par concentration plus deux bacs témoins.

Les milieux sont homogénéisés et chaque bac reçoit 4 poissons, ce qui porte à 8 poissons le nombre d'animaux testés par concentration. L'ensemble est placé dans des grands bacs "tampon" rempli d'eau renouvelable pour limiter les grandes variations de températures. Les poissons sont recensés d'heure en heure et les morts dénombrés. Les observations relatives aux comportements et aux différents symptômes que peuvent présenter les poissons sont notés.

RESULTATS ET DISCUSSION

EFFETS SUBCLINIQUES

Au cours des différents tests de toxicité plusieurs observations et effets subcliniques (l'une des premières manifestations observables sur le terrain) ont été relevés. Ces réactions comportementales des truites en présence du chrome peuvent être classées en deux catégories.

Forte biodisponibilité en chrome (cas des concentrations 50, 100 et 150 mg/l)

Les manifestations les plus importantes observées sont:

Réflexe de fuite

Les poissons exécutent des sauts hors des bacs d'essai et semblent "essayer" de fuir. Cette réaction est due probablement à l'olfaction très développé chez les poissons (HARA & MAC DONALDS 1976). La présence de récepteurs sensoriels en contact immédiat avec le milieu ambiant sont à l'origine de cette réaction. Cependant, l'altération de la perception peut avoir des conséquences néfastes, particulièrement pour les poissons migrateurs, chez qui les possibilités de la remontée dépendent de leurs sens d'olfaction, visuel et auditif (HOAR 1975). Ceci a été étudié pour le cuivre par plusieurs auteurs (HARA & MAC DONALDS 1976, BARDACH & al. 1965).

Excitation visuelle

Après quelques heures d'expositions, les truites gardées à l'abri de tout stress visuel sont calmes. Cependant, toute excitation visuelle ou sensitive provoque des

réflexes violents et désordonnés pouvant s'accompagner de troubles moteurs. Le poisson nage en pivotant sur lui même tout en exécutant des vrilles. Ceci a été observé en allumant la lumière dans la salle où se déroulent les "bio-essais". Elle dénote une hyper-excitabilité nerveuse due à un début de neurotoxicité.

Rythme respiratoire

Le rythme respiratoire connaît une importante modification; une accélération initiale suivie d'une réduction. Cet effet pourrait être corrélé avec le colmatage des branchies aussi bien qu'avec d'autres effets microscopiques. Le changement est similaire à celui qui se produit quand les poissons sont soumis à une hypoxie environnementale. Un tel effet témoigne d'une difficulté dans l'échange gazeux au niveau des branchies. De tels observations ont été étudiées par plusieurs auteurs. HUGHES & ADENEY (1977) en exposant des poissons à des concentrations élevées de métaux observent un effet très marqué sur certains paramètres respiratoires, en particulier la fréquence de ventilation ainsi que le rythme cardiaque. VAN DER PUTTE & al. (1982) ont montré que parmi les altérations relevées chez des poissons exposés à des métaux lourds en particulier le chrome, des variations dans la fréquence de ventilation,; plus la concentration est élevée plus la fréquence est importante.

Réflexe de "toux"

Des réflexes de "toux" ont été observés de temps en temps. Ce réflexe suggère une irritation de la membrane branchiale. La même observation a été relevée par BASS & HEATH (1977) pour le chlore. Ainsi, l'augmentation de réflexe de toux pourrait affecter le transport efficace d'oxygène au niveau des branchies, comme le réflexe entraîne un refoulement du courant de l'eau (DAVIS 1973).

Sécrétion du mucus

Une hypersécrétion de mucus très visible à la surface de l'eau des bacs et sur le corps et les branchies des poissons morts.

En effet, le mucus, qui constitue la barrière finale entre le poisson et son environnement, non seulement à la surface de l'organisme mais aussi au niveau des branchies (EDDY & FRASER, 1982), possède plusieurs fonctions, notamment la protection contre les parasites, les champignons et les bactéries (PICKERING, 1976) un rôle immunologique (FLETCHER & GRANT, 1968). Par ailleurs, sa production est une réponse à une irritation ou à une excitation par des agents tels que les métaux lourds. C'est un très bon chélateur de métaux, grâce à sa composition très riche en protéines tel que les glycoprotéines (PICKERING 1976, HARRIS & HUNT 1973).

Cependant, l'effet chélateur dont jouit le mucus à pour conséquence une coagulation et une précipitation du métal à la surface des branchies qui pourrait entraîner une mortalité par asphyxie (suffocation) en plus des effets microscopiques probables.

Faible biodisponibilité en chrome (cas des concentrations 5, 10 et 25 mg/l de Cr 6+)

Dans ces conditions, nous n'avons noté qu'une légère sécrétion de mucus et un changement dans le rythme respiratoire visibles à la fin des essais.

