

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Université Med- Seddik Ben yahia- Jijel

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département des Sciences de
l'Environnement et des Sciences
Agronomiques



كلية علوم الطبيعة و الحياة

قسم علوم المحيط و العلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : Master Académique en
Biologie

Option : Toxicologie de l'environnement.

**Biomonitoring des eaux du barrage de Béni Haroun par
l'utilisation de l'espèce *Abramis brama***

Jury de soutenance:

Président : M^r Boudjlal. F

Encadreur: M^{elle} Habila. S

Examinatrice : M^{me} Lemzeri.H

Présenté par :

Bouchaib Asma

Gherib khadidja

Numéro d'ordre.....

Session : Juin 2015.

Remerciements

Avant tous nous remercions le bon dieu qui nous a donné le courage et la force pour continuer. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

*Nous tenons à exprimer toute notre gratitude envers **Melle HABILA Safia** d'avoir accepté de nous encadrer, pour sa disponibilité, ses conseils et discussion scientifiques permis la réalisation de ce travail, ainsi que pour sa grande patience jusqu' à la fin de ce mémoire.*

D'autre part nous tenons à exprimer notre gratitude à nos enseignants dont nous avons le plaisir d'être ses étudiants pendant les années d'étude, et surtout au président et aux membres de jury, qui ont accepté de juger notre travail.

En fin nous tenons à remercier l'ensemble des personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de notre travail.

A tous, un grand merci.

Dédicace

A mes chers parents, qui m'ont beaucoup encouragé et qui sont ma source de patience que

dieu me les gardes.

A mon cher frère et mes sœurs

A toute ma grande famille

Et bien sur à mon binôme Khadidja

A tous mes collègues de promotion Juin 2015

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment,

Je dédis ce travail.

Asma..

Dédicace

Avant tout, je remercie le bon Dieu tout puissant qui m'a donné la force et le foie et de m'avoir permis d'arriver à ce stade là.

A toute ma grande famille

Et bien sur à mon binôme

A tous mes collègues de promotion Juin 2015

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment,

Je dédis ce travail.

Très nombreux les gens qui de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail. Tout en m'excusant auprès de ceux de ne pas les citer, je leur exprime ma vive reconnaissance

Khadija



Figure 01 : Mode d'exposition au POPs chez l'homme(Marie Pauline, 2003).	8
Figure 02 : Modes de contamination des POPs chez l'homme(Ulaszewska et al, 2012).....	8
Figure 03 : Schéma des différentes formes de ROS	16
Figure 04 : Localisation du barrage Béni Haroun	18
Figure 05 : Bassin du barrage Béni Haroun	19
Figure 06 : Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l'Est algérien.....	20
Figure 07 : Histogramme des précipitations et températures dans la région de Béni Haroun	21
Figure 08 :sites des prélèvements	22
Figure09 : Plan des expériences réalisées et de la technique analytique employée dans l'analyse de l'eau.....	28
Figure10 : extracteur de type Soxhlet au laboratoire	29
Figure11 : Plan des expériences réalisées et de la technique analytique employée dans l'analyse des sédiments	30
Figure12 : Variabilité spatiotemporelle de la température de l'eau du barrage de Béni Haroun	38
Figure13 : Variabilité spatiotemporelle du pH des eaux du barrage de Béni Haroun	39
Figure14 : Variabilité spatiale de la conductivité électrique dans les eaux du barrage de Béni Haroun	39
Figure15 : Distribution spatiotemporelle de la DBO ₅ dans les eaux du barrage de Béni Haroun	40
Figure16 : Distribution spatiotemporelle de la DCO dans les eaux du barrage de Béni Haroun	40
Figure17 : Variation spatiotemporelle des valeurs moyennes de pH des sédiments du barrage de Béni Haroun	42
Figure18 : Variation spatiotemporelle de la Conductivité électrique dans les sédiments du barrage de Béni Haroun.....	42
Figure19 : Variation spatiotemporelle de la Matière organique dans les sédiments du barrage de Béni Haroun.....	43
Figure20 :(A) et (B) Paramètres biométriques (poids et longueurs) chez les males et les femelles de l'espèce <i>Abramis brama</i> observés pendant les deux saisons humide et sèche.....	45

Figure21 :Variation saisonnière des concentrations des protéines dans le foie et les branchies de l'espèce *Abramis brama* barrage de Béni Haroun..... 46

Figure22 :Variation saisonnière de taux de GSH dans le foie et les branchies de l'espèce *Abramis brama* barrage de Béni Haroun 47

Figure23 :Variation saisonnière de l'activité de la CAT dans le foie et les branchies de l'espèce *Abramis brama* capturée dans le lac du barrage de Béni Haroun 47

Figure24 :Variation saisonnière de l'activité de GST dans le foie et les branchies de l'espèce de *Abramis brama* capturée barrage de Béni Haroun..... 48

Figure25 :Variation saisonnière de taux de MDA dans le foie et les branchies de l'espèce de *Abramis brama* barrage de Béni Haroun 49

Tableau 01 : Les différents types de la pollution des eaux.....	2
Tableau 02 : Exemples de classification des biosmarqueurs (Lagadic et al, 1997 ; Cajaraville et al, 2000; De Lafontaine et al, 2000).	13
Tableau 03 : Dosage de la Catalase.....	32
Tableau 04 : Mesure l'activité de la glutathion-S transférase (GST).....	33
Tableau 05 : Réalisation de la gamme d'étalonnage des protéines (Bradford, 1976).....	34
Tableau06 : valeurs (moyennes±écart-type) des différents paramètres physicochimiques des eaux du barrage Béni Haroun wilaya de Mila Algérie	37
Tableau07 : valeurs (moyennes±écart-type) des différents paramètres physicochimiques des sédiments du barrage Béni Haroun wilaya de Mila Algérie.....	41
Tableau 08 : Paramètres biométriques (poids et longueur) mesurés chez les males et les femelles chez l'espèce <i>Abramis brama</i>	44
Tableau09 : niveaux des biomarqueurs dans l'espèce <i>Abramis brama</i> collectée dans le lac barrage Béni Haroun.	45

LISTE DES ABREVIATIONS

ANOVA : l'analyse de la variance.

BM : Bio marqueur.

CAT : Catalase.

C° : degré en Celsius.

CDNB : 1-chlore-2,4-Dinitrobenzène.

DDT : 1,1'-(2, 2,2-Trichloroéthylidène bis (4-chlorobenzène).

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

% : pour cent.

EOA : Espèces Oxygénées Activées.

EROD :Ethoxyrésorufine O-Dééthylase.

FBC : facteur de concentration.

GHS: Glutathion.

GPO : Glutathion Peroxydases.

g : gramme.

GST : Glutathion –S- transférase.

GSSG: glutathion oxydé.

HAP : hydrocarbure aromatiques polycycliques.

HCB : Hexa chlorobenzène.

HCl : acide chlorhydrique.

H₂O : eau.

H₂O₂ : peroxyde d'hydrogène.

KCL : chlorure de potassium.

Kg : kilogramme.

MDA : Acide malonedialdéhyde.

MT : Métallothionéines.

MO : la matière organique.

mM : milli molaire.

mg/l: miligramme par litre.

ml : millilitre.

μ l : microlitre.

μ S/cm : Micro siemens par centimètre.

μ mol/min/mg : micromole par minute.

M : minute.

M: molare .

NaOH : Hydroxyde de sodium.

nm : nanomètre.

O₂ : su peroxyde anion.

O₂¹: Oxygène Singlet.

OH[°]: radical hydroxyl.

PCB : Polychlorobiphényles.

PCDD : Dibenzop-dioxines.

PCDF : Polychlorodibenzofuranes.

O₂ : l'oxygène singlet.

OCP : pesticides organochlorés.

PH : potentiel Hydrogène.

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

LPO : peroxydation des lipides

POPs : Polluants organiques persistants.

PVC : Polychlorures de vinyle.

SOD : Su peroxydes Dismutases.

rpm : toure par minute.

ROS : Espèces réatives de l'oxygène.

St : Station.

T° : Température.

TBA : acide trichloracétique.

SOMMAIRE

Introduction générale	i
------------------------------------	---

Chapitre I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I-La pollution del'eau	1
I-1- Définition de la pollution de l'eau	1
I-2-Les types de la pollution des eaux	1
I-3Polluants organiques persistants (POPs)	4
I-3-1-Définitions	4
I-3-2-Les propriétés physicochimiques des POPs.....	4
I-3-3-Les différents types des POPs	5
I-3-4-Le comportement des POPs	5
I-3-4-1-Dans l'air	5
I-3-4-2-Dans l'eau	5
I-3-4-3-Dans les sédiments	5
I-3-5-Sources de production des POPs et leurs utilisations	6
I-3-6-Expositions aux POPs et leurs effets	7
I-3-6-1-Sur l'homme	7
I-3-6-2-Sur l'environnement	9
I-4- Bio surveillance et bio marqueur	9
I-4-1-La bio surveillance	9
I-4-2-le bio marqueur	12
I-4-2-1-Classification des biomarqueurs	12
I-4-2-2-Les biomarqueurs chez les poissons et l'évaluation du risque environnementale	14
I-4-2-3-Les différents types des biomarqueurs utilisés chez les poissons dans la surveillance des écosystèmes aquatiques	14
I-5-Stress oxydant	15
I-5-1-Définition	15
I-5-2-Les radicaux libres	15

I-5- 3-La formation du stress oxydant	16
I-5-4-Systèmes de défenses enzymatiques	16
I-5-4-1-Systèmes antioxydants enzymatiques	16
I-5-4-2-Systèmes antioxydants non enzymatiques	17
I-5-4-3-Autres types des biomarqueurs	18

Chapitre II :

MATERIEL ET METHODE

II-1-Présentation de la zone d'étude	19
II-1-1-Situation géographique	19
II-1-2-L'hydrographie de la région d'étude	19
II-1-3-Contexte géologique	20
II-1-4-Climatologie	21
II-1-4-1- Les précipitations	21
II-1-4-2- La température	22
II-2-Echantillonnage et techniques de prélèvements	22
II-2-1-Choix des stations de prélèvements	22
II-2-2-Matériel biologique : La Brème (<i>Abramis brama</i>).....	24
II-2-4-Mode de prélèvement	26
II-2-4-1-Prélèvement de l'eau	26
II-2-4-2-Prélèvement des sédiments	26
II-3-Méthodes de mesure et d'analyse d'eau	28
II-3-1-Mesures <i>in situ</i>	28
II-3-2- Analyses au laboratoire	28
II-4-Méthodes de mesure et d'analyse des sédiments	30
II-5-Compartment poisson	32

Chapitre III :

RÉSULTAT ET INTERPRÉTATION

III-1- Résultats d'analyse des eaux	36
III-1-1- La température (°C)	37
III-1-2- pH.....	37

III-1-3-La conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{Cm}$).....	38
III-1-4- Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO_5) ($\text{mg d}'\text{O}_2/\text{L}$)	38
III-1-5- Demande Chimique en oxygène (DCO) (g/L).....	39
III-1-6-Les pesticides et les HAPs	39
III-2- Résultats d'analyse des sédiments.....	40
III-2-1- pH.....	40
III-2-2-Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)	41
III-2-3-Matière organique (%)	42
III-2-4-Les pesticides et les HAPs	42
III-3-Résultats d'analyse des poissons.....	43
III-3-1-Etude biométrique chez l'espèce <i>Abramis brama</i>	43
III-3-2-Dosage des bios marqueurs.....	45
III-3-2-1-Les protéines.....	46
III-3-2-2-GSH	46
III-3-2-3-CAT	47
III-3-2-4-GST.....	48
II-3-2-5-MDA	48

Chapitre IV : DISCUSSION

IV-1-Eau	49
IV-1-1-La température	49
IV-1-2-pH	49
IV-1-3-La conductivité électrique	50
IV-1-4- Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO_5) ($\text{mg d}'\text{O}_2/\text{L}$)	50
IV-1-5- Demande Chimique en oxygène (DCO) ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	50
IV-2-Les sédiments	51
IV- 2-1-Le pH	51
VI-2-3-La matière organique	51
VI-3-Les HAP et les pesticides	52
VI-4- Les biomarqueurs de stress oxydatif	52
VI-4-1-La catalase (CAT).....	53
VI-4-2-Malondialdehyde (MDA)	54

VI-4-3-Le glutathion (GSH)	54
VI-3-4-Glutathion- S- transférase (GST).....	54
Conclusion générale	55
Références bibliographiques	58
Annexes	

Introduction

Introduction générale

Le barrage de Béni Haroun, est d'une grande importance nationale. Aussi, de par sa capacité (963 hm³) et son impact régional, il constitue actuellement le plus imposant aménagement hydraulique réalisé à travers le pays. En plus de son utilisation pour alimenter plus de quatre millions habitant réparties sur 6 wilayas de l'Est Algérien (Mila, Constantine, Oum Elbouaghi, Jijel, Batena et Khenchela), et l'irrigation de la terre agricole, le barrage Béni Haroun est considéré comme une source importante des poissons d'eau douce (ANB, 2014). Malgré son importance, Béni Haroun sert d'exutoire des différents rejets des activités industrielles, agricoles et municipaux, qui le contaminent par des différents polluants chimiques qui se sont accumulés dans les eaux et les sédiments (Habila, 2008). Entre autres, les polluants organiques et leurs dérivés comme les biphényles polychlorés (BPC), les pesticides organochlorés(OCP), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), polychlorodibenzofuranes (PCDF) et dibenzop-dioxines (PCDD) persistant et peuvent s'accumuler dans les organismes vivants aquatiques à des concentrations élevées en présentant un danger (Lukyanova et al, 2010).La présence de ces substances dans l'environnement aquatique peut être déterminé par les analyses chimiques. Cependant ces analyses seules restent insuffisantes, car elles ne prennent généralement pas en compte les notions de mélanges, des interactions possibles, de spéciation ou de biodisponibilité des polluants et des effets sur les organismes vivants dans un milieu complexe comme l'eau, c'est pourquoi l'utilisation intégrée des analyses chimiques ,biochimique comme biomarqueurs est la meilleure façon d'évaluer l'état sanitaire des milieux aquatiques (Bozcaarmutlu et al, 2009, Van der Oost et al, 2003).

La réponse aux polluants est généralement reflétée par un changement dans l'activité de certaine enzyme spécialement celles qui sont impliquée dans le système de biotransformation c'est pourquoi les biomarqueurs constituent un système d'alarme précoce de la santé de population naturelle sous forme d'un signal intégré du stress chimique (Ozman et al, 2004; Ozmane et Gungordu, 2011). Entre autres l'activité du glutathion-S-transférase (GST), et les paramètres du stress oxydant sont largement utilisés comme biomarqueur pour surveiller la qualité de l'environnement aquatique (Ozman et al, 2008 ; Van der Oost et al 2003).

Les poissons jouent un rôle important dans le réseau trophique aquatique suite à leur fonction de transférer l'énergie à travers les différents maillons de la chaine alimentaire. Ils se situent au sommet de la chaine trophique et peuvent affecter directement la santé de l'homme.

C'est pourquoi les poissons sont largement utilisés pour évaluer la santé des milieux aquatiques (Gongurdu et al, 2012). Les poissons appartenant à la famille des cyprinidés, espèces omnivores et benthopélagiques sont largement utilisés dans les programmes de biosurveillance (Ozmen et al, 2008). Le choix est porté sur l'espèce *Abramis brama* comme une espèce bio indicatrice puisqu'elle répond à plusieurs critères de sélection, elle est abondante, facile à échantillonner, présente toute l'année, suffisamment grosse, robuste et tolérante contre la majorité des contaminants.

Notre objectif principale est d'évaluer la qualité du lac barrage Béni Haroun en utilisant une approche multi-marqueurs basée sur le suivi des paramètres physicochimiques ; et la recherche des POPS dans les eaux et des sédiments, des indices biologiques (biométrie) et des marqueurs biochimiques enzymatiques et non enzymatique du stress oxydant dans l'espèce de poisson ainsi choisie (*Abramis brama*).

Le manuscrit s'articule autour de quatre chapitres :

Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique, est divisée en quatre parties, la première concerne les généralités sur la pollution de l'eau et leurs différents types, la deuxième contenu une généralité sur les polluants organiques persistants et leur comportement dans les trois compartiments (l'eau, l'air, sédiments), la troisième conçoit une explication de la bio surveillance et bio marqueurs, et la quatrième porte sur le stress oxydant.

Le second chapitre, matériel et méthodes, qui décrit la stratégie expérimentale pour la quelle nous avons opté.

Le troisième chapitre, regroupe l'ensemble des résultats et leurs interprétations.

Enfin, dans un quatrième chapitre, l'ensemble des résultats acquis à cette étude font l'objet d'une synthèse comparative suivi par conclusion générale comportant des recommandations et des perspectives.

Synthèse bibliographique

I-La pollution de l'eau

Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la crise globale de l'environnement. En effet à la différence de divers phénomènes de pollution qui ne constituent qu'une menace potentielle susceptible d'affecter à l'avenir les activités humaines, la crise de l'eau sévit déjà depuis longtemps et avec une gravité sans cesse accrue ,affectant aussi bien les pays industrialisés que ceux du tiers monde (**Ramade ,1998**).

I-1-Définition de la pollution de l'eau

La pollution des eaux se traduit par des effets très spécifiques dus aux particularités écologiques propres aux milieux aquatiques. L'eau est capable de dissoudre peu ou prou, mais souvent avec facilité, la plupart des substances chimiques minérales ou organiques. De plus, elle met en suspension les matières insolubles et les déchets solides. De sorte que, tout polluant de l'eau va se trouver entrainer par le jeu du cycle hydrologique fort loin, en aval de la source de contamination (**Ramade ,1998**).

I-2-Les types de la pollution des eaux

La plupart du temps, un rejet n'est jamais une source unique et les différents types de pollution sont mélangés et agissent les uns sur les autres. Plusieurs critères peuvent être utilisés, selon les besoins, pour classifier les pollution .Il s'agira par exemple de l' origine des substances ,qui renseigne globalement sur leur nature et leur mode de transfert ,ou de l'effet des pollution ,qui s' intéresse de mode réaction des écosystèmes selon la nature et la dynamique d'apport des substances ,ou encore du mode d' apporte. (tableau 01). (**Gravez et Bernard, 2006 ; Ramade , 1998**).

Tableau 01 : Les différents types de la pollution des eaux.

Type de la pollution des eaux	Nature physicochimique	Source ou agent causal
Pollution agricole d'origine	<p>Il se caractérise principalement par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Des fortes teneurs en sels minéraux, • La présence de produits chimiques de traitement des cultures ; • La présence épisodique dans les effluents d'élevage de produits sanitaires (Genin et al, 2003). 	<p>-Une cause majeure de pollution de la biosphère tient au développement d'un modèle d'agriculture et d'élevage réputés modernes (Ramade, 2005).</p> <p>-Elle a pour origine les cultures et les fermes (Faurie et al, 1998).</p> <p>- Elle comporte une composante domestique, issues des sièges d'exploitation souvent non raccordés à un réseau, et une eau composante plus spécifique mais complexe.</p>
Pollution domestique d'origine	<p>-Les effluents (rejets des eaux usées) contiennent: des germes fécaux, des sels minéraux ; des détergents et des fortes teneurs en matière organique (Faurie et al, 1998; Genin et al, 2003).</p>	<p>-L'élimination des déchets par des mises en décharge polluantes et par l'élimination inappropriées des eaux de rejets apportent également leur contribution (Benecke et al, 2004).</p>

<p>Pollution d'origine urbaine</p>	<p>D'une manière générale, la composition des effluents urbains est caractérisé par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une forte charge en matière en suspension ; • Une pollution organique, dont une grande partie est biodégradable ; • Une pollution minérale ; • Une pollution microbienne; avec des germes témoignant d'une pollution fécale ; <p>(Viala et Botta, 2005).</p>	<p>-Apparue depuis qu'il existe des réseaux de collecte spécifiques, avec des points de concentration des rejets, elle engendre de graves perturbations, (Genin et al, 2003).</p>
<p>La pollution d'origine industrielle</p>	<p>On trouve :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les graisses et matière organique ; • Des hydrocarbures ; • Des métaux lourds ; • Des produits chimiques divers ; • Matière radioactive ; De l'eau chaude (Faurie et al, 1998; Genin et al, 2003). 	<p>-L'élimination des déchets par des mises en décharge polluantes et par l'élimination inappropriées des eaux de rejets apportent également leur contribution (Benecke et al, 2004).</p> <p>Elle est caractérisée par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau dans le processus (refroidissement, lavage, extraction, mise en solution, etc.) et l'activité de l'usine (chimie, traitement de surface, agroalimentaires, etc.) (Genin et al, 2003).</p>

I-3-Polluants organiques persistants (POPs)

La question de la contamination de l'environnement s'est peu à peu imposée face aux pollutions subies directement ou indirectement par les milieux naturels et /ou agricoles. Une grande variété de molécule polluante est émise par les activités anthropiques et les conséquences sur les êtres vivants et les chaînes alimentaires ne sont pas bien connues. Dans cet ensemble de molécules contaminante il faut distinguer les POPs (Samuel, 2012).

I-3-1-Définitions

Les polluants organiques persistants (POPs) ou hydrophobes organiques composés constituent un groupe de produits chimiques organiques (À base de carbone) qui contiennent des atomes de chlore ou de bromure. La majorité de ces hydrocarbures halogénés et polybromodiphényléthers éthers émane de sources anthropiques qui sont pénétrer dans l'environnement grâce à des activités industrielles et agricoles (Haynes et Johnson, 2000).

D'après le **Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POPs) PNUE, Genève 2001**, Les polluants organiques persistants en abrégé (POPs) sont des substances chimiques organiques à base de carbone et d'hydrogène et dont la propagation et la présence dans l'environnement (milieu ambiant comprenant l'eau, l'air, le sol et leurs interactions ainsi que tous les rapports de ces éléments avec les organismes vivants), causent des dommages même à des concentrations très faibles.

I-3-2-Les propriétés physicochimiques des POPs

Les pops sont des substances chimiques organiques dont les propriétés physiques et chimiques, sont telle que rejetés dans le milieu naturel présentent les propriétés suivantes :

- Très stables de ce fait ils peuvent demeurer longtemps dans le milieu ambiant,
- Persistants dans l'environnement à cause de leurs résistance aux processus de dégradation à la lumière,
- Semi-volatils, ils se dégradent lentement et ont la propriété de se disperser dans l'air et de se déplacer sur de grandes distances transportées par les courants,

Plus le climat est froid, moins les pops s'évaporent favorisant ainsi leur accumulation dans les régions comme l'arctique à des milliers de kilomètres de leurs zones d'origine.

- Peu solubles dans l'eau,
- Très solubles dans les lipides (se dissolvent dans les graisses et les corps gras)
- Les pops sont également bio cumulatifs, ils s'accumulent dans les tissus adipeux des organismes vivants dont l'être humain et peuvent atteindre des concentrations très élevées en haut de la chaîne alimentaire (Marie, 2002).

I-3-3-Les différents types des POPs

Il existe différents types de polluants organiques qui sont nocifs pour la santé et le milieu naturel. Selon leurs origine, la Convention de Stockholm les à classés en trois catégories principales qui sont les suivantes :

- Les pesticides sont des produits toxiques issus de l'industrie de l'activité humaine. Parmi ces pesticides on trouve : le DDT, l'aldrine, le chordane, la dieldrine, l'endrine, l'heptachlore, l'hexachlorobenzène(HCB), mirex, toxaphène.
- Les produits chimiques industriels comme les polychlorobiphényles(PCB), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).
- Les sous-produits industriels : polychlorodibenzo-p-dioxines et polychlorodibenzofuranes (appelés couramment dioxines et furanes) (PNUE, 2001).

I-3-4-Le comportement des POPs

I-3-4-1-Dans l'air

Les POPs qui sont libérés dans l'environnement peuvent voyager à travers l'air et l'eau jusque dans les régions très éloignées de leurs sources originelles. Certains POPs peuvent faire le tour du monde dans l'atmosphère.ils descendent dans les océans et les étendues d'eau douce pour ensuite retourner, après évaporation dans l'atmosphère ou ils voyagent de nouveau pour descende encore dans un nouvel endroit et finalement se concentrer dans les climats les plus froids. Ce phénomène est appelé effet sauterelle (Marchant et al, 1985).

I-3-4-2-Dans l'eau

Les polluants organiques peuvent aussi demeurer dans l'eau sous différentes formes. Ils peuvent être dissous ou en suspension sous la forme de gouttelettes ou de particules. Ce qui fait que sous ces différents états, ils parcourent de grandes distances dans l'eau et ce de différentes façons. Les particules peuvent tomber au font des rivières et des lacs ou rester à la surface selon leur densité. Cela veut dire qu'elles peuvent demeurer au même endroit quant l'eau ne s'écoule pas rapidement. Dans les fleuves, les polluants parcourent de longues distances. La distance parcourue dépend de la stabilité et de l'état physique du polluant et de la vitesse d'écoulement du fleuve. Dans les lacs et les océans les polluants sont transportés par les courants. Cela leur permet de voyager d'un continent à un autre (Samuel, 2012).

I-3-4-3-Dans les sédiments

Les sédiments peuvent être considérés comme l'ultime destination de certains POPs car véhiculés par les rivières, principale voie de migration des POPs (Samuel, 2012). Ils ne sont généralement par émis directement dans le sol et les sédiments .La contamination de ces

compartiments résulte d'un transfert de l'atmosphère vers le sol (Mostert et al, 2010) et du compartiment aquatique vers les sédiments (Ghosh et Hawthorne, 2010).

I-3-5-Sources de production des POPs et leurs utilisations

Les sources de production des POPs sont diverses. On peut distinguer trois sources principales :

1) Les pesticides : sont des produits destinés pour prévenir ou combattre les maladies et les fléaux des végétaux ainsi que les mauvaises herbes. Ils sont utilisés pour protéger les récoltes contre les maladies et les fléaux, pour combattre par exemple le moustique de la malaria ou les tiques du bétail.

-Hexachlorobenzène (HCB) : il est utilisé comme fongicide dans le traitement des semences de blé, d'orge et de sorgho. Il est aussi utilisé dans la fabrication de feux d'artifice, de minutions et de plastiques synthétiques.

-Endrine: Il est utilisé comme insecticide dans les champs de coton et de céréales. Il est employé comme raticide dans le contrôle des rats de taupes ainsi que celui des oiseaux.

-Mirex : Insecticide employé pour lutter contre les fourmis et les termites. Il est aussi utilisé dans les plastiques, le caoutchouc et les matériaux électroniques comme agent ignifuge.

-Toxaphène : C'est un produit constitué de plus de 670 substances chimiques .Il est utilisé comme insecticide dans le contrôle des insectes ravageurs du coton et d'autres cultures. On le retrouve aussi dans la lutte contre les tiques et les acariens chez le bétail et pour lutter contre les animaux indésirables dans des pièces d'eau.

-Chlordane : Il constitue un insecticide de contact à large spectre. On l'utilise dans la culture de céréales, de pomme de terre, de canne à sucre, sur les fruits, les graines de coton et sur la culture de jute. Il est également utilisé sur les pelouses résidentielles, les espaces verts urbains et pour lutter contre les vecteurs du paludisme.

-Aldrine et dieldrine : Insecticides utilisés dans les cultures de maïs, de pomme de terre et de coton .Ils sont de même destinés pour le contrôle des termites.

-DDT : Insecticide utilisé sur les cultures principalement sur le coton .Actuellement on l'utilise dans le contrôle des vecteurs de certaines maladies comme le paludisme (Samuel, 2012).

2) Les produits chimiques industriels : polychlorobiphényle (PCB) commercialisés sous la marque pyralène. Ont été utilisés dans les années 30 comme fluides isolants dans les transformateurs, condensateurs et disjoncteurs électriques à haute tension comme fluides hydrauliques, comme produits d'imprégnation du bois et du papier ou comme plastifiants (peinture et laques) (Réglementation et Alternatives en Afrique, 2000). Aussi bien les HAP

sont généralement présents sous forme de mélanges complexes dont la composition varie selon l'origine (Law et al, 1994). La contamination du milieu aquatique se fait essentiellement par voie atmosphérique et par drainage et lessivage des sols, les risques s'intensifiant après de fortes précipitations (Ollivon et al, 1993 ; Law et al, 1994).

3) Les dioxines et les furanes : peuvent être créés par des émissions lors de l'incinération des déchets hospitaliers ,municipaux, des émissions des véhicules et la combustion du carbone ,de la tourbe et du bois .Les dioxines se forment quand le chlore est brûlé en présence de certains précurseurs. Le chlore présent dans les incinérateurs provient des sources comme les polychlorures de vinyle (PVC), les chlorures de vinyle, les solvants chlorés les adjuvants de peinture et de pesticide. Les dioxines se forment à travers les procédés utilisés dans les fonderies des métaux, les raffineries et les cimenteries (Samuel, 2012).

I-3-6- Expositions aux POPs et leurs effets

I-3-6-1-Sur l'homme

Les polluants organiques persistants constituent une menace importante pour la santé humaine, animale et l'environnement .En effet, les POPs ont la possibilité de causer des dommages aux personnes et aux organismes vivants de la nature, même à des doses très faibles. Et de ce fait l'utilisation inconsidérée de ces produits pose de problèmes environnementaux et de santé (Marie ,2002).

Différents groupes et segments de la population sont exposés aux POPs mais de façon inégale et diversifiée. Les figures (1) et(2) montre cette exposition en de deux manières :

- l'exposition délibérée (suicides et homicides) à partir de l'eau, de l'air ou des aliments.
- l'exposition accidentelle, par voie cutanée, orale ou respiratoire.

Ces modes d'exposition ou de contamination ont été résumés comme indique dans la figure (K.E.P, 1990) (Ulaszewska et al, 2012).

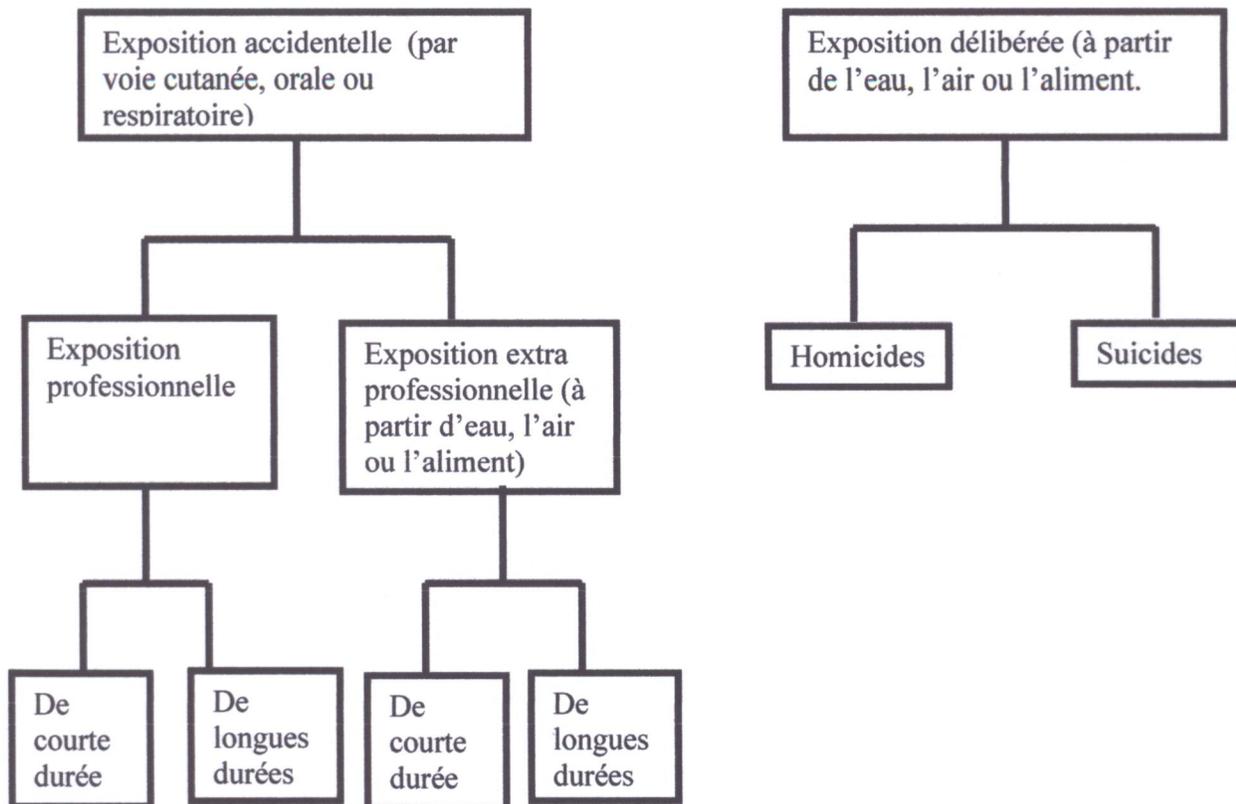


Figure 01 : Mode d'exposition au POPs chez l'homme . (Marie Pauline, 2003).

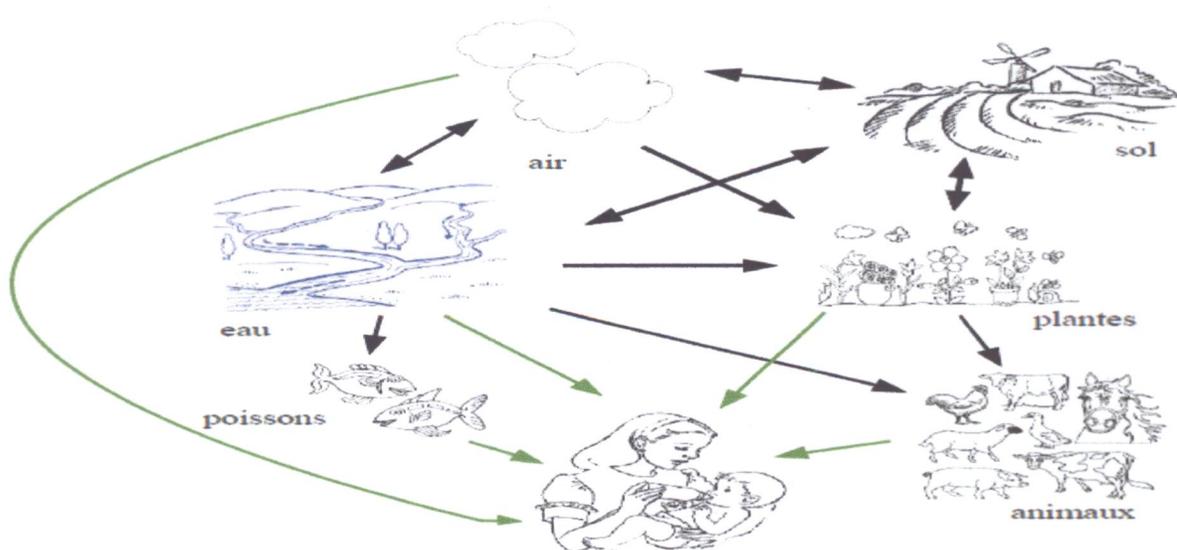


Figure 02 : Modes de contamination des POPs chez l'homme (Ulaszewska et al, 2012).

L'homme peut être contaminé par l'air, l'eau et la nourriture. et Les bébés peuvent être contaminés par le lait maternel (Figure 02).

I-3-6-2-Sur l'environnement

Les risques encourus par l'environnement à travers les mauvaises pratiques agricoles, en l'occurrence l'usage anarchique des pesticides peuvent se révéler dramatiques et immenses (Yaguibou, 2005).

Selon Senat (2001), même de faible concentration naturelle dans l'environnement, les POPs deviennent polluants grâce aux activités anthropiques qui y augmentent leur concentration.

I-4-Bio surveillance et bio marqueur

I-4-1-La bio surveillance

La bio surveillance se définit comme « l'utilisation des réponses à tous les niveaux d'organisation biologique (moléculaire, biochimique, cellulaire, physiologique, tissulaire, morphologique, écologique) d'un organisme ou d'un ensemble d'organismes pour prévoir et/ou révéler une altération de l'environnement et pour en suivre l'évolution ».

Si les organismes vivants les plus divers peuvent être utilisés (ex : mouches et détection de HAP (Vaché et Leoz ,2003), les végétaux en sont les outils privilégiés. La diversité végétale offre un large panel d'organismes utilisables : Bryophytes, Lichens et Plantes supérieures (plantes herbacées, feuilles et écorces d'arbres, choux ...) qui sont employés spécifiquement ou non pour un grand nombre de polluants (ozone, oxydes d'azote, métaux lourds, HAP, dioxines, pesticides.....).

En général, on distingue deux principes de bio surveillance :

1-La bio surveillance dite sensible, qui utilise des organismes qui répondent au stress causé par la pollution. La mesure de cette sensibilité définit trois concepts :

- **Le bio-marqueur** qui se situe au niveau infra-individuel : altération moléculaires, biochimiques, cellulaire ou physiologiques non visibles. Exemples : dégradation de l'activité enzymatique, ou modifications de la respiration, de la photosynthèse et des constituants cellulaires tels que la chlorophylle a et b, les protéines solubles (Gonzalez et Pignata ,1997).
- **Le bio-indicateur** qui se place au niveau individuel : altération physiologiques, tissulaires ou morphologiques visibles. Exemples : apparition de nécrose de plants de tabac exposés à l'ozone (Saitanis et Karandinos, 2001).
- **Le bio-intégrateur** qui se situe au niveau de la population et : ou de la communauté : variation densitaire, présence : absence d'espèces. Exemple : diagnostic ecolichenique pour déterminer un indice de pureté atmosphérique (Piervittori et Maffei ,2001).

2 -La bio surveillance par l'**accumulation**, qui utilise des organismes qui ont la capacité de stocker les polluants dans leurs tissus (bio accumulateurs) suite à des mécanismes de fixation et/ou de transfert .Le bio accumulateur sert ici de matrice de dosage de différents polluants. Il doit répondre aux spécifications suivantes (**Conti et Cecchetti ,2001**) :

- Accumuler le(s) polluant(s) et ce, sans disparaître.
- Fournir suffisamment de tissus pour l'analyse.
- Avoir un facteur de concentration suffisant pour pouvoir être analysé directement sans pré-concentration.
- Présenter une concentration tissulaire du polluant représentative du niveau de contamination de l'environnement.

On distingue principalement deux stratégies de mise en œuvre de la bio surveillance :

a) La première appelée **méthode in situ** (ou bio surveillance passive), utilise les organismes déjà présents sur le site (organismes indigènes. Elle a l'avantage d'être rapide. En effet, les végétaux ayant déjà été exposés aux polluants, il ne reste plus qu'à les collecter et à les analyser .On doit cependant veiller à ce qu'ils aient (**Conti et Cecchetti ,2001**) :

- Une distribution spatiale et une abondance suffisante pour être représentatifs de la zone étudiée,
- Une saisonnalité compatible avec les objectifs de la campagne de mesure,
- Un mode de collecte facile,

La densité et la localisation des emplacements de prélèvement devront répondre aux objectifs de l'étude. Les enquêtes à grande échelle couvrant de plus grands domaines exigeront évidemment plus d'emplacements que des études de sources ponctuelles d'émission. Pour ces dernières, les sites d'échantillonnage sont fréquemment choisis le long de transects ou de gradients par rapport à la source de pollution.

Cependant, l'utilisation d'espèces indigènes détermine bien souvent le nombre et la localisation des emplacements.

A l'emplacement de prélèvement, une certaine attention devrait être accordée au substrat, celui-ci pouvant affecter la composition élémentaire de l'espèce étudiée (**Conti et Cecchetti ,2001**).

b) La seconde appelée **méthode des transplants** (ou bio surveillance active) emploie des organismes dit transplantés .Elle peut être utilisée par exemple lorsque la méthode in situ n'est

pas envisageable (absence d'organismes correspondant aux critères de l'étude). Cette dernière nécessite plus de temps. En effet, il faut laisser le temps aux transplants (organismes provenant d'une zone « saine » d'accumuler les polluants présents dans leur nouvel environnement, cette phase d'exposition pouvant être plus ou moins longue selon le type d'organismes choisi et le polluant étudié.

La transplantation est une technique expérimentale où les organismes utilisés pour l'étude sont transférés d'un environnement non pollué (milieu dit 'sain' : zone rurale...) vers un site pollué ou suspecté de l'être. Cette alternative à la méthode in situ permet de palier aux problèmes suivants :

- L'absence d'espèces utilisables dans la zone d'étude (niveau de pollution trop élevé. Absence d'habitats du fait de l'urbanisation ou de l'industrialisation).
- La mauvaise répartition d'une espèce qui ne permet pas un échantillonnage représentatif de la zone d'étude.

Mais l'avantage principal de la transplantation est qu'il permet un total contrôle du temps d'exposition. Pour exploiter les résultats obtenus par la méthode des transplants, la concentration initiale en polluants (avant la phase d'exposition) doivent être déterminées.

Celles-ci sont souvent retranchées aux concentrations après exposition pour calculer les quantités d'éléments déposées pendant la période d'exposition (Gailey et Lloyd, 1993).

➤ Utilisation du poisson comme indicateur de contamination

Sachant que les divers polluants présents dans les sédiments, sont susceptibles d'être remobilisés et de contaminer la chaîne alimentaire, la science a décidé d'analyser un maillon de cette chaîne et le choix s'est porté sur les poissons (CSP, 1995). Le poisson a dans le règne animal une importance particulière. Il représente plus de 50% de l'ensemble des vertébrés et occupe pratiquement tous les milieux aquatiques même les plus extrêmes. Les peuplements piscicoles apparaissent désormais comme un élément indispensable d'appréciation de la qualité de l'écosystème et sont susceptibles d'apporter des informations complémentaires de celles qui sont fournies par d'autres communautés (Minier et al, 2006). De plus, le poisson est pratiquement le seul organisme aquatique à être consommé et s'il est contaminé, il risque de provoquer des intoxications chez l'homme.