TOXICITE AIGUE

La toxicité aiguë et la distribution tissulaire du Zinc,

Tableau II : Toxicité comparée du chrome vis à vis de plusieurs espèces de poissons.

Espèces	Paramètre	Concentration	Auteurs
<i>Brachydanio rerio</i>	CL 50-48h	>100	CAIRNS et SCHEIR (1965)
<i>Micropterus salmoides</i>	CL 50-48h	>100	FROOM et SCHIFFMANN (1958).
<i>Lepomis macrochirus</i>	CL50-96h	>100	PICKERING et HENDERSON (1966)
<i>Salmo gairdneri (adulte)</i>	CL50-96h	70	BENOIT (1976)
<i>S. gairdneri (jeunes)</i>	CL50-96h	45	Présente étude
<i>Fundulus heteroclitus</i>	CL50-96h	50	DORFMANN (1977)
<i>Pimephales promelas</i>	CL50-96h	45	ADELMANN et SMITH (1976)
<i>Alburnus albidus</i>	CL50-96h	40	LEGNANI et BIANUCCI (1975)
<i>Carassius auratus</i>	CL50-96h	35-40	ADELMANN et SMITH (1976) ; PICKERING et HENDERSON (1996)
<i>Morone saxatilis</i>	CL50-96h	35	HUGHES (1971)
<i>Lebistes reticulatus</i>	CL50-96h	30	PICKERING et HENDERSON (1966).

D'après ces résultats, il apparaît que *Lebistes reticulatus* (guppy) est la plus sensible. A l'inverse, *Brachydanio rerio* (poisson zèbre) et *Micropterus salmoides* (Black-bass) semblent être les plus résistantes.

Cependant, nous ne pouvons discuter avec précision ces résultats compte tenu du fait que certaines conditions expérimentales tel que le pH, la température, la dureté de l'eau ne sont pas connues, et qui ont une grande influence sur la toxicité des éléments métalliques en milieu aquatique.

CONCLUSION

Ainsi, les résultats de nos tests nous ont permis de dégager plusieurs aspects importants du comportement des poissons en général et la truite arc-en-ciel en particulier en présence de teneurs importantes de métaux lourds en milieu aquatique, notamment le Chrome hexavalent. Les divers observations relevées, généralement difficiles à mettre en évidence sur le terrain, constituent un bon commémoratif pour l'orientation des diagnostics des pollutions métalliques aiguës.

du Cuivre et du Chrome chez la truite arc-en-ciel ont été largement étudiées dans des précédents travaux (FEKHAOUI 1983, FEKHAOUI & KECK 1986, FEKHAOUI & al. 1986, KECK & al. 1981)

En effet, la CL50 (DL 50) est l'un des principaux paramètres toxicologiques qui caractérise la toxicité aiguë de tout composé nocif.

La CL50-96h, du chrome qui est de l'ordre de 45 mg/l de Cr 6+ (FEKHAOUI & al, 1986). comparée avec celles obtenues par d'autres auteurs chez plusieurs espèces de poissons, permet d'établir partiellement un gradient de sensibilité (Tab. II).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADELMAN I.R., SMITH L.L. et SIESENNOP G.J. (1976)- Acute toxicity of sodium chloride, pentachlorophenol, guthion and hexavalent chromium to Fathead Minnows and Gold fish. *J.Fish. Res. Board of Canada*, 33, pp. 203-208.
- BARDACH J.E., FUJIYA M. et HALL A. (1965)-Detergents effects on the chemical senses of fish *Ictalurus malates* (le Sueur). *Sciences N.Y.*, 148, pp. 1605-1607.
- BASS M.L. et HEATH A.G. (1977)-Cardiovascular and respiratory changes in rainbow trout, *Salmo gairdneri* exposed intermittently to chloride. *Water Res.*, 11, pp. 497-502.
- BBENOIT D. A.(1976)-Toxic effects of hexavalent chromium on Brouk trout, *Salvelinus fontinalis* and Rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Water Res.*, 10, pp. 497-500.
- CAIRNS J. et SCHEIER A. (1965)-A comparaison of the sensitivity to certain chemicals of adult Zebra danios and Zebra danio eggs with that adult Bluegill sun fish. *Notalae Natural Acad. Nat. Sci. Phil.* 381 p, 9.
- DAKKI M. (1986)- *Recherches hydrobiologiques sur le Haut Sebou (Moyen Atlas) : une contribution à la connaissance faunistique, écologique et historique des eaux courantes sud-méditerranéennes*. Thèse Etat, Fac. Sci., Rabat, 214 p.