I-4-2-le bio marqueur

D'après Van Gestel et Van Brummelen (1996), le bio marqueur est défini comme toute réponse biologique à un contaminant chimique environnemental à un niveau infra-individuel, mesuré dans un organisme ou dans ses « produits » (urine, fèces, poils, plumes...), indiquant un changement par rapport à l'état normal qui ne peut être détecté chez l'organisme sain).

Ainsi, les bio marqueurs sont un complément indispensable dans la surveillance des pollutions aquatiques. De plus, la surveillance de la pollution, notamment aquatique, par l'utilisation des bio marqueurs peut s'effectuer à différents niveaux d'organisation, allant de l'individu jusqu'au niveau de la communauté (analyse des indices biocénétiques) (Lagadic et al, 1997).

I-4-2-1-Classification des bio marqueurs

Les bio marqueurs peuvent être classés en 4 catégories :

Tableau 02 : Exemples de classification des bio marqueurs (Lagadic et al, 1997 ; Cajaville et al, 2000; De Lafontaine et al, 2000).

Catégorie	Description	Exemples
BM d'exposition à un Xénobiotique	Témoin de la pénétration du polluant dans l'organisme, souvent le résultat d'une interaction polluant / molécules biologiques dans les tissus ou fluides corporels.	Conjugaison au GSH, formation d'adduits à l'ADN, induction des MT.
BM d'effet	Témoin de l'amplitude d'un effet, toxique ou non, sur une cible critique, après entrée et distribution du xénobiotique dans l'organisme (= BM de stress général + BM spécifiques d'une classe de xénobiotiques).	Cassures à l'ADN, enzymes du stress oxydant, réponses lysosomales.
BM de sensibilité	Témoin de variations génétiques de la réponse à la contamination par les polluants. Lorsque cette sensibilité est faible, après sélection par des molécules toxiques : BM de résistance.	Augmentation de la quantité de GST, baisse de sensibilité des AChE (résistance aux insecticides).
BM de défense	Réaction de défense d'un organisme exposé à un contaminant.	Induction des MT ou de l'activité EROD.
BM de dommages	Altération directe causée à l'organisme par les contaminants toxiques.	Cassures à l'ADN, produits de la LPO, niveaux de VG.

I-4-2-2-Les bio marqueurs chez les poissons et l'évaluation du risque environnementale

Les bio indicateurs ; et particulièrement ceux qui ont une forte longévité comme les poissons qui sont trop sensibles aux impacts d'une mixture des polluants présents dans les milieux aquatiques. Généralement les polluants peuvent avoir des effets au différents niveau d'intégration de l'organisme ; ces effets peuvent aller du niveau moléculaire ; biochimique et cellulaire jusqu'au niveau comportemental (Minier et al ,2006). L'exposition aux faibles concentrations des substances toxiques ne peuvent être pas affecté l'organisme. Mais elle provoque des petits changements au niveau cellulaire qui peut être dangereux si l'organisme est exposé à ces polluants pendant une longue période. Ces changements (bio marqueurs) représentent un signe précoce d'alarme de la contamination des milieux aquatiques (Vander ost et al, 2003).

I-4-2-3-Les différents types des bio marqueurs utilisés chez les poissons dans la surveillance des écosystèmes aquatiques

Dans le but de surveiller la qualité des écosystèmes aquatiques, plusieurs bio marqueurs ont été proposé chez les poissons à savoir les enzymes de la phase I et de la phase II de biotransformation, les paramètres de stress oxydatif, les produits de biotransformation l'acetylcholinestérase, les métallothionins, etc . (Markert et al, 2003).

-Les enzymes de biotransformation

le foie est l'organe principale impliqué dans le système de biotransformation des polluants chimiques lipophiles comme les POPs , dont le rôle est de les rendre plus hydrosolubles et par conséquent facilement éliminables. La biotransformation des substances toxiques se déroule en deux phases :

➤ La phase I

Cette phase inclus les réactions d'oxydation catalysées par le système P450 dans la majorité des cas les métabolites produits sont moins toxiques, mais dans certains cas les métabolites produits sont plus toxiques (Behrens et Segner, 2001). En plus de son implication dans le métabolisme des stéroïdes le système p450 plus particulièrement le cytochrome de la sous famille P4501A, joue un rôle majeur dans la métabolisation des xenobiotiques lipophiles comme HAP, pesticides, PCB(POPs). Ces derniers sont capables d'induire le système p450 (EROD) chez les poissons (Scott et Sloman, 2004). (Goksoyr et Forlin, 1992 ;Bucheli et Fent, 1995 ;Goksoyr et Husoy, 1999). Plusieurs études ont montré l'induction du système p450 dans les poissons capturées dans des milieux contaminés par les pops (Bucheli et Fent, 1995; Goksoyr, 1999 ;Figueiredo-Fernandes et al, 2006). C'est pour quoi l'induction du système P450 a été incorporée dans les programmes de bio surveillance (Whyte et al, 2000).

➤ La phase II

Les réactions de conjugaison par les enzymes de phase II sont également importantes lors de la détoxification de certains produits chimiques. Les glutathion S-transférases représentent une famille d'enzymes multifonctionnelles essentiellement cytotologiques, impliquées dans des opérations diverses de transports et de biosynthèses intracellulaires (Deviller et al, 2005). Mais la fonction des GST la plus étudiée en ce qui concerne la prévention de la pollution dans l'environnement demeure leur activité de catalyser des réactions de conjugaison entre un peptide, le glutathion, et des molécules réactives comportant des sites électrophiles, capables de réagir dangereusement avec des macromolécules comme les acides nucléiques (ARN, ADN). (Ketterer et al, 1989). La catalyse de cette conjugaison du glutathion avec certains substrats représente une étape dans la formation des composés qui seront moins toxiques et plus hydrosolubles que les molécules de départ (Deviller et al, 2005). A la situation avant que celle-ci ne devienne trop critique (Den Besten et al, 2001).

I-5-Stress oxydant

Plusieurs substances toxiques ou leurs métabolites y compris les polluants organiques persistants sont des précurseurs des radicaux libres oxygénés, ces dernières peuvent réagir avec les macromolécules en entraînant la désactivation des enzymes, des dommages de l'ADN et la peroxydation des lipides (LPO) chez les poissons (van der Oost et al, 2003, Dautremepuits et al ;2009)

I-5-1-Définition

Le stress oxydant est défini comme un déséquilibre entre la production d'oxydants, ou ROS, et les molécules anti oxydantes en faveur des oxydants (Delattre et al, 2005). Le terme ROS fait référence à plusieurs types de métabolites réactifs à l'oxygène tels que les radicaux libres et d'autres non-radicalaires tel que le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) (Hozawa et al, 2007).

Le stress oxydant correspond à un déséquilibre entre la génération d'espèces oxygénées activées (EOA) et les défenses anti oxydantes de l'organisme, en faveur des premières (Haleng et al, 2007).

I-5-2-Les radicaux libres

Les radicaux libres sont des molécules hautement réactives possédant un ou plusieurs électrons non paires tels que l'anion superoxyde (O_2^-), le radical hydroxyle (OH) et l'oxygène singlet 1O_2 (Wiseman et Halliwell, 1996), (Figure 03).

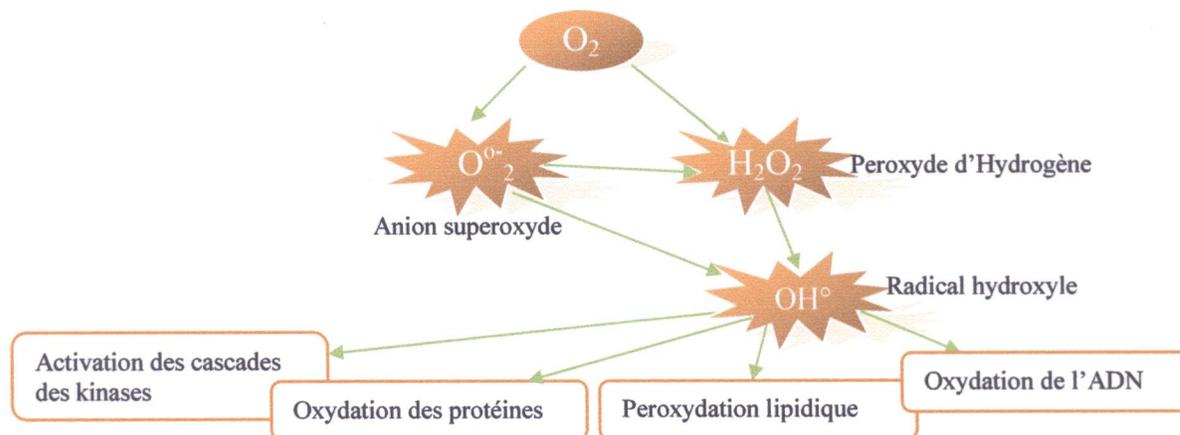


Figure 03 : schéma des différentes formes de ROS (Garait, 2006).

I-5- 3-La formation du stress oxydant

Des situations très variées sont susceptibles d'entraîner une surproduction de ROS ; les capacités anti-oxydantes peuvent également être affectées dans certains cas.

- L'exposition à un grand nombre des substances chimiques, organiques ou métalliques, a pour conséquence une formation excessive de ROS (Kappus et Sies, 1981 ; Cohen et Doherty, 1987; Livingstone et al, 1990). Dans le cas des métaux de transition, leur présence accélère la formation des ROS car ils facilitent les réactions de type Haber-Weiss (Bremner, 1998). Dans le cas des composés organiques, la source principale est la première phase de métabolisation des xénobiotiques, pendant laquelle la réduction du composé chimique peut donner lieu à la formation d'un métabolite radicalaire.
- Un régime déficient en anti-oxydants moléculaires peut également entraîner une plus grande susceptibilité aux dommages oxydatifs (Chow, 1979 ;Cabrini et al, 1998).
- L'exposition à une forte concentration en oxygène induit un stress oxydant plus ou moins grave (Delattre et al ,2005).

I-5-4-Systèmes de défenses enzymatiques

I-5-4-1-Systèmes antioxydants enzymatiques

-Les superoxydes dismutases (SOD)

Ces métalloprotéines, qui représentent une des premières lignes de défense contre le stress oxydant, assurent l'élimination de l'anion super-oxyde $O_2^{\bullet-}$ par une réaction de dis mutation, en le transformant en peroxyde d'hydrogène et en oxygène (Haleng et al ,2007).

-La catalase (CAT)

Les catalases sont des hémoprotéines (Bourdon, 2004). Sont particulièrement abondantes dans le foie et les globules rouges (Bourdon, 2004 ; Soares, 2005). Ils sont responsables de la dégradation d' H_2O_2 en H_2O et O_2 (Deby-Dupont et al, 2002). Elles n'éliminent pas la totalité du peroxyde d'hydrogène ; mais leur rôle reste très important surtout en présence d'ions ferreux en permettant d'éliminer l'excès de peroxyde d'hydrogène afin que la réaction de Fenton ne puisse pas s'amplifier (Bourdon, 2004).

-Les glutathion peroxydases (GPxs)

La GPx est une sélénoprotéine (cinq isoformes) qui réduit les peroxydes aux dépens de son substrat spécifique, le glutathion réduit (GSH). Son rôle principal consiste en l'élimination des peroxydes lipidiques résultant de l'action du stress oxydant sur les acides gras polyinsaturés. (Haleng et al...2007). Ces enzymes sont sensibles à certains contaminants inducteurs de stress oxydatif au niveau des membranes cellulaires, comme les HAP, PCB, certains pesticides (Van derost et al, 2003)

I-5-4-2-Systèmes antioxydants non enzymatiques**-Glutathion (GSH)**

Le glutathion peut en effet non seulement réduire H_2O_2 en eau et des peroxydes de types ROOH ou alcool, mais également interagir directement avec les ROS formés par l'oxydation des vitamines E et C baissant ainsi les niveaux de peroxydation lipidique (Bourdon, 2004).

Le rapport glutathion réduit/glutathion oxydé (GSH/GSSG) est souvent utilisé comme un marqueur du stress oxydant car le flux d' H_2O_2 est important, plus le GSH est consommé et le GSSG augmente (Garait, 2006).

-Métallothionéines (MT)

La première fonction décrite de cette protéine est la détoxification des métaux lourds. Leur rôle comme antioxydant est démontré dans différents cas de stress oxydant : rayons X, Paquarat, Cisplatine et Doxorubicine ; il a été montré que les MTs étaient capables d'éliminer le radical hydroxyle (Hardivilier, 2005). Les MTs exercent également leur rôle antioxydant en chélatant les ions fer, cuivre et ainsi limite secondairement la réaction de Fenton (Haton, 2005).

-Les oligoéléments

Le cuivre, le zinc, le manganèse, le sélénium et le fer sont des métaux essentiels dans la défense contre le stress oxydant. Toutes les enzymes antioxydants requièrent un cofacteur métallique pour maintenir leur activité catalytique. Cependant, certains oligoéléments, notamment le fer, lorsqu'ils sont en excès dans l'organisme et sous leur forme réduite, peuvent avoir une action pro oxydante (réaction de Fenton, d'Haber- Weiss) (**Garait, 2006**).

I-5-4-3-Autres types des biomarqueurs

-Acide malonedialdéhyde (MDA)

Le taux de MDA (acide malonedialdéhyde) est un produit des réactions de préoxydation lipidique qui se forme lors de l'attaque des lipides polyinsaturés (de la famille n-6) par des espèces réactives de l'oxygène générées par certains contaminants (HAP, PCB, pesticides, métaux). Les hydro peroxydes ainsi formés se décomposent en intermédiaires radicalaires et en aldéhydes dont un des représentants les plus réactifs est le malonedialdéhyde (MDA). Le MDA est un agent alkylant puissant capable de réagir avec les macromolécules biologiques. Le dosage de ce composé présente donc un intérêt certain chez les animaux soumis à des contaminations multiples (**Narbonne et al, 1991, Pellerin-Massicote, 1994**).

Matériel et méthodes

II-1-Présentation de la zone d'étude

II-1-1-Situation géographique

Le barrage de Béni Haroun, situé à une quarantaine de km au Nord de Constantine, contrôle les eaux du bassin de l'oued Kébir-Rhumel. Il est le plus grand barrage du pays, érigé dans la région bien arrosée du Tell oriental, au Sud de laquelle se situent de grands centres urbains (Constantine, Batna, Khenchela...) et de vastes terres irrigables (Hautes Plaines semi-arides) qui ne peuvent être satisfaits par les ressources locales (Mebarki, 2005 ; Mebarki et al, 2008). Au plan morpho-géologique, le barrage et son système de transfert sont localisés dans une zone complexe qui engendre des contraintes d'implantation des ouvrages hydrauliques. Il est situé à l'aval de la confluence de Oued Rhumel et Oued Endja (nord ouest de la région de El-grarem wilaya de Mila) (Figure 04). Sa mise en eau a commencé en Aout 2003 et se poursuit lentement par étape jusqu'à ce jour (A. N. B, 2015).

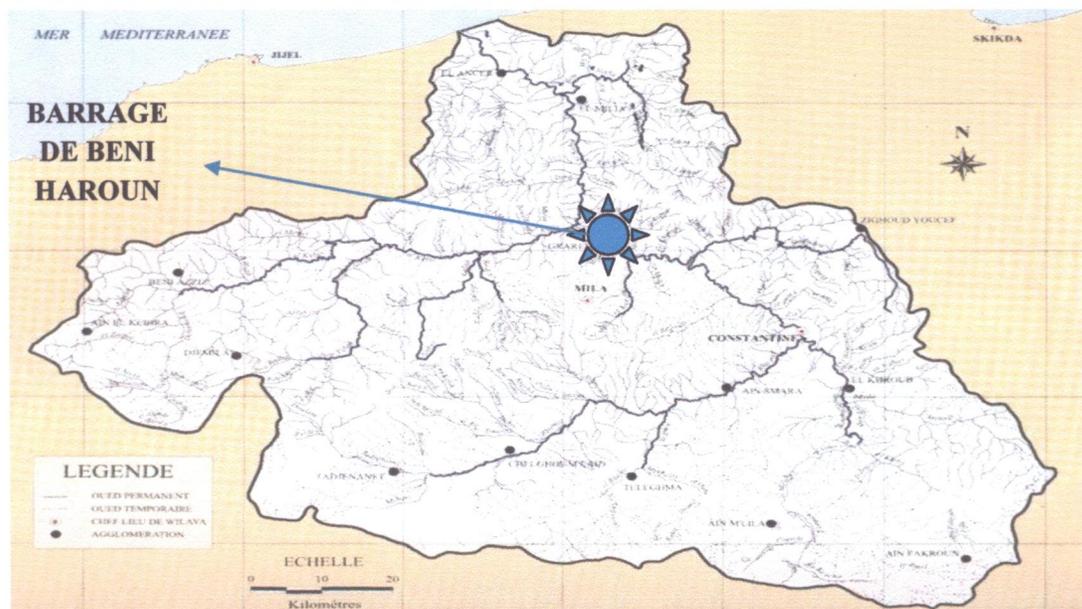


Figure 04 : localisation du barrage Béni Haroun (D.H.W Mila, 2015).

II-1-2-L'hydrographie de la région d'étude

La région de Béni Haroun se trouve au sein du bassin versant Rhumel- Kebir pour cela nous avons jugé utile de procéder d'abord à l'étude hydrologique de ce bassin. Cette étude est faite par Mebarki en 1982 nous ^{avons} servi de documents principaux pour la description de l'hydrologie du milieu. Le bassin versant Kebir-Rhumel se caractérise par un réseau hydrographique assez dense formé essentiellement de deux grands sous bassin.

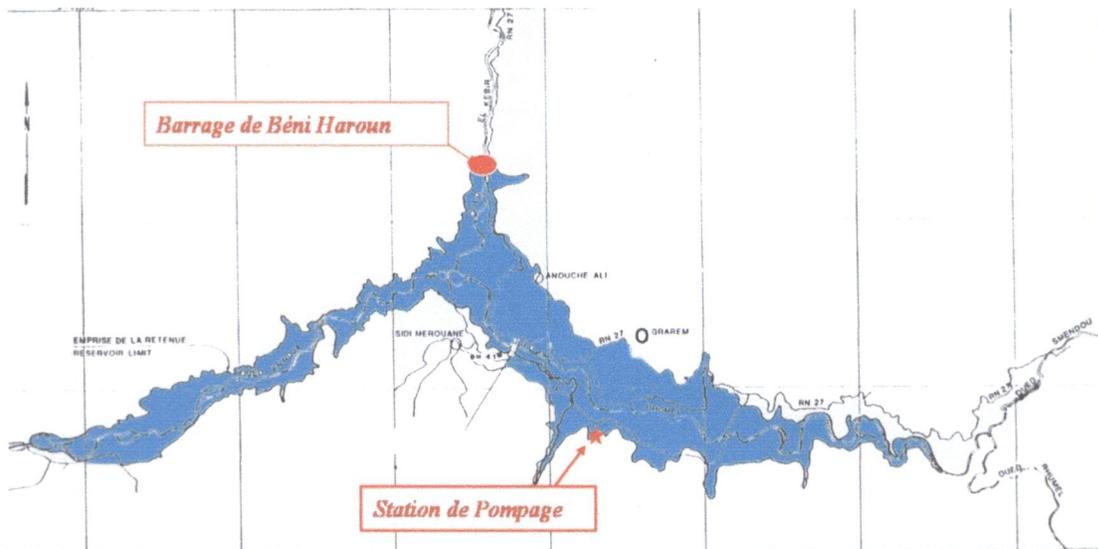


Figure 05 : bassin du barrage Béni Haroun (D.H.W Mila, 2015).

Le sous bassin de Rhumel (170 Km), drainant une superficie de 5315 Km², prend sa source vers 1160 m dans les marges méridionales du tell, au nord ouest de Blaa, il traverse les hautes plaines constantinois, avec une orientation Sud Ouest, Nord Est jusqu'à Constantine. Là il change brusquement de direction et tourne presque à angle droit pour couler en oblique vers le Nord –Ouest et confluer avec l'Oued Endja aux environs de Sidi-Marouane. Le long de son chemin, Oued Rhumel collecte quelques affluents entre autres : Oued Derki, Oued Athménia, Oued Seguin, Oued Bou-Merzoug, Oued Smendou et Oued El-Ktone.

Le sous bassin d'Oued Endja (140 Km) drainant une superficie de 2160 Km² a sa source près de Douar Tassadane situé au Nord-Ouest de Ferdjioua. Il suit une direction Sud Ouest à travers les reliefs montagneux du Tell, parallèlement à la chaîne numidique qui le borde au nord. Cet Oued voit grossir son débit régulièrement par l'intermédiaire des affluents d'Oued Bouslah, Oued Rama, Oueds (Redjas, Melah et Kebir) (Mebarki, 1982).

II-1-3-Contexte géologique

Un cours d'eau, siège de transport d'éléments de diverses natures verra ses paramètres physicochimiques fortement influencés par la nature géologique des terrains drainés. Le bassin versant Kebir-Rhumel est composé de domaines géologiques très différents : le domaine des plaines plio-quadernaires et des horsts calcaires (Hautes Plaines), le bassin néogène à dominance argileuse de Constantine-Mila, le domaine des nappes« Tectoniques » de Djemila (marnes et calcaires marneux), la dorsale kabyle (calcaires Jurassiques) et les

massifs gréseux numidiens et enfin le domaine du socle granitique et Cristalloyphyllien de la petite Kabylie d'El Milia (Mebarki, 1984).

II-1-4-Climatologie

La nature des climats joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques des écosystèmes continentaux. En réalité, il existe une interférence entre climats, composition des communautés en particulier végétales propres à un écosystème donné et nature des sols, d'où la trilogie typique climat-sol-végétation (Ramade, 2010). Aussi, la bonne connaissance des conditions climatiques de la zone d'étude, et de ses caractéristiques est importante pour la compréhension de l'évolution des éléments chimiques et du comportement hydrologique des cours d'eau (Debiech, 2002). Notre zone d'étude est soumise à des influences méditerranéennes et sahariennes, avec un écart de température considérable en toute saison. Le climat de la région d'étude est de type continental, semi-aride avec un hiver pluvieux et froid et un été sec et chaud. Du point de vue bioclimatique, la (figure 06) montre l'existence de deux domaines; le domaine subhumide et le domaine semi-aride (O.N.M, 2015).

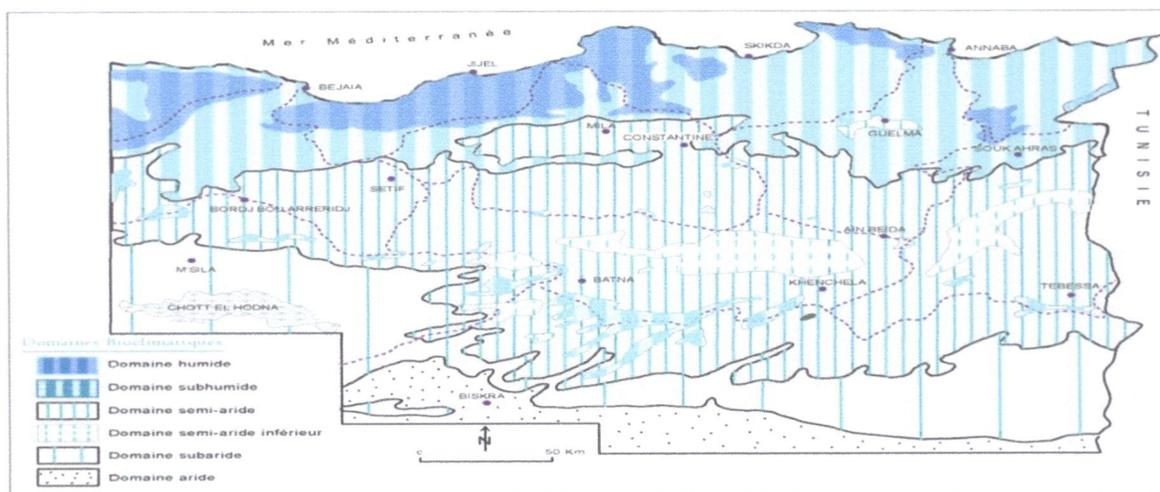


Figure 06 : Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l'Est algérien (Mebarki, 2005).

II-1-4-1- Les précipitations

La pluie est un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes aquifères. La région d'étude est considérée parmi les régions arrosées avec une moyenne de l'ordre de 631,2 mm/an. Les précipitations sont également variables et irrégulières d'une année à l'autre.

II-1-4-2- La température

La figure 07 montre que les températures mensuelles de notre zone d'étude atteignent leur minima au mois de janvier, avec une valeur de (2,89°C). Les maxima sont observés au mois de juillet, avec une valeur de (34.50°C). La moyenne annuelle des minima est de (10.19°C) et celle des maxima est de (22.51°C). Pour la moyenne annuelle arithmétique « $M+m/2$ » est de (16.35 °C).

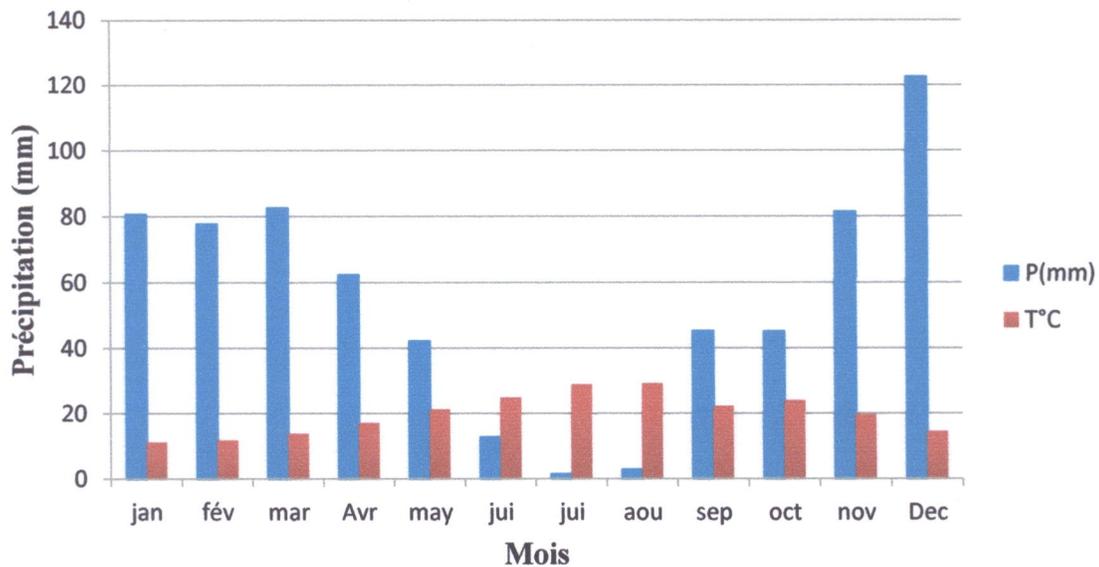


Figure 07 : histogramme des précipitations et températures dans la région de Béni Haroun (Période 2000 à 2013, source O.N.M de Constantine, 2014).

II-2-Echantillonnage et techniques de prélèvements

II-2-1-Choix des stations de prélèvements

Le choix des sites de prélèvement des échantillons se repose, d'une part, sur la qualité du site en fonction de l'éloignement et la proximité des sources de pollution et d'autre part, sur la facilité d'accès et l'abondance de l'espèce étudiée (*Abramis brama*) afin de pouvoir disposer d'un lot suffisant en provenance du même site pendant toute la durée de ce travail. Les sites de prélèvement, qui ont été ciblés selon le gradient de pollution, sont localisés comme suit :

- **Station 01** : située au niveau d'Oued Endja comme étant le deuxième oued qui alimente le barrage (figure 09).
- **Station 02**: située à coté de la digue dans la cuvette du barrage, qui sert d'exécutoire des différents rejets charriés par les deux oueds qui alimentent le Barrage (figure 09) ;

- **Station 03** : Se trouve au niveau d'Oued Rhumel qui reçoit les rejets de la wilaya de Constantine (**figure 08**).

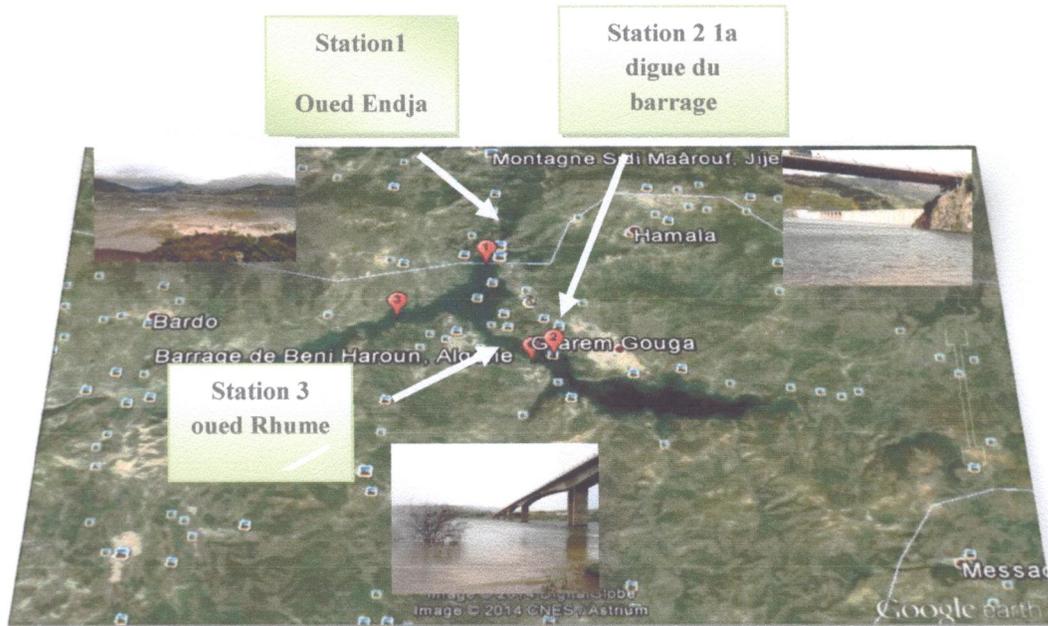


Figure 08: sites des prélèvements (Google earth, 2015).

II-2-2-Matériel biologique : La Brème (*Abramis brama*)

Fiche Technique De L'espèce (Muus Bent-J., 2003).

Brème commune



Nom scientifique : *Abramis brama*

Famille : Cyprinidés

Autres noms : Grande Brème, Brame, Plateau, Plaquette, Brassens, Daoradou,

Anglais : Bream

Poids maximum : 5-9 kg (2 Kg en moyenne)

Longueur maximale : 70-90 cm (35-40 en moy.)

Durée de vie : 15-20 ans

Période de frai : Avril à Juin

Ponte : 30 000-40 000 par kilo

➤ Description

La brème a un corps très haut et fort aplati latéralement. Le dos busqué, surtout chez les individus plus âgés, est caractéristique de ce poisson. Son corps est couvert de grandes écailles et de mucus. La bouche est petite, la mâchoire supérieure dépasse la mâchoire inférieure. La nageoire anale est très longue et comporte 23-30 rayons mous. La nageoire dorsale est courte et insérée en arrière des nageoires pelviennes. La nageoire caudale est très échancrée et le lobe inférieur plus long que le lobe supérieure.

➤ Régime alimentaire

La brème est un grand consommateur de larves d'insectes (surtout de chironomies), de petits crustacés, de mollusques et de débris végétaux. Elle utilise sa bouche protractile pour rechercher sa nourriture sur le fond et pour filtrer les aliments. Les alevins se nourrissent de zooplancton jusqu'à la taille de 7,5 cm, après, ils se nourrissent de benthos, voir de petits poissons pour les individus les plus vieux.

➤ Ecologies

La brème préfère les eaux chaudes, calmes et tranquilles des étangs, des lacs, des réservoirs, des canaux ou des rivières lentes. C'est un poisson grégaire qui peut former des bancs impressionnants.

➤ Reproduction

La maturité sexuelle est tardive en raison d'une croissance lente (5 à 7 ans). La ponte se déroule entre avril et juin, dans des eaux à 12-16°C, peu profondes et riches en végétation submergée. La femelle dépose ses œufs (adhérant) sur des plantes aquatiques ou des branchages. A cette époque, les mâles ont le corps couvert de tubercules nuptiaux. L'hybridation de la brème avec le gardon et le rotengle est possible mais les hybrides ne sont pas fertiles.

(Source FAO, 2012)

II -2-4-Mode de prélèvement

II-2-4-1-Prélèvement de l'eau

Le prélèvement d'un échantillon d'eau, qu'il est en outre impossible de refaire, est donc une opération délicate à laquelle il faut apporter le plus grand soin (**Agence de l'eau de Loire Bretagne, 2006**). Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée.

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physicochimiques de l'eau (**Rodier, 2005**).

➤ Prélèvement manuel sur le terrain

Dans le cadre d'un prélèvement manuel, chaque flaconnet nettoyé comme précisé ci-dessus a été débouché lors de l'échantillonnage et plongé à une certaine distance du fond « 1m » et de la surface assez loin des rives, et en dehors des zones morte. Il a été rincé plusieurs fois avec l'eau d'échantillon de façon à conserver certaine représentativité de l'échantillon. Le prélèvement est effectué en immersion complète, en limitant la présence d'air afin de limiter au maximum les contaminations d'une part et l'évolution des échantillons d'autre part (**Agence de l'eau de Loire Bretagne, 2006**).

➤ Transport des échantillons

Tous les échantillons ont été acheminés au laboratoire dans une enceinte (glacière) maintenue à une température égale à $4^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ pendant 1 h et 30 min après la fin du prélèvement et mis dans un réfrigérateur. Ceci doit permettre un démarrage de toutes les procédures analytiques si possible dans les 24 h et au plus tard 48 heures après la fin du prélèvement (**IDC, 2002**).

II-2-4-2-Prélèvement des sédiments

Les sédiments sont des compartiments intégrateurs des contaminants qui affectent le milieu aquatique (**IDC, 2002**). Certains polluants sont présents en très faible concentration dans l'eau tels que les polluants organiques persistants, ils sont de ce fait plus facilement détectables dans les sédiments (**Agence de l'eau de Loire Bretagne, 2006**).

Les sédiments ont été collectés en utilisant une spatule en plastique préalablement nettoyée et rincée plusieurs fois par l'eau déminéralisée. Après leur collecte sur le terrain, les échantillons rassemblés ont été stockés dans des récipients de polyéthylène préalablement décontaminés avec l'acétone et rincé avec de l'eau ultra pur.

➤ Préparation des échantillons du sédiment

Une fois au laboratoire les sédiments ont été séchés dans une étuve à 60 °C, homogénéisés à l'aide d'un mortier et tamisés à 2 mm pour obtenir un échantillon homogène, puis stockés dans des boîtes en polyéthylène ayant préalablement subi le schéma classique de conditionnement avant l'utilisation de l'acétone *comme solvant d'extraction des HAP et des pesticides.*

➤ Conditionnement et transport des échantillons

Les prélèvements sont stockés et transportés en milieu réfrigéré (5 °C ± 3 °C) dans un délai maximum de 1h et 30 min au laboratoire de biologie de l'université de Jijel.

➤ Prélèvement et préparation des échantillons du poisson

Entre la saison humide et sèche 2015, 36 individus matures de l'espèce *Abramis brama* ont été capturés par les pêcheurs en utilisant un filet, ils sont transportés au laboratoire dans un sac isotherme d'une façon à laisser les poissons vivants.

Des le retour au laboratoire les poissons ont été pesés, leur longueur à été mesurée et leur sexe à été déterminé. Après sacrifice, dissection et détermination du sexe, le foie, les branchies sont examinés misent au réfrigérateur à -25°C.

➤ Précautions prises pour minimiser la contamination

Pour minimiser le risque de contamination ou la perte de déterminants pendant l'échantillonnage, le stockage, le prétraitement ou l'analyse (et éviter ainsi d'obtenir des données erronées) un régime de Qualité Assurance (QA) a été appliqué à l'échantillon, et ce du tout premier contact jusqu'à la dernière mesure ou jusqu'au dernier dosage, ainsi qu'à la notification des données. Les techniques d'échantillonnage et de conservation des échantillons étaient rigoureuses de manière à assurer que les échantillons prélevés et introduits dans des appareils d'analyse représentent bien la composition des eaux du site de prélèvement. Les récipients utilisés pour les prélèvements sont en général en verre opaque ou en plastique, bien propres pour qu'il ne s'y produise aucune perte ou contamination, et étiquetés de façon à identifier l'échantillon à tout moment.

II-3-Méthodes de mesure et d'analyse d'eau

II-3-1-Mesures *in situ*

La température, le pH, la conductivité électrique ont été mesurés *in situ* par un multi paramètre de type HANNA, instrument HI9812-5. En effet, ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et susceptible de varier dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés *in situ*.

II-3-2- Analyses au laboratoire

➤ Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅)

Dans une enceinte hermétique, on met à incuber l'échantillon à une température égale à 20°C. Les échanges gazeux sont contrôlés, durant l'analyse, les bactéries consomment l'oxygène contenu dans l'eau et celui-ci est remplacé par l'oxygène contenu dans le volume gazeux, le gaz carbonique rejeté lors de l'oxydation biologique des matières organiques, sera fixé par un NaOH contenu dans le bouchon spécial (Rodier, 2005).

➤ Demande Chimique en Oxygène (DCO)

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées à l'ébullition (150 °C) par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent jouant le rôle de catalyseur d'oxydation (DCO après décantation de 2 heures) (Rodier, 2005).

➤ Préparation de l'eau pour le dosage des POPs

L'extraction liquide/liquide est une méthode de séparation permettant l'isolement d'une ou de plusieurs substances présentes dans une solution, dans notre cas l'échantillon aqueux, par transfert sélectif dans une autre solution non miscible à la première, dans notre cas un solvant non miscible à l'eau (Figure 10). C'est une technique qui permet des séparations faciles (Rodier, 2005).

II-4-Méthodes de mesure et d'analyse des sédiments

➤ Mesure de pH

Peser 20 g de sédiment sec dans un bécher en plastique de 100 ml, ajouter 50 ml d'eau et agiter 2 min sur agitateur magnétique (Rodier, 2005). Laisser décanter pendant 30 min au moins, mesurer le pH du surnageant par le pH mètre.

➤ Mesure de la conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique c'est une moyenne d'apprécier la teneur globale en sels dans la solution du sol. Elle a été déterminée par le conductimètre sur une suspension avec un rapport de sol/eau de 1/5 à une température de 25°C.

➤ Evaluation de la matière organique

La teneur en matière organique est évaluée par la perte de masse de 1 g d'échantillon sec après chauffage à 525 °C (Rodier, 2005) pendant 4 heures dans un four à mouffle.

➤ Préparation des sédiments pour le dosage des POPs

Par soxhlet, suivant les solvants utilisés et la composition du mélange polaire et non polaire l'extraction de certains POPs peut être favorisée (Figure 12).

L'étape d'extraction reste le point critique dans une analyse qualitative, car qu'elle que soit la technique d'extraction utilisée (La Directive 96 /62/Ce).

Principe

Il s'agit d'une extraction solide liquide .Le corps de l'extracteur (Soxhlet) (Figure 11), contenant une cartouche remplie de résine ou d'un filtre solide, est fixé sur un réservoir de solvant (ballon).

Le solvant est vaporisé puis condensé, et reste en contact avec le solide. La solution est soutirée périodiquement par l'amorçage d'un siphon. La solution du ballon s'enrichit petit à petit en soluté et le solide est toujours mis en contact avec du solvant fraîchement distillé .A la fin de l'extraction, l'essentiel des molécules à analyser est transféré dans l'extrait.

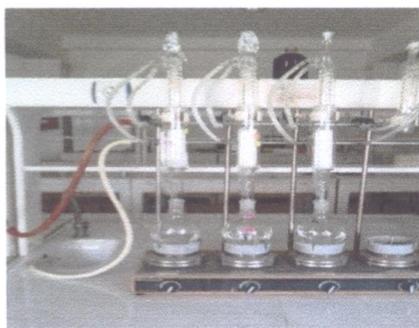


Figure 10: Extracteur de Soxhlet au laboratoire de l'université de Jijel.