- DAVIS J.C. (1973)-Sublethal effects of bleached kraft pulpmill effluent on respiration and circulation in Sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*. *J. Fish. Res. B. Canada*, 30, pp. 369-377.
- DORFMAN D. (1977)-Tolerance of fundulus heteroclitus to different metals in salt waters. *Bull N.J. Acad. Sci.*, 22, pp. 21-23.
- EDDY F.B. et JOYCE E. FRASER (1982)-Sialic acid and mucus production in rainbow trout *Salmo gairdneri* in response to zinc and seawater. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73C, pp. 357-359.
- EL AGBANI M.A. (1984)-*Le réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Bou regreg (Plateau central marocain)*. *Essai de Biotypologie*. Thèse 3ème cycle, Univ. C.B.Lyon I, 147p.
- FEKHAOUI M. (1990)-*Recherches hydrobiologiques sur le Moyen Sebou soumis aux rejets de la ville de Fès: suivi d'une macro-pollution et évaluation de ses incidences sur les composantes physique, chimique et biologiques de l'écosystème*. Thèse Etat Fac. Sci. Rabat, 165p.
- FEKHAOUI M., HAMMADA S. et DAKKI M. (1988)-Fonctionnement de l'Oued Sebou à l'aval de la ville de Fès: étude du peuplement d'algues benthiques. *Bull., Ins. Sci.*, Rabat, n°12, pp.59-68.
- FEKHAOUI M., DEVAUX A. et KECK G. (1986)-Toxicité aigüe et distribution tissulaire du Cuivre lors d'intoxication subaigüe chez la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri* R.). *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, n°10, pp. 155-164.
- FEKHAOUI M. et KECK G. (1986)-Toxicité aigüe et distribution tissulaire du Chrome chez la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri* R.). *Bull. Inst. Sci.*, n°10, pp. 143-153.
- FEKHAOUI M. (1983)-*Toxico-cinétique de trois polluants métalliques majeurs, le chrome, le cuivre et le zinc chez la truite arc-en-ciel (Salmo gairdneri R.)*.Thèse 3ème cycle, U.C.B. Lton I, 257 p.
- FLETCHER T C et GRANT P T; (1986)-Glycoproteins in the external mucus secretion of the plaice *Pleuronectes platessa* and other fishes. *Biochem. J.*, 106 p, 12.
- FROMM D. O; et SCHIFFMAN (1958)-Toxic action of hexavalent chromium on large mouth bass. *J. wildlife Manag.*, 22, pp. 40-44.
- KECK G., CHARVET D. et FEKHAOUI M. (1981)-Application des tests de toxicité aigüe au diagnostic toxicologique lors de mortalité de poissons. *Les colloques de l'INSERM: acute aquatic ecotoxicological test.*, vol. 106,pp. 541-551
- HARA T J et MAC DONALD S. (1976)-Olfactory responses to skin mucous substances in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 54, pp. 41-47.
- HARRIS J, WATSON A et HUNT S. (1973)- Histochemical analysis of mucus cells in the epidermis of brown trout *Salmo trutta*. *J.Fish. Biol.*, 5, pp. 345-351.
- HOAR W S (1975)-*General comparative physiology*. 2nd edn., Prentice-Hall Inc., New Jersey, 848.
- HUGHES G M; et ADENEY (1977)-The effect of metals on the cardiac and ventilatory rythms of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and their responses to environmental hypoxia. *Water Research*, 11(12), pp. 1069-1077.
- HUGHES J.S. (1971)-Tolerance of striped bass, *Morone saxatilis*, larvae and fingerlings to nine chemicals used in pond culture. *Proc. 24th Ann. Conf. S.E. Game Fish. Comm.*, pp. 431-438.
- LEGNANI P et BIANUCCI F (1975)-Effect of the hydrogen ion concentration on the toxic effect of Chromium-anionic detergent mixtures on *Alburnus alburnus*. *Ig. Sanita. Publica* 31, pp. 73-82.
- NAYA A. (1988)-*Peuplemnts chironomidiens (Diptera) du bassin du Haut et Moyen Sebou: biotypologie et valeurs bio-indicatrices*. Thèse 3ème cycle, Fac. Sci., Rabat, 127p.
- PICKERING A.D. (1976)-Synthesis of N-acetyl neuramic acid from (14C) glucose by the epidermic of the brown trout (*Salmo trutta* L.). *Comp. Biochem. Physiol.*, 54B, pp. 325-328.
- PICKERING Q.H. et HENDERSON C. (1966)-The acute toxicity of some heavy metals to different species of warm waterfishes. *Air Water Poll. Int. J.*,10, pp. 456-463.

Adresse de l'auteur :

Laboratoire d'Hydrobiologie
 Dépt de Zoologie & Ecologie Animale
 Institut Scientifique, B.P. 703 Rabat Agdal
 MAROC