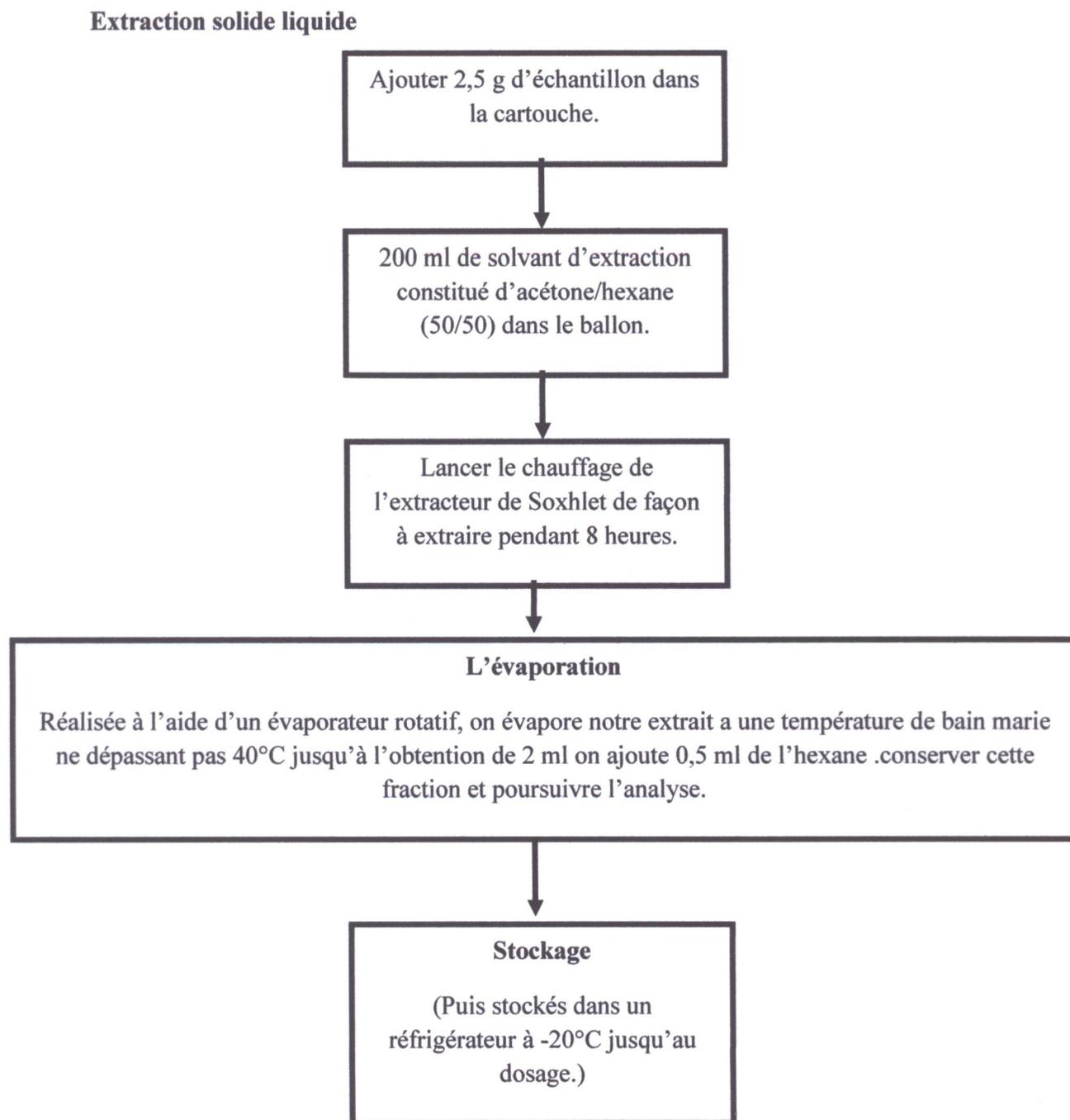


Figure 11: Plan des expériences réalisées et de la technique analytique employée dans l'analyse des sédiments.

✓ **Méthodes analytiques**

Après l'obtention de des divers extrais issus des différents méthodes d'extraction appliquées, On peut se consacrer plus aisément à l'analyse proprement dite des HAPs et pesticides contenus dans ceux-ci. Dans cette étude, On se limitera à l'identification des 2 HAPs et 2 pesticides.

On peut distinguer les méthodes basées sur la séparation des HAPs et des pesticides en phase liquide (Chromatographie en phase liquide couplée à un détecteur UV (HPLC-UV), selon les appareils disponibles, les deux HAPs et les deux pesticides peuvent être dosés par chromatographie liquide haute-performance (HPLC) avec détection par ultraviolet (HPLC-UV). En HPLC, les détecteurs les plus souvent utilisés pour l'analyse des HAPs et des pesticides sont le détecteur à fluorescence (Gundel et al, 1995).

Le principe

L'HPLC est une technique de séparation et de préparation des molécules d'un composé, ou un mélange des composés. En effet, le mélange à séparer est poussé par un fluide à haute pression appelé phase mobile, dans une colonne remplie d'une phase stationnaire est souvent constituée dans le cas de la chromatographie liquide des fines particules de silice (généralement 5 μm), greffée ou non afin d'accroître la rétention des composés cibles.

Dans cette phase les constituants du mélange se déplacent moins vite que la phase mobile, ils seront donc séparés par leur vitesse d'élution.

II-5-Compartment poisson

➤ Préparation de la fraction cytosolique

Après décongélation, les tissus (0.4 g de foie et de branchies), maintenus à 4°C pendant toute la durée de dosage sont broyés à l'ultra turrax dans 2 ml du tampon du phosphate (0.1 M, 7.4 pH) (Dautremepuis et al, 2009) contenant du 2,795 g KCl, 0,0939 g EDTA et 0,004355 g PMSF, l'homogénat obtenu est centrifugé dans une centrifugeuse à froid à 3500 rpm pendant 30 min. Le surnageant est utilisé pour les différentes analyses.

➤ Dosages des biomarqueurs

-Dosage de l'activité catalase (CAT)

L'activité de la catalase est déterminée par la méthode de (Claiborne, 1985). Dont la catalase présente un maximum d'absorbance à 240 nm. La mesure a été effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre par la variation de la densité optique consécutive à la dismutation de peroxyde d'hydrogène en faisant réagir dans 1990 μl du tampon phosphate (0.05 M à pH 7.0) contenant H_2O_2 317, 5 μl avec 100 μl de la source enzymatique (Tableau 08), le changement de l'absorbance est suivi à 240 nm pendant 65 seconde. L'activité de la catalase est calculée

en μ mol de H_2O_2 consommé /min/mg de protéines en utilisant le coefficient d'extinction molaire de peroxyde d'hydrogène $40M^{-1}CM^{-1}$.

Tableau 03: Dosage de la Catalase

Tubes	Essai (μ l)	Blanc (μ l)
Tampon phosphate (0.1M, pH 7.4)	1900	1990
H_2O_2	317,5	317,5
La source enzymatique	100	0

-Dosage du malondialdehyde (MDA)

La mesure de la peroxydation lipidique au niveau cytosolique a été réalisée selon la méthode d'**Ohkawa et al, 1979** dont le principe est basé sur la réaction qui s'établit, en milieu acide (pH de 2 à 3) et à chaud (à $100^\circ C$), entre une molécule du MDA et deux molécules du TBA qui donne un pigment coloré en rose extractible par le n-butanol et mesuré à 530 nm. Pour ce dosage, on additionne à **0.5 ml** de l'extrait enzymatique, 1,5 ml du milieu réactionnel contenant 5% de l'acide trichloracétique, 0,125% d'acide thiobarbiturique et **0,52%** de HCl. Le mélange est chauffé à $100^\circ C$ pendant 30 min, après refroidissement, ce mélange soumis ensuite une centrifugation de 10 min à 6000 rpm, et la densité optique est mesurée sur le surnageant à 530 nm. Le taux du MDA est calculé en utilisant le coefficient d'extinction molaire du MDA $1,56 \times 10^5$.

$$\text{La concentration (n mol/mg de protéine)} = \frac{A \times 10^9}{1,56 \times 10^5}$$

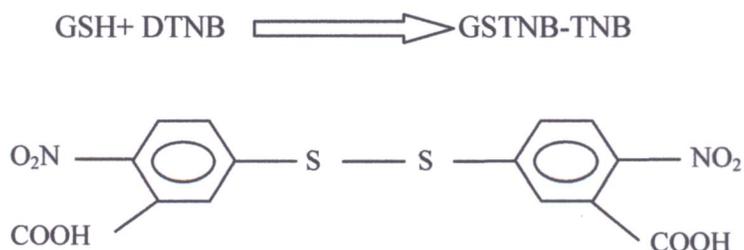
A : l'absorbance.

$1,56 \times 10^5$: Le coefficient de l'extraction de TBARS(M).

-Dosage du glutathion (GSH)

Le glutathion ou γ -L-glutamyl-L-cystéinglycine est un tri peptide dont la concentration cellulaire peut atteindre dans certaines cellules animales 5 mM. Grace à son groupement SH libre, le glutathion constitue le principal antioxydant propre à la cellule. Pour le dosage du glutathion (GSH), nous avons utilisé la méthode colorimétrique d'**Ellman, 1959 cités (par Dautrepuits et al 2009)** par le réactif acide 5.5-Dithiobis2-nitrobenzoïque (DTNB). Le principe de la réaction consiste à l'oxydation du GSH par le DTNB, ce qui libère l'acide

thionitrobenzoïque (TNB) lequel à pH alcaline présente une absorbance à 412 nm selon la réaction suivante :



Acide 5,5-Dithiobis-2-Nitrobenzoïque (DTNB)

Pour cela 50 μl de l'extrait enzymatique est ajouté à 1200 μl de la solution C de DTNB, quelque ml d'éthanol, 20 ml de tampon phosphate). Après 15 min d'incubation, la lecture de la densité optique est effectuée à 412 nm contre un blanc préparé dans les mêmes conditions avec le tampon phosphate.

Le taux du GSH est déduit à partir d'une gamme étalon du glutathion préparée dans les mêmes conditions que le dosage et les concentrations sont exprimés en milli moles de glutathion par milligramme de protéines.

-Mesure l'activité de la glutathion-S transférase (GST)

L'activité de la GST a été déterminée spectrophotométriquement selon la méthode décrite par (Habig et al, 1974).

Le mélange réactionnel contient 100 μl de l'extrait enzymatique, 2000 μl de solution C (0,0123 g de GSH et 20 ml de tampon phosphate (0.1 M, pH 6.5)) et 100 μl de CDNB (0,039 g de CDNB, 10 ml d'éthanol MM=202,55). La lecture à 344 nm à t_0 , t_1 , t_2 (pendant 2 minutes) (Tableau 04).

Tableau 04 : Mesure l'activité de la glutathion-S transférase (GST)

Tubes	Essai (μl)	Blanc (μl)
Solution C	2000	1000
DTNB	100	100
L'extrait enzymatique	100	0

Le calcul de l'activité de la GST se fait selon la relation suivante:

$$\text{GST (nmol/ml)} = \frac{\Delta A \times Vt \times 10^9}{Ve \times 9,6 \times 10^3 \times 10^3}$$

$$\Delta A: \text{l'absorbance } (\Delta A = \frac{(t_2 - t_1) + (t_1 - t_0)}{2})$$

Vt: volume totale (en millilitres) de l'essai.

Ve: volume (en millilitre) de l'extrait.

9.6: coefficient d'extinction millimolaire du glutathion-1-chloro-2-4-dinitrobenzène conjugué à 340 nm.

-Dosage des protéines

La quantité des protéines présentes dans le surnageant des différents tissus (foie, branchies) est déterminée selon la méthode de (**Bradford, 1976**), en utilisant le bleu de Coomassie comme réactif. C'est un dosage colorimétrique, basé sur le changement d'absorbance la mesure à 595 nm, se manifeste par le changement de la couleur de bleu brillant de Coomassie (BBC : G250) après liaison (complexations) avec les acides aminés aromatiques (tryptophanes, tyrosine et phénylalanine) et les résidus hydrophobes, des acides aminés présents dans les protéines.

La réalisation de ce dosage nécessite l'élaboration d'une gamme d'étalonnage de protéines standards. Les résultats sont exprimés en équivalent-albumine (l'albumine de sérum de bœuf BSA 20mg/ml) produit de référence servant à la standardisation (**Adrian, 1998**). La courbe d'étalonnage est réalisée à partir du (**Tableau 05**).

Tableau 05 : Réalisation de la gamme d'étalonnage des protéines (**Bradford, 1976**).

Tubes	1	2	3	4	5	6
BSA (µl)	0	10	20	30	40	50
Eau distillée (µl)	50	40	30	20	10	0
Ractif BBC (ml)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Quantité des protéines (µg)	0	400	800	1200	1600	2000

Les protéines des échantillons (foie, branchie) ont été dosées en faisant réagir 2,5 ml de BBC avec 50 µl d'extrait enzymatique dilué (1/10). Après l'agitation, la lecture des

absorbances a été effectuée dans un spectrophotomètre à 595 nm contre un blanc préparé dans les mêmes conditions.

II-6-Analyse statistique

Les résultats des différents paramètres sont représentées par la moyenne \pm erreur standard de la moyenne (moyenne \pm SE). Tous les paramètres mesurés ont été testés en utilisant l'analyse de variance (ANOVA) à plusieurs facteurs, afin d'analyser les effets des facteurs organe, mois, sexe. Les différences significatives ont été établis au niveau $p < 0,05$ et $0,01$

.L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel STATISTICA (Version 7.0 Statsoft).

Résultats et discussion

III-1- Résultats d'analyse des eaux

Les résultats des paramètres physicochimiques de l'eau sont rassemblés dans Le **tableau (06)** et représentés graphiquement dans les Figures (13) à (17).

Tableau 06 : valeurs (moyennes±écart-type) des différents paramètres physicochimiques des eaux du barrage Béni Haroun wilaya de Mila Algérie

Stations	Saison	T (°C)	pH	CE (µs/m)	DBO (mgO ₂ /l)	DCO (mgO ₂ /l)	Benz	naph	Chlopy	Endos
Oued Endja	Humide	13,83 ± 0,05	7,42 ± 0,08	451,33 ± 56,80	0	60	-	+	-	-
	Sèche	23,53 ± 0,01	7,75 ± 0,17	488 ± 153,45	0	20	/	/	-	-
Beni Haroun	Humide	16,63 ± 0,05	7,47 ± 0,15	330 ± 75,36	0	640	-	+	-	-
	Sèche	25,66 ± 0,01	7,76 ± 0,03	551 ± 174,85	2	330	/	/	-	-
Oued Rhumel	Humide	17,56 ± 0,05	7,43 ± 0,11	411,33 ± 56,77	0	700	/	/	-	-
	Sèche	21,01 ± 0,01	7,64 ± 0,22	394 ± 72,55	4	130	-	+	-	-
Norme OMS		<25	6.5-9.5	<1000	<5	< 25				

T : température, CE : conductivité électrique, DBO₅ : demande biologique en oxygène pendant 5 jours ; DCO : demande chimique en oxygène, Benz : Benzopyrène , Naph : Naphtalène, Chlopy : Chlopyriphos , Endos : Endosulfan, - : absence, + présence.

III-1-1- La température (°C)

L'étude du (tableau 06) montre que les eaux du barrage de Béni Haroun ont des températures qui fluctuent entre une valeur moyenne minimale de l'ordre de $13,83 \pm 0,05$ °C enregistrée à côté de l'Oued Endja (S1) pendant la saison humide, et une valeur moyenne maximale de l'ordre de $25,66 \pm 0,01$ °C enregistrée à côté de Béni Haroun (S2) pendant la saison sèche.

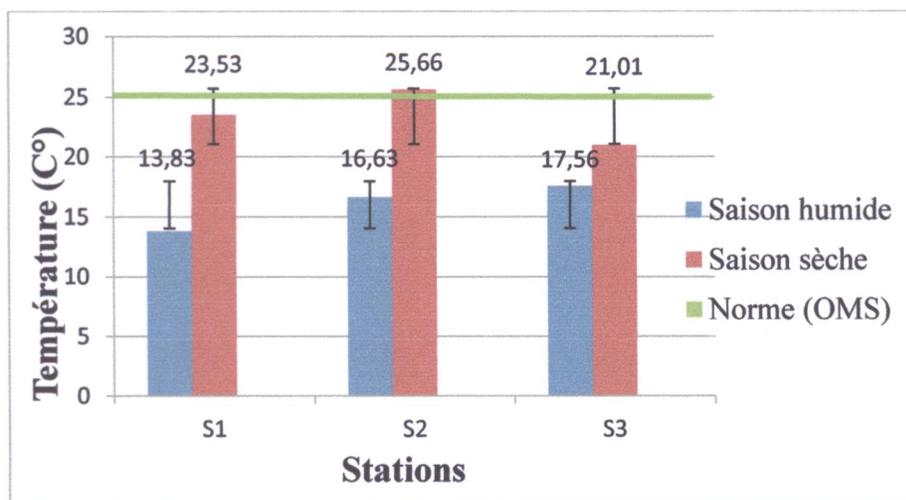


Figure 12 : Variabilité spatiotemporelle de la température de l'eau du barrage de Béni Haroun.

L'étude de la (Figure 13) ainsi que l'analyse de la variance montrent que les différences entre les stations et les saisons sont hautement significatives [(F = 416,0, p <0.001) (annexe1)].

III-1-2- pH

Les valeurs de pH mesurées aux différentes stations durant les deux saisons montrent que les eaux du barrage de Béni Haroun sont légèrement alcalines, la valeur moyenne minimale de pH ($7,42 \pm 0,08$) a été observée au niveau d'Oued Endja (S1) durant la saison humide, et la valeur moyenne maximale ($7,76 \pm 0,03$) a été signalée durant la saison sèche au niveau de Béni Haroun (S2) (tableau 06).

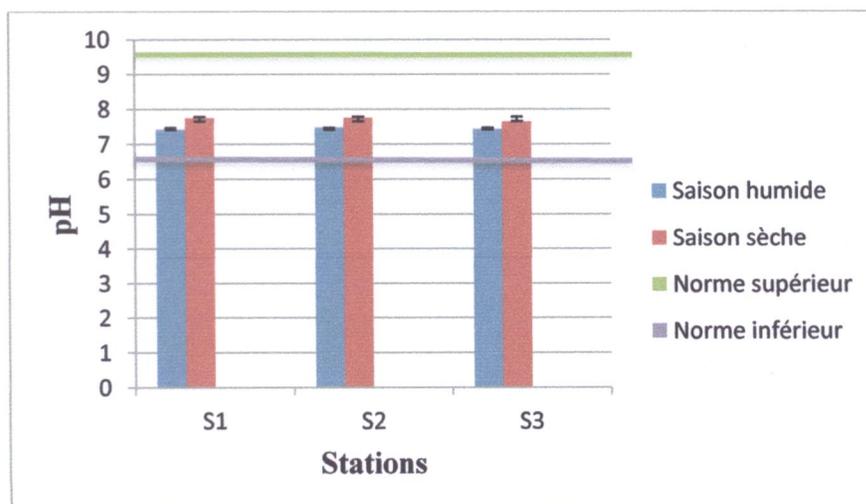


Figure 13: Variabilité spatiotemporelle du pH des eaux du barrage de Béni Haroun.

L'observation de la **Figure 14** montre que les valeurs de pH présente de Fortes fluctuations spatiales ce qui a été vérifiée par l'ANOVA qui a montré un effet station hautement significatif [(F=1225; p < 0.001) (annexe1)].

III-1-3-La conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)

Les valeurs de la conductivité électrique des eaux du barrage de Béni Haroun se situent entre une valeur moyenne minimale de l'ordre de $330 \pm 75,36 \mu\text{S}/\text{Cm}$ enregistrée à côté de la digue S2 durant la saison humide, et une valeur moyenne maximale de l'ordre $551 \pm 174,85 \mu\text{S}/\text{Cm}$ observée au niveau de la même station pendant la saison sèche .

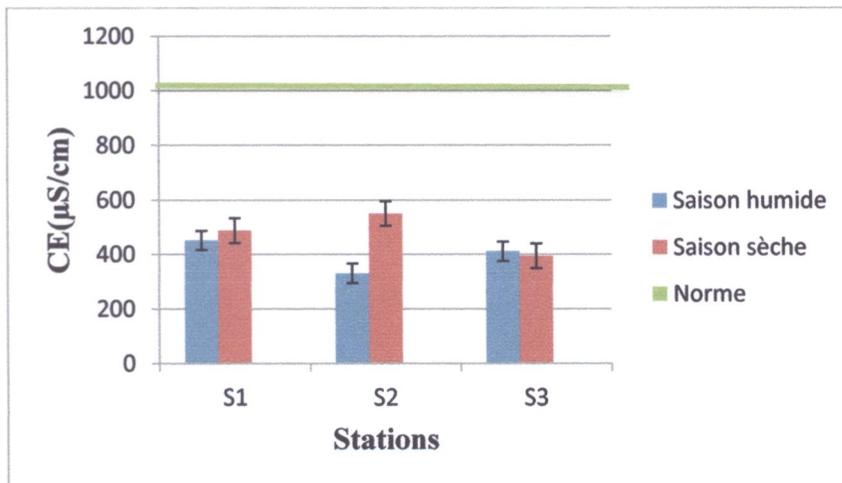


Figure 14 : Variabilité spatiale de la conductivité électrique dans les eaux du barrage de Béni Haroun.

L'analyse de la variance nous permet de constater que les valeurs de la CE présentent une forte variabilité spatiale durant les deux saisons [(F = 640564; p < 0.001) (annexe1)].

III-1-4- Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO_5) ($\text{mg d}'\text{O}_2/\text{L}$)

L'étude du tableau 06 nous laisse de dire que les eaux du barrage de Béni Haroun sont à faible DBO_5 nul dans toutes les stations durant la saison humide, mesurée de $2 \text{ mg}/\text{L}$ au Béni Haroun (S2) à $4 \text{ mg}/\text{L}$ au niveau d'Oued Rhumel (S3) durant la saison sèche.

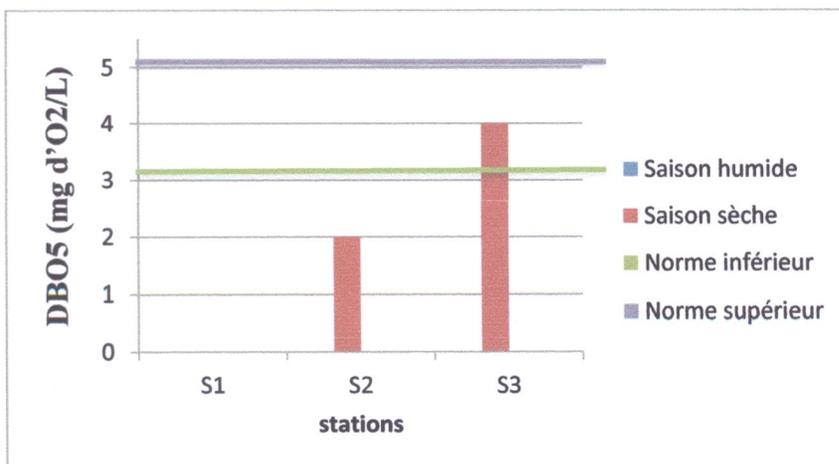


Figure 15: Distribution spatiotemporelle de la DBO₅ dans les eaux du barrage de Béni Haroun.

D'après les résultats, les valeurs de DBO₅ sont acceptables, de très bonne qualité et ne dépassent pas la norme dans les deux saisons.

III-1-5- Demande Chimique en oxygène (DCO) (g/L)

L'étude du **tableau 06** nous laisse de dire que les eaux du barrage de Béni Haroun sont forte dans les stations durant les deux saisons, la valeur moyenne minimale de la DCO (**20 mg/L**) a été observée au niveau d'Oued Endja (S1) durant la saison sèche, et la valeur moyenne maximale (**700 mg/L**) a été signalée durant la saison humide au niveau d'Oued Rhumel (S3).

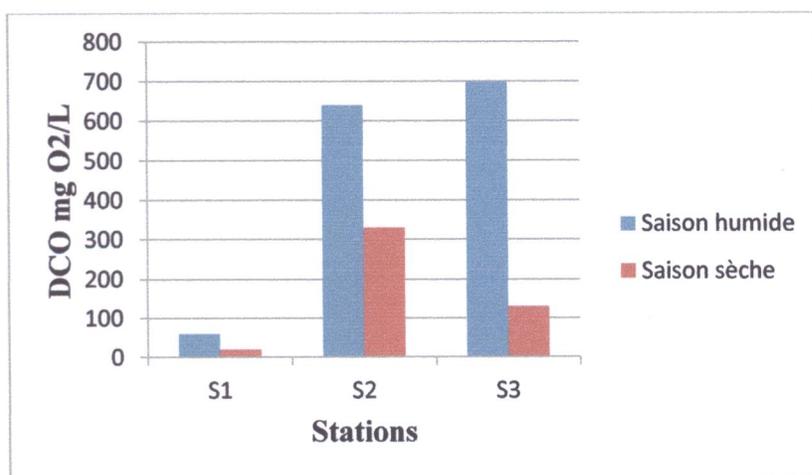


Figure 16: Distribution spatiotemporelle de la DCO dans les eaux du barrage de Béni Haroun.

III-1-6- Les pesticides et les HAPs

Après la comparaison du temps de rétention des échantillons des eaux et celui des étalons du Benzopyrène, Naphtalène, Chlopyriphos, et Endosulfan, nous n'avons détecté que des traces du Naphtalène au niveau des trois stations (**tableau 06, annexe 2**).

III-2- Résultats d'analyse des sédiments

Les résultats d'analyse des sédiments sont répertoriés dans le tableau 07 représentés graphiquement dans les figures(17) de à (19).

Tableau 07 : valeurs (moyennes±écart-type) des différents paramètres physicochimiques des sédiments du barrage Béni Haroun wilaya de Mila Algérie

Station	Saison	pH	CE ($\mu\text{s/cm}$)	MO (mg/kg)	Benz	Naph	Chlopy	Endos
Oued Endja	Humide	7,98±0,12	55,94±0,79	0,47±0,7	-	+	+	-
	Sèche	7,91±0,09	53,93±0,75	0,98±0,06	-	+	+	+
Béni Haroun	Humide	7,96±0,02	65,4±2,4	1,04±0,5	/	/	+	+
	Sèche	8,19±0,28	91,74±0,63	0,75±0,03	-	+	-	+
Oued rhumel	Humide	7,96±0,07	71,6 ±2,02	0,54 ±0,09	/	/	+	+
	Sèche	8,17±0,19	80,33±1,7	1,04±0,007	-	+	+	-

CE : conductivité électrique, Mo : matière organique, Benz : Benzopyrène , Naph : Naphtalène, Chlopy : Chlopyriphos , Endos : Endosulfan, - : absence, + : présence.

III-2-1- pH

L'étude du tableau 07 montre que le pH des sédiments du barrage de Béni Haroun est légèrement basique ; les valeurs s'étalent entre un minimum de **7,91±0,09** observé au niveau d'Oued Enja (S1) Pendant la saison sèche, et un maximum de l'ordre de **8,19±0,28** enregistrée au niveau de Béni Haroun (S2) durant la saison sèche.

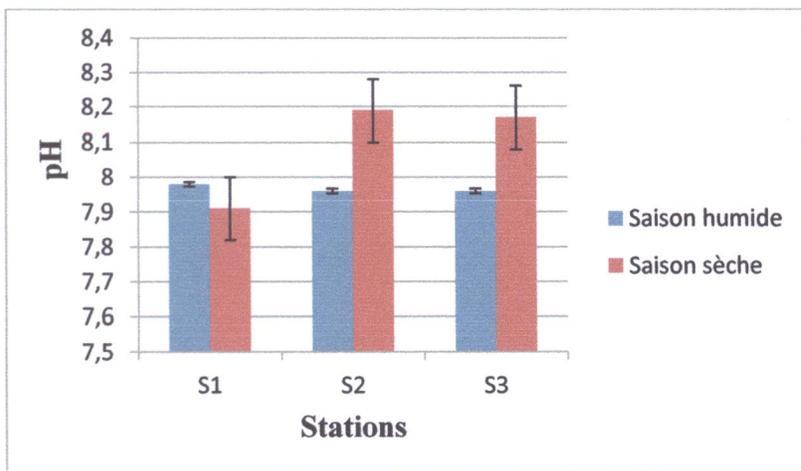


Figure 17 : Variation spatiotemporelle des valeurs moyennes de pH des sédiments du barrage de Béni Haroun.

D'une manière générale, les valeurs moyennes de pH présentent une forte différence d'une station à l'autre (**figure 17**), ce qui est bien vérifié par l'analyse de la variance qui a montré l'existence d'un effet station [$F = 75,3$; $p < 0,00056$] (**annex1**).

III-2-2-Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)

Le tableau 07 nous a permis de conclure que la valeur moyenne minimale de la conductivité électrique est de l'ordre de $53,93 \pm 0,75 (\mu\text{S}/\text{Cm})$, elle est enregistrée au niveau d'Oued Endja (S1) pendant la saison sèche, alors que la valeur moyenne maximale qui est de l'ordre de $91,74 \pm 0,63 (\mu\text{S}/\text{Cm})$, est celle inscrite au niveau de Béni Haroun (S2) pendant la saison sèche.

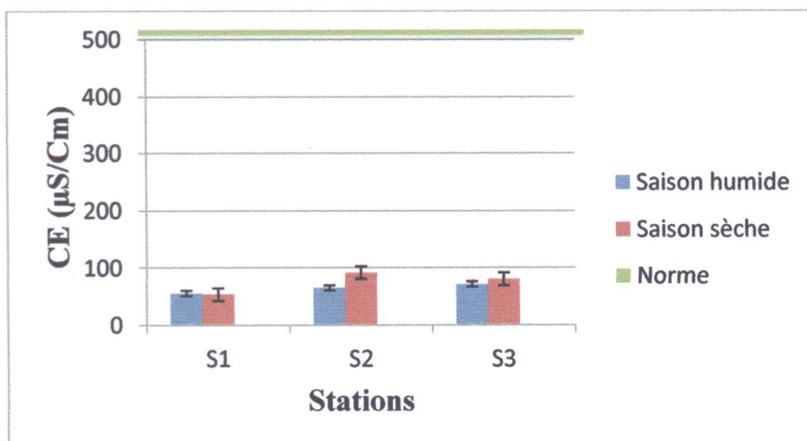


Figure 18: Variation spatiotemporelle de la Conductivité électrique dans les sédiments du barrage de Béni Haroun.

L'analyse de la variance montre que les variations spatiales des valeurs de la conductivité électrique dans les sédiments du Barrage de Béni Haroun sont hautement significatifs [(F =5456,3 P<0,001), (Annexe I)].

III-2-3-Matière organique (%)

Le tableau 07 montre que les teneurs en matière organique s'étalent d'une valeur moyenne maximale de $1,04 \pm 0,5$ % observée au niveau de Béni Haroun(S2) pendant la saison humide, et une valeur moyenne minimale $0,47 \pm 0,7$ % enregistré au niveau de d'Oued Endja (S1) durant la même saison.

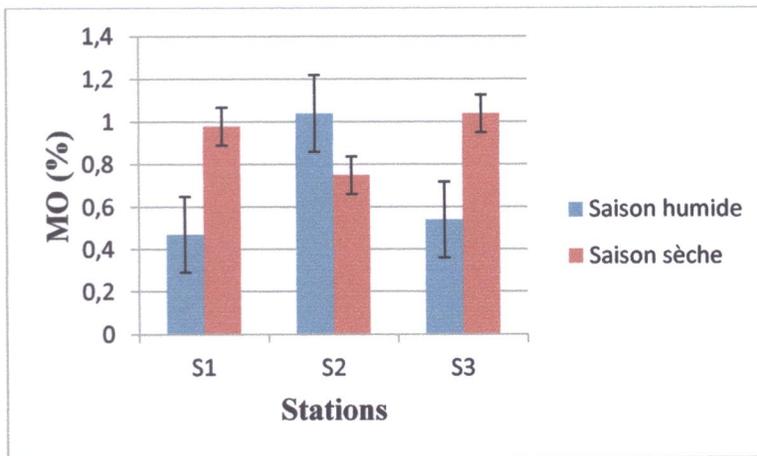


Figure 19 : Variation spatiotemporelle de la Matière organique dans les sédiments du barrage de Béni Haroun

III-2-4-Les pesticides et les HAPs

Après la comparaison du temps de rétention des échantillons des sédiments et celui des étalons du Benzopyrène, Naphtalène, Chlopyriphos, et Endosulfan, nous avons obtenu les résultats suivants :

- Absence du benzopyrène dans toutes les stations.
- Présence du chlorpyrifos dans les trois stations et les deux saisons à l'exception de la station pendant la saison sèche.
- Présence de l'endosulfant dans les trois sites pendant toute la durée d'étude à l'exception de la station 01 pendant la période humide et station 02 pendant la période sèche.
- Présence du naphtalène dans toutes les stations retenues (tableau 07, annexe 2).

III-3-Résultats d'analyse des poissons

III-3-1-Etude biométrique chez l'espèce *Abramis brama*

✓ Le poids

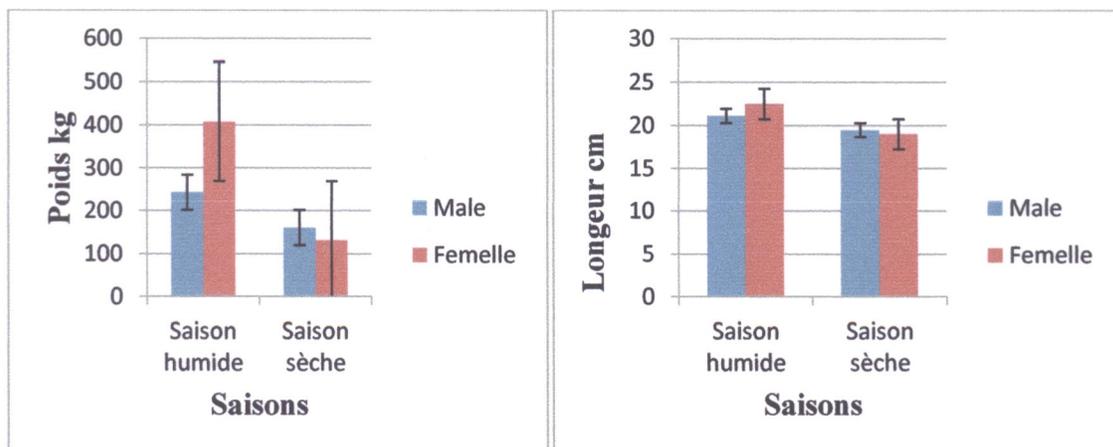
Les valeurs moyennes du poids chez *Abramis brama* mesurés entre males/femelles de la saison humide et males/femelles de la saison sèche ont une valeur moyenne minimale de l'ordre de **131 g** observée chez les femelles pendant la saison sèche, et une valeur moyenne maximal de l'ordre de **407±199,23** enregistrée chez les femelles durant la saison humide (tableau 08).

✓ La longueur

Les valeurs moyennes de la longueur chez *Abramis brama* mesurés entre males/femelles de la saison humide et males/femelles de la saison sèche ont une valeur moyenne minimale de l'ordre de **19 cm** chez les femelles pendant la saison sèche, et une valeur moyenne maximal de l'ordre de **22,22±3,28 cm** chez les femelles durant la saison humide (tableau 08).

Tableau 08 : Paramètres biométriques (poids et longueur) mesurés chez les males et les femelles chez l'espèce *Abramis brama*.

Saison	Sexe	Nombre	Longueur(Cm)	Poids (g)
Saison humide	M	10	21,1±1,73	242,6±100,4
	F	09	22,22±3,28	407±199,23
Saison sèche	M	16	19,5±1,96	160,75 ±23,65
	F	01	19	131



(A),(B)

Figure 20 : (A) et (B) Paramètres biométriques (poids et longueurs) chez les males et les femelles de l'espèce *Abramis brama* observés pendant les deux saisons humide et sèche.

III-3-2-Dosage des bio marqueurs

Les résultats des paramètres de stress des poissons sont récapitulés dans le tableau (09) et illustré dans les Figures (21) à (25).

Tableau 09: niveaux des biomarqueurs dans l'espèce *Abramis brama* collectée dans le lac barrage Béni Haroun.

Sexe	N	Foie						Branchies					
		Prot ^a	GSH ^b	GST ^c	CAT ^d	MDA ^e	Prot ^a	GSH ^b	GST ^c	CAT ^d	MDA ^e		
Mâle	M	10	17,56±3,39	0,03±0,009	2,34±0,55	18,78±2,99	1,07 ±0,12	4,36±0,2	0,09±0,01	1,25±0,64	0,49±0,21	9,04±1,83	
	F	9	19,24±1,41	0,01±0,005	1,57±0,21	17,71±2,62	0,86±0,21	4,21±0,31	0,08±0,01	1,07±0,43	0,58±0,16	5,62±0,98	
Femelle	M	16	9,03±1,14	0,15±0,01	124±68,	3,68±0,40	5,14±1,86	7,01±0,36	0,12±0,06	92,42±15	2,35±0,82	10,18±0,32	
	F	1	10,70	0,07	51,08	1,4	2,13	1,29	0,08	15,84	1,57	34,85	

N : nombre de poissons ; **M :** male ; **F :** femelle

^a : la concentration des protéines est exprimée en mg/ml ;

^b : la concentration du GSH est exprimée en m mol/mg de protéines ;

^c : l'activité enzymatique est exprimée en nano mole/min /mg de protéines ;

^d : l'activité enzymatique est exprimée en µmole /min/mg de protéines.

^e : le taux de MDA est exprimé en nano mole/mg de protéine

III-3-2-1-Les protéines

Les concentrations des protéines varient de (1,29 mg/ml à 19,24±1,41 mg/ml), la basse valeur a été observée durant la saison sèche chez la femelle dans les branchies, quant à la valeur la plus haute, elle est signalée durant la saison humide chez les femelles dans le foie.

L'analyse de la variance et la figure (21) montrent que les valeurs de protéines présentent des variations significatives entre les mâles et les femelles et les branchies et le foie, et des variations temporelles significatives ($F=6,50$; $P=0,01$). Les valeurs les plus élevées sont observées durant la saison humide (tableau 09, annex I).

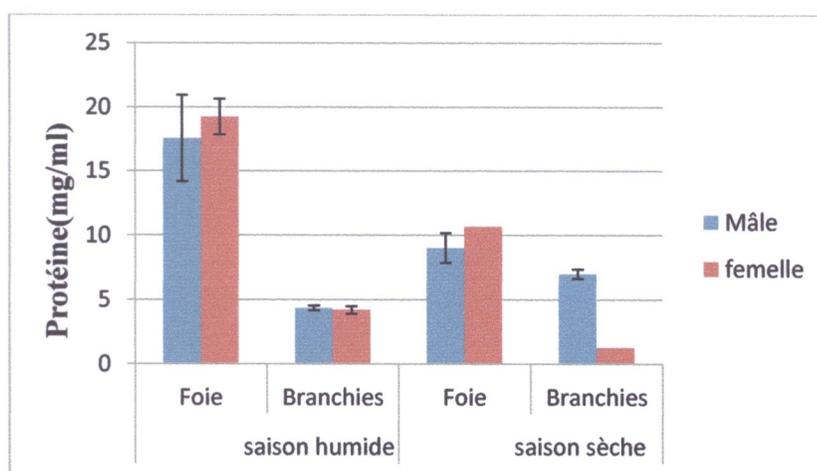


Figure 21 : Variation saisonnière des concentrations des protéines dans le foie et les branchies de l'espèce *Abramis brama* du barrage de Béni Haroun.

III-3-2-2-GSH

Les teneurs en GSH varient entre une valeur minimale de l'ordre de (0,01±0,005 mmol/mg prot) observée dans les foies des femelles durant la saison humide et une valeur maximale de l'ordre de (0,15±0,01 mmol /mg prot) observée dans le foie de femelle pendant la saison sèche (tableau 09).

Aucune variation entre les sexes ou les organes dans les valeurs de GSH n'a été observée durant cette étude, cependant une grande variabilité temporelle du taux du GSH a été signalée [($F= 10,2$; $P=0,002$), (Annexe I)], Les valeurs les plus élevées sont observées durant la saison sèche (Figure 22).

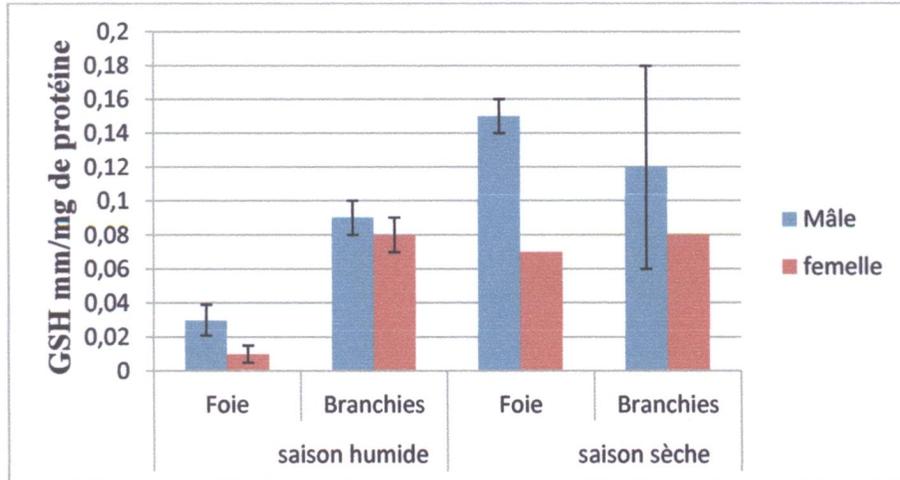


Figure 22 : Variation saisonnière de taux de GSH dans le foie et les branchies de l'espèce *Abramis brama* du barrage de Béni Haroun.

III-3-2-3-CAT

Les valeurs de catalase s'échelonnent entre $(0,49 \pm 0,21)$ $\mu\text{mol}/\text{mn}/\text{mg}$ de prot et $(18,78 \pm 2,99)$ $\mu\text{mol}/\text{mn}/\text{mg}$ de prot ; la valeur maximale a été observée durant la saison humide dans les foies des males, et la valeur minimale a été observée pendant la saison humide dans les branchies du même sexe (tableau 09), (figure23).

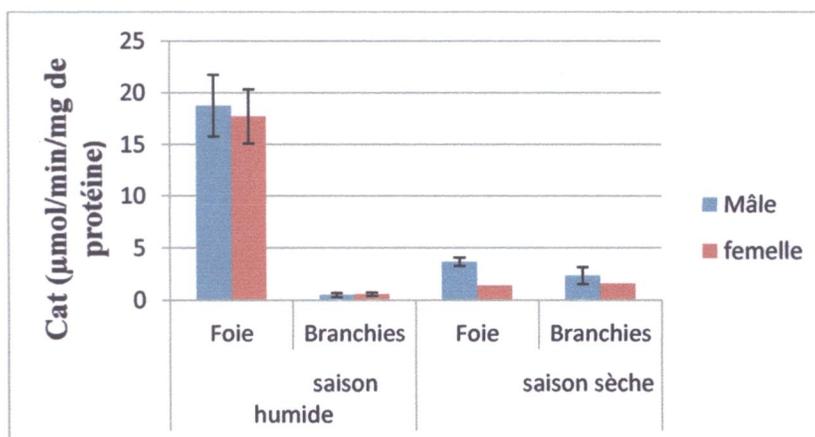


Figure 23 : Variation saisonnière de l'activité de la CAT dans le foie et les branchies de l'espèce *Abramis brama* capturée dans le lac du barrage de Béni Haroun.

D'une manière générale l'activité de la catalase est élevée dans les males par rapport aux femelles, dans les foies par rapport aux branchies ; et à la saison humide par rapport à la saison sèche (tableau 09, annexe I).

III-3-2-4-GST

Les valeurs de GST sont comprises entre $(1,07 \pm 0,43)$ nmol/mn/mg de prot et $(124 \pm 68,87)$ nmol/mn/mg de prot, la valeur maximale a été observée pendant la saison sèche chez les males dans le foie, alors que la valeur minimale est celle observée durant la saison humide chez les femelles au niveau des branchies (tableau 09) (figure 24).

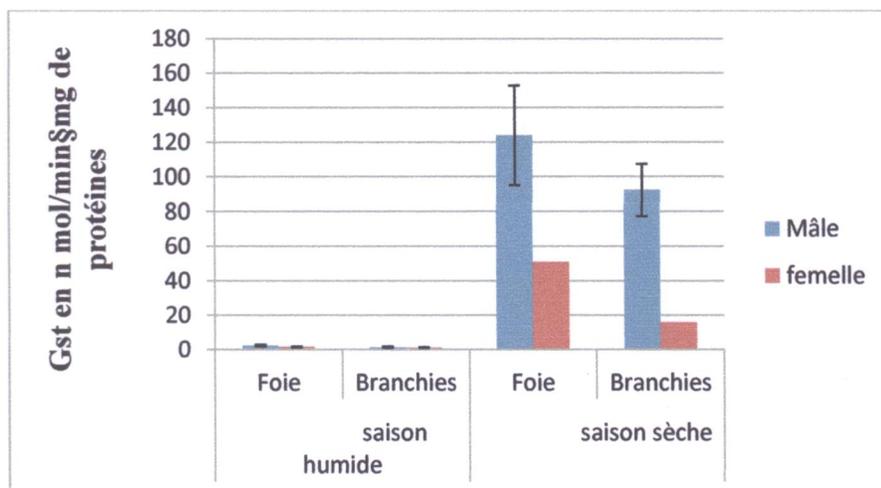


Figure 24 : Variation saisonnière de l'activité de GST dans le foie et les branchies de l'espèce de *Abramis brama* capturée barrage de Béni Haroun.

L'analyse de la variance fait apparaître des variations significatives dans l'activité de la GST: entre les foies et les branchies ($F= 7,582760$; $P< 0,007754$) et entre les deux saisons [$F=4,09$; $P=0,04$], (Annexe I)], une augmentation du taux de GST a été signalée durant la saison sèche.

II-3-2-5-MDA

Les valeurs de MDA sont comprises entre $(0,86 \pm 0,21)$ nmol /mg de prot et $(34,85)$ nmol /mg de prot, la valeur maximale a été observée pendant la saison sèche dans les branchies de femelle, tandis que la valeur minimale a été observée durant la saison humide au niveau du foie des femelles (tableau 09) (figure 25).

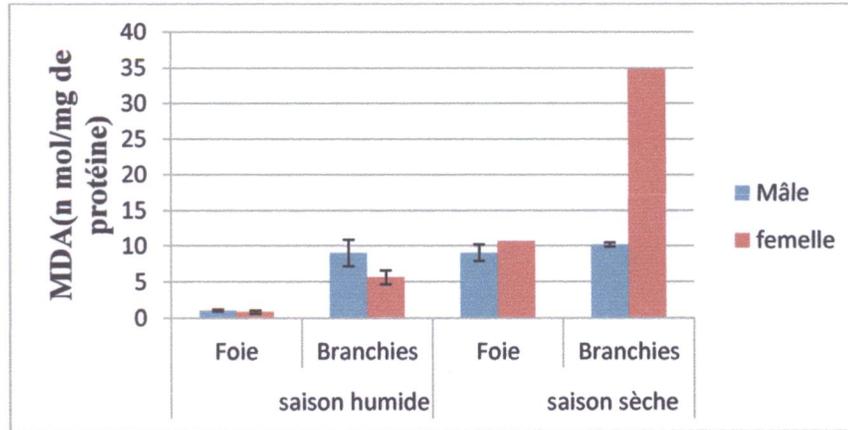


Figure 25 : Variation saisonnière de taux de MDA dans le foie et les branchies de l'espèce de *Abramis brama* barrage de Béni Haroun.

Le test ANOVA a révélé une variation non significative du taux de MDA entre les deux sexes, entre les deux organes (**Annexe I**) et les différentes périodes (**F= 0,91; P=0,34**). Cependant la figure 26 a montré un taux de MDA élevée dans la saison sèche par rapport à la saison humide et aux branchies par rapport aux foies.



Discussion

IV-1-Eau

IV-1-1-La température

La température de l'eau est un paramètre important pour la vie aquatique. En fait la majorité des paramètres physicochimiques sont dépendant de la température (**Rejesk ,2000**). Les températures basses affectent l'autoépuration des rivières car les réactions d'oxydation sont ralenties. Au contraire des températures plus élevées accélèrent ces réactions mais entraîne une forte consommation de l'oxygène dissous par accroissement de la productivité biologique. (**Gaujous ,1995**). La température peut également avoir un effet direct sur la distribution de des pesticides dans le milieu. En général, une augmentation conduit à une décroissance de l'adsorption (**Bailey et White, 1970**). Quelques travaux sur les Triazine ont montré qu'une diminution de la température de 10°C réduisait la vitesse de dissolution d'environ 30% (**Clavet et al, 2005**).

Dans les eaux du barrage du béni Haroun, les valeurs de température se concordent avec la norme OMS (25°C).

Durant notre étude nous avons observé une différence hautement significative de température entre les différentes stations, ce qui peut être expliqué par la situation géographique de chacune d'elle, la station 01 qui se trouve à coté de la digue du barrage à un niveau bas par rapport aux autres stations, et par conséquent elle est moins exposée au soleil.

Pour l'ensemble des stations la température de l'eau est dépendante de la température atmosphérique. Elle est faible durant la saison humide, et élevée dans la saison sèche.

IV-1-2-pH

Le pH des eaux représente l'intensité de l'acidité ou de l'alcalinité et mesure la concentration en ion hydronium dans l'eau. Ce paramètre influence la plupart des processus chimiques et biologiques des écosystèmes aquatiques, c'est un facteur limitant. Il a une très grande influence sur la solubilité des molécules ionisables en raison du caractère hydrophile des ions, la tendance générale est la suivante ; la solubilité des pops de types acides faible croit quand le pH augmente ; et la solubilité des pesticides de type bases faibles croit quand le pH diminue (**Clavet et al, 2005**).

La présente étude a montré que les valeurs moyennes de pH se trouvent dans l'intervalle de la norme de potabilité (7,42-7,76). Généralement, le pH des eaux du barrage de Béni Haroun est légèrement alcalin ce qui reflète clairement l'influence de la nature géologique du bassin versant sur la composition chimique des eaux. En effet le bassin versant drainé est formé essentiellement par des roches sédimentaires et calcaires (**Mébarki, 1982**).

Le pH peut être aussi influencé par d'autres facteurs tel que les conditions climatiques; la température élevée conduit indirectement au déplacement de l'équilibre calcaire-carbonique vers la formation des carbonates sous l'effet de la photosynthèse qui provoque une élévation de pH (Rodier, 2005), ce qui explique les valeurs élevées du pH obtenues pendant la saison sèche.

IV-1-3-La conductivité électrique

La conductivité électrique est un paramètre qui a une relation directe avec la salinité d'eau, elle est liée à la contraction des substances dissoutes et à leurs natures. Globalement l'effet des sels se traduit par une diminution de la solubilité des pesticides dans l'eau qui résulte de l'hydratation des ions et d'une augmentation du caractère hydrophobe des molécules organiques (Clavet et al, 2005). Toutes les stations enregistrent des valeurs qui ne dépassent pas la norme OMS (1000 $\mu\text{S}/\text{Cm}$),

IV-1-4- Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO_5) ($\text{mg d'O}_2/\text{L}$)

La présence des composés organique peut avoir une influence notable sur la solubilité des pesticides dans l'eau dans deux circonstances, la première concerne certaine formulation utilisées pour appliquer les pesticides qui relèvent une augmentation de solubilité des pesticides en associant à la partie hydrophobe de la molécule, la deuxième se rapporte à l'augmentation de la solubilité liée à la présence des substances humiques dissoutes (Barriuso et al ,1996)

Les résultats montrent de faible variation entre les stations. Les chiffres enregistrés ne dépassent pas la norme recommandée par l'OMS (3-5mg /l). Cependant, les valeurs de la DBO_5 sont légèrement élevées dans les stations 02 et 03 avec une teneur de 2 et 4 mg/l, par rapport aux autres stations.), Nous pouvons conclure que les eaux du barrage Béni Haroun sont d'une qualité bonne à passable en fonction de leurs valeurs de la DBO_5 .

IV-1-5- Demande Chimique en oxygène (DCO) ($\text{mg O}_2/\text{L}$)

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérale, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale (Ramade, 2002).

Les résultats obtenue montrent les valeurs élevées de la DCO dans les trois stations .et d'une manière générale les valeurs obtenue dépassent largement la norme recommandée par l'OMS (25mg/l).

Nous pouvons conclure que les eaux du barrage Béni Haroun sont assez polluées par la matière organique non biodégradable.

IV-2-Les sédiments

IV- 2-1-Le pH

Le pH des sédiments peut avoir des effets sur la biodisponibilité des pesticides et la dégradation en agissant à la fois sur la flore et sur la molécule. D'une part, il peut influencer la diversité et la quantité des populations microbiennes. Le nombre de bactéries est souvent plus faible en conditions de sol acide qu'alcalin, et inversement pour les colonies de champignons. D'autre part, il influence le temps de demi-vie. Chez les herbicides de la famille des sulfonilurées (acides faibles), par exemple, le temps de demi-vie peut être ainsi raccourci de centaines de fois en conditions acides, par comparaison à des conditions de pH neutre ou basique. La biodégradation par hydrolyse du pont sulfonilurée se ferait plus favorablement quand la molécule est sous forme neutre (pH acide) plutôt que sous forme anionique (pH > ou = 7) (Hultgren et al ,2002). Pour les sédiments du barrage Béni Haroun, notre étude a montré que le pH est légèrement alcalin, ce qui limite le passage des POPs de la phase solide à la solution des sédiments puis aux êtres vivants (Thornton, 1996). Ce caractère basique reflète clairement la nature des sédiments dominés par les terrains calcaires et argileux, Selon (Eliard, 1979) les sols calcaires sont basiques.

VI-2-3-La matière organique

Plusieurs études suggèrent que les pesticides présentent une plus grande affinité pour les surfaces organiques que pour les surfaces minérales (Loffredo et al, 2006) .Dans une étude sur le devenir des pesticides dans les sédiments, (Clausen et al 2004)] ont trouvé une corrélation significative entre la matière organique des sédiments et les pesticides organochlorés dans un système lagune-estuaire dans la cote tropical au Mexique du nord-ouest.

Le taux et la nature de la matière organique du sol jouent par conséquent un rôle majeur dans le devenir des pesticides dans les sédiments. Pour les sédiments qui présentent un taux de matière organique dépasse 5%, l'adsorption des pesticides est mise en relation avec le contenu en matière totale, Pour les sols de faible contenu en matière organique , l'adsorption des pesticides est mise en relation avec la fraction minérale, prédominée par la fraction argileuse, et la nature de la matière organique(Spark et Swift ,2002).La tendance spatiale montre une augmentation du taux de la matière organique au niveau de station 02 (Béni Haroun) durant la saison humide et la station 03 (Oued Rhumel) durant la saison sèche.ces teneurs relativement élevées sont principalement liée à l'accumulation de la matière organique issue des plantes noyées en diverses étapes de décomposition.

VI-3-Les HAP et les pesticides

L'analyse des spectres des échantillons des eaux et des sédiments nous a permis de constater l'absence totale des pesticides étudiée dans les eaux et la présence des traces du chlorpyriphose et l'endosulfant dans les sédiments. Un tel résultat est attribué au lessivage des terres traitées. En effet les pesticides sont largement employés dans le bassin versant du barrage qui se caractérise par une grande activité agricole notamment la céréaliculture (**Direction de l'agriculture de Mila, 2015**).

En ce qui concerne le naphtalène ; nos résultats ont permis de déceler des trace dans tous les échantillons analysé. Nous supposons que la contamination des eaux et des sédiments est due au lessivage des décharges publiques et du trafic routier du bassin versant du barrage. Étant donnée que le naphtalène est largement utilisée dans la synthèse du plastifiant ; des produits pharmaceutiques, et comme insecticides (**USPA, 2009**). De même le naphtalène peut avoir utilisé comme source les carburants des voitures et entre dans la composition du goudron (**Tissier et al, 2005**).

VI-4- Les biomarqueurs de stress oxydatif

Dans les écosystèmes aquatiques, l'exposition aux xénobiotiques peut avoir des effets dramatique les organismes (**Brewer et al, 2001; Bozcaarmutlu et Arinc, 2004**). Entre autres , les polluants organiques persistants peuvent s'accumuler dans les poissons , affecter leur croissance et induire un stress oxydatif en produisant des espèces réactives de l'oxygène qui sont à l'origine de plusieurs maladies (**Deviller et al, 2005**), pour se protéger les organismes aquatiques ont développé des mécanismes de défense en activant le système antioxydant enzymatique et non enzymatique qui peut être utilisé comme des bons biomarqueurs de la pollution (**Ozmane et al, 2008**).

Les biomarqueurs sont définis comme des indicateurs de changement moléculaires, biochimiques et cellulaires provoqués par les polluants chimiques et qui sont mesurables dans des tissus biologiques. Ces changements constituent un système d'alarme précoce de la santé de population naturelle sous forme d'un signal intégré du stress chimique (**McCarthy et Shugart, 1990**).

De nombreuses activités enzymatiques sont considérées comme des biomarqueurs d'exposition, en milieu aquatique, chez les poissons et les mollusques. Des activités enzymatiques moins spécifiques que les précédentes permettent d'établir que les organismes ont été soumises à un stress oxydant dû à la génération d'espèces réactives d'oxygène, Chez les poissons et les

mollusques exposés à des xénobiotiques organiques, la pollution chimique augmente fortement les activités enzymatiques antioxydantes (**Livingstone et al, 1990**).

Le métabolisme cellulaire est altéré, soit par liaison de ces radicaux aux biomolécules solubles ou membranaires, soit par réaction de ces biomolécules avec les groupements thiols (SH) (**Christie et Costa, 1984; Kägi et Hapke, 1984**).

La peroxydation des lipides est un phénomène provoqué par des formes d'oxygène relativement réactives, telle que le peroxyde d'hydrogène et les radicaux, engendrés par le stress dû à l'oxydation (**Stegeman et al, 1992**).

Les résultats de cette étude suggèrent que les différents polluants en générale traces affectent les enzymes et les substrats impliqués dans le contrôle du stress oxydatif, la réponse enzymatique vis-à-vis le stress oxydatif varie en fonction, de la concentration et de la nature du polluant, en fonction du tissu, de la saison, de l'âge, de la taille et de la durée de l'exposition qui est considérée comme la durée de vie des poissons.

VI-4-1-La catalase (CAT)

La catalase est un antioxydant intra cellulaire impliqué dans le système de défense contre les EOR engendrés par la pollution environnementale, elle catalyse la dismutation du peroxyde d'hydrogène en eau et en dioxygène (**Baumard et al, 1999 et van der Oost et al, 2003**) cette activité nous renseigne sur le degré d'altération de la cellule (**Di Giulio et al, 1993**) ainsi l'activité de la catalase augment chez les poissons, qui sont exposées à des polluants organiques (**Torreilles et al, 1996**).

Par ailleurs, les travaux effectués sur les biomarqueurs du stress oxydant au laboratoire et surtout *in situ* montrent que le caractère spécifique de leurs réponse constitue un avantage comme un indicateur de pollution mixte (**Cossu et al, 1997**). Ainsi notre étude a montré une variation significative de l'activité de la catalase entre les différentes saisons. Cette réponse dépend de différents facteurs liés à l'espèce elle même comme la taille, Longueur, poids, et l'activité physiologique et aux caractéristiques physico-chimiques du milieu (pH, température,...), et aux concentrations des polluants cible de l'étude.

Plusieurs recherches ont montré une augmentation de l'activité de la catalase dans le foie du poisson chat et d'autres espèces exposées à des sédiments contaminés par les hydrocarbures (**Di Giulio et al, 1993**). C'est ce qui a été observé au cours de notre étude.

VI-4-2-Malondialdehyde (MDA)

Il est admis aujourd'hui que l'ampleur de l'augmentation de stress oxydant est attestée par l'augmentation de malondialdéhyde (MDA) dans les membranes. En effet, il apparaît clairement que l'oxydation des lipides joue un rôle majeur dans la propagation du stress oxydant. La peroxydation lipidique constitue en effet une phase importante dans la seconde vague de stress produite par les ROS (Haton, 2005). Le MDA est un produit des réactions de peroxydation lipidique qui se forme lors de l'attaque des lipides polyinsaturés (de la famille n-6) par des espèces réactives de l'oxygène générées dans certaines conditions de stress, en particulier avec des contaminants organiques (HAPs, PCBs, Pesticides), ce produit peut affecter la fluidité des membranes et l'intégrité des autres biomolécules associées (Almroth et al, 2005). Plusieurs études ont mis en évidence une augmentation de la peroxydation lipidique chez les organismes aquatiques exposés aux différents polluants c'est le cas de notre étude. Ainsi cette étude a montré des fortes valeurs de MDA dans les branchies par rapport au foie ce qui semble logique, par le fait que les branchies sont la première cible d'exposition des poissons aux polluants. Des résultats similaires ont été observés chez l'espèce (*Perca flavescens*) exposé aux polluants organiques (Dautremepuits et al, 2004).

VI-4-3-Le glutathion (GSH)

Le glutathion réduit est considéré comme l'un des plus importants agents anti oxydants impliqués dans la protection de la membrane cellulaire en agissant comme un piègeur des radicaux libres oxygénés (Pandy et al, 2008 ; Juliana et al 2005). En outre, le glutathion est un cofacteur de nombreuses enzymes catalysant la détoxification et l'excrétion d'un grand nombre de composés toxiques (Paul et al, 2004). Les variations dans le niveau de glutathion cellulaire sont considérées comme un indicateur du degré et de la durée d'exposition des poissons aux polluants oxydants présents dans les milieux aquatiques (Dautremepuits et al, 2009).

La présente étude fait apparaître de faibles teneurs en glutathion dans tous les tissus de l'espèce étudiée par rapport aux concentrations trouvées par Dautremepuits et al (2009) dans une étude réalisée sur l'espèce *Perca flavescens* exposée aux divers polluants de la rivière, Lawrence Canada.

VI-3-4-Glutathion- S- transférase (GST)

Les glutathion-S-transférases (GST) représentent une famille supergène des enzymes de phase II qui offrent une protection cellulaire contre les effets toxiques d'une variété de produits chimiques de l'environnement (Consiel et al, 1997). Les mécanismes de détoxification impliquent la

conjugaison substrats catalytique et la réduction de l'oxydant avec le glutathion réduit (GSH) **(Mannerevik et Daneilson , 1988 ; Julienna et al , 2005)**

La présente étude fait ressortir une augmentation de l'activité de glutathion –S-transférase chez l'espèce étudiée pendant la saison sèche. Cette augmentation de l'activité correspond à l'augmentation aux processus de détoxification pour palier l'invasion de l'organisme par les différents polluants **(Richard et al ,2000)**.

D'une façon générale nos résultats sont semblables à plusieurs études menées ou aux laboratoires qui ont démontrés une augmentation de l'activité de glutathion- s- transférase chez les différentes espèces de poissons exposées aux différents polluants telle que les HAPs, et les pesticides **(Lenartova et al ,1997 ; Lopes et al ,2001 ; Napierska et al ,2009 ; Lu et al, 2010)**. De même une augmentation de l'activité de la GST à été signalée dans une étude qui a été faite par **(Bozcaarmutlu et al, 2009)**, sur l'évaluation de la pollution de la mer noir en Turquie par utilisation de la réponse biochimique dans les poissons, les mêmes résultats ont été également démontrés au terrain dans une étude réalisée sur l'espèce *cyprinus capio* exposée au différents polluants du Meric Delta, et dans une autre étude effectuée par **(Güngördü et Ozmen, 2011)**, sur la même espèce exposée au différents polluants du lac barrage Karakaya, Turquie, et aussi dans une autre étude réalisée par **(Ozmen et al, 2006)**, sur l'espèce *cyprinus carpio* dans l'eau du barrage Sariyar en Turquie.

Conclusion

Conclusion générale

Le lac du Barrage de Béni Haroun, constitue à notre égard un exemple particulièrement intéressant dans la mesure où il à été l'objet d'un grand aménagement en vue d'alimenter en eaux six wilayas de l'est algérien.

Afin d'évaluer les variations spatiotemporelle de la réponse biologique de l'espèce (*Abramis brama*) à la pollution des eaux du barrage de Béni Haroun, une étude physicochimique allant de la collecte des échantillons en passant par les paramètres physicochimiques de l'eau et des sédiments, jusqu'à l'extraction et l'analyse des polluants organiques persistants par l'HPLC a été réalisée, cette étude est accompagnée par une étude biologique en évaluant les bio-marqueurs du stress oxydatifs dans le foie et les branchies de l'espèce ainsi choisies.

Les résultats de l'analyse des paramètres physicochimiques de l'eau et les sédiments ont permis la mise en évidence d'une pollution de ces deux compartiments par les HAPs et les pesticides. Cette étude nous a permis de constater que les poissons subissent une contamination assez importante par les polluants organiques persistants de l'étude.

La charge organique estimée par la mesure de la DBO5 et DCO montre que les concentrations de la DCO sont élevées qui laissent suggérer d'une macro pollution organique par polluants organique non biodégradables, et une accumulation de la matière organique en amont du barrage.

Les résultats des dosages des biomarqueurs biochimiques suggèrent que l'espèce étudiée est soumis à un stress oxydatif dus aux différents polluants du barrage affectant les enzymes et les substrats impliqués dans le contrôle de ce dernier. La réponse biochimique dans les différents organes se traduit par :

- Une augmentation de l'activité de la catalase et de l'activité du Glutathion-S-transférase ;
- Une diminution du taux de glutathion ;
- Une augmentation du taux du MDA.

Cette réponse varie en fonction, de la nature de polluant, en fonction de tissu, de la saison, de l'âge, de la taille, du sexe, de la durée de l'exposition, et de la concentration du polluant.

En fin il serait très opportun de détailler ou de compléter ce travail par d'autres études approfondies qui entrent dans la stratégie de surveillance environnementale et qui rapporte à la qualité sanitaire de l'écosystème comme :

- Le dosage des autres polluants chimiques comme les métaux lourds.
- La modélisation de la bioaccumulation de ces contaminants chimiques dans les différents réseaux trophiques des différentes espèces peuplant le barrage ;
- L'évaluation de leurs effets sur les organismes par utilisation d'autres bios marqueurs (SOD, métallothioneines et acetylcholinestérases).

Références bibliographiques

A

- Adrian J., Potus J., Poiffait A., Dauvillier P., 1998.** Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Paris, France, Lavoisier Tec et Doc, 254p.
- Agence de l'eau de Loire Bretagne, 2006.** Le prélèvement d'échantillon en rivière Techniques d'échantillonnage en vue d'analyse physicochimiques, Guide technique.
- Agence Nationale des barrages Beni Haroun, 2015.**
- Almorth B.C., Sturve A., Berglund A., Forlin L., 2005.** Oxidative damage in (*Zoarcetes viviparus*), measured as protein carbonyls and TBARS, as biomarkers. *Aquat Toxicol*, 73, pp. 171-80.

B

- Bailey et White., 1970 in Ball, W. P. et P. V. Roberts, 1991:** Long-Term Sorption of Halogenated Organic Chemicals by Aquifer Material. 2. Intraparticle Diffusion, *Environmental Science and Technology*, 25, 1237-1249.
- Baumard P., Budzinski H., Garrigues P., Narbonne J.F., Burgeot T., Michel X., Bellocq J., 1999.** Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) burden of mussels (*Mytilus* sp.) in different marine environment: its relation with sediment PAH contamination, and bioavailability. *Mar. Environ. Res.*, 47, pp. 415-439.
- Behrens, A., Segner, H., 2001.** Hepatic biotransformation enzymes of fish exposed to non-point source pollution in small streams. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery (Formerly Journal of Aquatic Ecosystem Health)* 8, 281-297.
- Benecke, M., Gustav Eckert, K., Erber, B., 2004.** Guide pratique de toxicologie, 1^{ère} édition, édition De Boeck and Larcier s.a. 348 pp.
- Bourdon E., 2004.** Altération oxydative de protéines aux importantes physiologiques : l'Albumine- la protéine de régulation du fer (IRP₂), le superoxyde dismutase, le protéosome. 157p.
- Bozcaarmutlu A., Arinc E., 2004.** Inhibitory effects of divalent metal ions on liver microsomal 7-ethoxyresorufin O-deethylase (EROD) activity of leaping mullet. *Mar. Environ. Res.*, 58, pp. 521-524.
- Bozcaarmutlu A., Sapmaz C., Aygun Z., Arinc E., 2009.** Assessment of pollution in the West Black Sea Coast of Turkey using biomarker responses in fish. *Marine Environmental Research.*, 67, pp. 167-176.

-Brewer, S.K., Little, E.E., De Lonay, A.J., Beauvais, S.L., Jones, S.B., Ellersieck, M.R., 2001. Behavioral dysfunctions correlate to altered physiology in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to cholinesterase-inhibiting chemicals. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 40, pp. 70–76.

-Bradford M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-Dye binding. *Anal. Biochem.* 72: pp.248-254.

-Bucheli, T.D., Fent, K., 1995. Induction of cytochrome P450 as a biomarker for environmental contamination in aquatic ecosystems. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 25, 201-268.

C

- Cajarville M.P., Bebianno M.J., Blasco J., Prote C., Sarasquete C., Viarengo A., 2000. The use of biomarkers to assess the impact of pollution in coastal environments of the Iberian Peninsula: a practical approach. *Science of the total environment*, pp.295-311.

-Christie N., Costa M., 1984. In vitro assessment of the toxicity of metals compounds. IV Disposition of metals in cells : interaction with membranes, glutathione. Metallothionein and DNA. *Biol. Trace Elem. Res.* 6, pp. 139-158.

-Claiborne A., 1985. Catalase activity. In: Greenwald R.A. (éditeur). *Handbook of Methods for Oxygen Radical Research*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, pp.283-284.

-Clavet R., Bariuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M P., Coquet Y., 2005 : Les pesticides dans le sol conséquence agronomiques et environnementales , *Technology & Engineering* , 637 pages .

-Clausen L, Larsen F, Albrechtsen HJ, 2004: Sorption of the herbicide dichlobenil and the metabolite 2,6-dichlorobenzamide on soils and aquifer sediments. *Environ Sci Technol* 2004;38:451-458.

-Conti, M.E. and Cocchetti ,G. Biological monitoring : lichens as bioindicator of air pollution assessment –a review. *Environmental Pollution*, 2001. 114(3) :p .471-492.

-Consiel P.G., Baker R.T., Chelvonayagam Jermier L.S., 1997. Une nouvelle classe de Glutathion-S-Transferase dans une gamme d'espèces de plantes à l'homme, *Biochem.* 328, pp.929-935.

-Conseil Supérieur de la Pêche (CSP), 1995. Réseau hydrobiologique et piscicole et mesures de la contamination de poissons du bassin Artois-Picardie : Campagne 1994. Rapport intermédiaire. Convention d'étude Agence de l'Eau 1992, Douai. 141 p.

-Cossu C., Doyotte A., Jacquin M.C., Vasseur P., 1997. Biomarqueurs du stress oxydant chez les animaux aquatiques. In : Lagadic L., Caquet T., Amiard J.C., Ramade F., (Eds.), Biomarqueurs en écotoxicologie. Aspects fondamentaux. Masson, Paris, Milans, Barcelone, pp.149-163.

D

-Dautremepuis C., Betoulle., S.Paris-Palacios et G.Vernet (2004). Humoral immune factors modulated by copper and chitosan in healthy or parasitized carp (*Cyprinus carpio L.*) by *Ptychobothrium* sp.(*Cestoda*).Aquat toxicol,68,P:325-38.

-Dautremepuis C., Marcogliese D.J., Cendron A.D., Fournier M., 2009. Gill and head kidney antioxidant processes and innate immune system responses of yellow perch (*Perca flavescens*) exposed to different contaminants in the St. Lawrence River, Canada. INRS-Institut Armand Frappier, Université du Québec, Canada, vol. 407, no. 3, pp.1055-1064.

-Debieche T.H., 2002. Évolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution agricole et industrielle, Thèse de doctorat en hydrogéologie de l'environnement, l'Université de Franche-Comté, 312 p.

-Deby-Dupont G., Deby C., Lamy M., 2002. Données actuelles sur la toxicité de l'oxygène. Journal de Réanimation. Editions scientifiques et médicales. Elsevier SAS. 11 : pp.28-39.

-De Lafontaine Y., Gagne F., Blaise C., Costan G., Gagnon P., Chan H.M. (2000).Biomarkers in zebra mussels (*Dreissen polymorpha*) for the assessment and monitoring of water quality of the St Lawrence River (Canada).Aquatic Toxicology. 50, pp. 51-71.

-Delattre J, Beaudeau J-L, Bonnefont-Rousselot D. *Radicaux libres et stress oxydant, aspects biologiques et pathologiques*. Première édition. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 2005, 547 pages.

-De villers J., Squilbin M., Yourassowsky C., 2005. Qualité physico- chimique et chimique des eaux de surface: cadre général. Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles" Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement, Fiche 2, pp.1-16.

-Den Besten P.J., Postma J.F., De Valk S., Dubbeldam M., Everaarts, J.M., 2001. Environmental monitoring in the North Sea by combining biomarkers studies in the sea stars *Asterias rubens* with sediment quality assessment based on sea urchin bioassays. Biomarkers in Marine Organisms : A Practical Approach, Ph. Garrigues, H. Barth, C.H. Walker et J.F. Narbonne, editors (Amsterdam; New York : Elsevier Science), pp.279-330.

- **De viller, G., Palluel, O., Aliaume, C., Asanthi, H., Sanchez, W., Franco Nava, M.A., Blancheton, J.P., Casellas, C., 2005.** Impact assessment of various rearing systems on fish health using multibiomarker response and metal accumulation. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 61,89-97.

-**Direction de l'agriculture de Mila, 2015.**

-**Direction de l'Hydraulique de Wilaya de Mila, 2015.**

-**Di Giulio R.T., Habig C., Gallagher E.P., 1993.** Effects of Black Rock harbor sediments on indice of biotransformation, oxidative stress, and DNA intergrity in channel catfish. *Aquat. Toxicol.*, 26, pp.1-22.

E

-**Eliard J.I., 1979.** Manuel de l'agriculture générale. Base de la production végétale, édition J.B Ballière paris.

-**Ellman G.L., 1959.** Plasma antioxydants. *Arch. Biochem. Biophys.*, 82, pp.70-77.

F

- **Faurie, C., ferra, C., Medort, P., Déveaux, J., 1998.** Ecologie approche scientifique et pratique, 4ème édition.

-**Fiche 7 : Investigation Sur La Mise En Place De chaines Nationales D'étalonnage Pour Les Polluants Concernes Par La Directive 96/62/Ce.P.93**
Fiche toxicologiques INRS : WWW.inrs.fr

-**Figueiredo-Fernandes, A., Fontainhas-Fernandes, A., Rocha, E., Reis-Henriques, M.A., 2006.** The Effect of Paraquat on Hepatic EROD Activity, Liver, and Gonadal Histology in Males and Females of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*; Exposed at Different Temperatures. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 51, 626-632.

-**Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1983.** Manual of methods in aquatic environment research, part 9, analysis of métaux and organochlorine in fish. FAO-Technical paper (212), FAO Rome section 2, pp.14-20.

G

-**Gailey, F.A.Y. and Lloyd, O.L .** Spacial and tempotal patterns of airborne metal pollution : The value of low technologie sampling to an environmental epidemiology study. In :Mulgrew A .and Williams P.2000,1993. *Biomonitoring Air quality using Plants ,Air Hygiene Report.*

- **Garait B., 2006.** Le stress oxydant induit par voie métabolique (régimes alimentaires) ou par voie gazeuse (hyperoxie) et effet de la Gli SoDin^R. Thèse de Joseph Fourier, Grenoble I, 196p.
- Gaujous G., 2003.** La pollution des milieux aquatiques. Aide mémoire. Editions Tec et Doc, pp.62-67.
- **Genin, B., Chauvin, C., Minard, F., 2003.** Cours d'eau et indice biologique, Pollution, Méthodes IBGN.2^{ème} Edition, Educagri, 221 pp.
- Goksoyr, A., Forlin, L., 1992.** The cytochrome P-450 system in fish, aquatic toxicology and environmental monitoring. *Aquatic Toxicology* 22, 287-311.
- Goksoyr, A., Husoy, A.M., 1999.** Immunochemical approaches to studies of CYP1A localization and induction by xenobiotics in fish. In: Braunbeck, T., Hinton, D.E., Streit, B. (Eds), *Fish Ecotoxicology*. Birkhäuser Verl., Basel, pp. 165–202
- Gonzalez, C.M.and Pignata, M.L,** Chemical response of the lichen *Punctelia subrudecta* (Nyl) Krog transplanted close to a power station in an urban-industrial environment. *Environmental Pollution* ,1997.97(3) :p.195-203.
- Gravez V., Bernard G., 2006.** Pollution marine : Les définitions [En ligne] (page consultée le 08/03/2014) Disponible sur : [Http://com.univ-mrs.fr](http://com.univ-mrs.fr).
- Gundel L.A., Mahanama K.R.R., Daisey J.M. (1995)** Semi volatile and particulate PAH's in environmental tobacco smoke: clean up, speciation and emission factors. *Environ.Sci.Technol* .,29 ,1607-1614.
- Güngördü A., Ozmen M., 2011.** Assessment of seasonal and sex-related variability of biomarkers in carp (*Cyprinus carpio* L.) from Karakaya Dam Lake, Turkey *environmental toxicology and pharmacology*.,31, pp. 347–356.
- Güngördü A., Ozmen M., 2012.**Water quality evaluation of two interconnected dam lakeswith field-captured and laboratory-acclimated fish, *Cyprinus carpio*; *Environ Monit Assess.*, 184, pp.763–776.

H

- Habig W.H.,Pabst J.M., Jakoby W.B., 1974.**Glutathione S-transferases.The first step in mercapturic acid formation. *J. Biol. Chem.*, 249, pp: 7120-7130.
- Habila, S., 2008.** Etude de l'impact du barrage béni Haroun sur l'environnement : effets ecotoxicologiques. ~~2008~~ de magister en biologie ; option ecotoxicologie ; université de Jijel , 2008, 180 pp. *mémoire*

- Haleng .J ; Pincemail.J ; Defraigne .J.O ; Charlier .C ; Chapelle .J.P.2007.**Le Stress Oxydant.Pr. J.P. Chapelle, Service de Biologie clinique, CHU Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique.
- Hardivilier Y., 2005.** Caractérisation et expression des gènes de métallothionéines chez deux modèles hydrothermales : Bathymodiolus thermophilus et Bathymodiolus azoricus. Thèse de doctorat, université de Maine UFR sciences et techniques, 166p.
- Haton C., 2005.** Effets des rayonnements ionisants sur la structure et la fonction de la cellule épithéliale intestinale. Thèse de doctorat, université de Pierre et Marie Curie, 168p.
- Haynes, D., Johnson, J.E., 2000.** Organochlorine, heavy metal and polyaromatic hydrocarbon pollutant concentrations in the Great Barrier Reef (Australia) environment: a review. *Mar. Pollut. Bull.* 41, 7–12.
- Hozawa A, Jacobs D, Steffes M, et al.** Relationships of circulating carotenoid concentrations with several markers of inflammation, oxidative stress, and endothelial dysfunction : the Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA)/ Young Adult Longitudinal Trends in Antioxidants (YALTA) Study. *Clin Chem*, 2007, **53**, 1-9.
- Hultgren R P., Hudson R JM ., Sims JK ,2002:**Effects of pH and Soil Water Content on Prosulfuron Dissipation, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50:,3236-3243.

I

- INERIS-DRC-CHEN., 2002.** Cahier des charges technique des opérations de prélèvements et d'analyses des rejets de substances dangereuses dans l'eau. 25580-P06-MCo/02.0603.

J

- Juliana S.P., Almeida, Paulo C., Meletti, Claudia B.R., Martinez T., 2005.** Acute effects of sediments taken from an urban stream on physiological and biochemical parameters of the neotropical fish *Prochilodus lineatus* *Comparative Biochemistry and Physiology*, Universidade Estadual de Londrina, Elsevier. 140, pp.356-363.

K

- Kägi J.R., Hapke H.J., 1984.** Biochemical interactions of mercury, cadmium, and lead. In : Nriagu, J.O., (Ed.), *Changing metals cycles and human health*, Dahlem Konferenzen, Springer-Verlag, Berlin, pp.237-250.

-K.E.P.Amegee,Risque pour la santé du fait de l'utilisation des pesticides. Atelier sur le code international pour la distribution des pesticides OMS 1990.

- Ketterer, B., Coles, B., Meyer, D.J., 1989. The Role of Glutathione in Detoxication. Environment. Health Perspect. 49, 59-69.

L

- Lagadic L., Caquet T., Amiard J.C., Ramade F., 1997. Bio marqueurs en éco toxicologie : Aspects fondamentaux. 2^{ème} édition Masson, Paris, 407p.

-Law, R. et al BIPs; CAYAT, J. L., (1994). And mdash; Polycycliacr omatic hydrocarbons (PAH)-Problems and progress in sampling, analysing and interpretation. Mar. Poll. Bull., 29 : 235-241.

-le Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POPs) PNUE, Genève 2001.

-Lenartova V., K.Holovska.,J.Pedrajas.,E. Martinez-Lara.,J.Peinado., J.Lopez-Barea., I.Rosival et P.Kosuth (1997).Antioxidant and detoxifying fish enzymes as biomarkers of river polution.Biomarkers ,2.,P :247-252.

-Livingstone D.R., Garcia-Martinez P., Michel X., Narbonne J.F., O'Hara S., Ribera D., Winston W., 1990. Oxyradical production as a pollution-mediated mechanism of toxicity in the common mussel, *Mytilus edulis* L., and other molluscs, Ecology. 4, pp.415-424.

- Loffredo I., Senesi n.,2006: the role of humic substances in the the fate of anthropogenic organic pollutants in soil with emphasis on endocrine disruptor compounds, soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation,165,3-23.

-Lopes P.A., Pinheiro T., Santos M.C., Da-Luz-Mathias M., Collares-Pereira M.J., Viegas-Crespo A.M., 2001. Reponse of antioxidant enzymes in fresh water fish populations (*Leuciscus alburnoides complex*) to inorganic pollutants exposure. Sci. Total Environ., 280, pp.153-163.

-Lu G.H., Ji, H.Z. Zhang ., H.W.u., J.Qin et C.Wang (2010). Active biomonitoring of complex pollution in Taihu Lake with *carassius auratus*. Chemosphere.79 :588-594.

-Lukyanova, O.N., Ireykina, S.A., Chernyaev, A.P., Vazhova, A.S., Boyarova, M.D., 2010. Ecotoxicological assessment of several estuarine zones in the South of Primorsky Krai. Russ. J. Mar. Biol. 36, 489-496.

M

- Milinkovitch Thomas, Awa Ndiaye, Wilfried Sanchez, Stéphane Le Floch, Hélène Thomas-Guyo ; 2011** ; Liver antioxidant and plasma immune responses in juvenile golden grey mullet (*Liza aurata*) exposed to dispersed crude oil *Aquatic Toxicology* 101 (2011) 155–164.
- Marchant et J.L.Martin**. Détermination de la pollution chimique (Hydrocarbures, organochloré, métaux) dans la lagune d'Abidjan (Cote d'Ivoire). 1985 .
- Markert B.A., Breure A.M., Zechmeister H.G., 2003**. Definitions, strategies and principles for bioindication/biomonitoring of the environment. *Bioindicators and biomonitors : principles, concepts and applications*. Oxford : Elsevier Science Limited, pp.3-39.
- Marie Lusinchi**. Dérivés chlorés dans l'environnement polluant organique persistant (POPs) 2002.
- Marie Pauline, S.2003**. Rapport sur les effets des polluants organiques persistants (POPs) sur la santé et l'environnement. Brazzaville. Congo. 47p.
- McCarthy J.F., Shugart L.R., 1990**. Biomarkers of environmental contamination. Lewis Publishers, Inc., Boca Raton, FL.
- Mebarki A., 1982**. Le bassin du Kébir- Rhumel (Algérie). Hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau. Thèse doctorat de 3^{ème} cycle, Université de Nancy II.
- Mebarki A., 1984**. Ressources en eau et aménagement en Algérie. Le bassin du Kébir- Rhumel. Office des Publications Universitaires.
- Mebarki A., 2005**. Hydrologie des bassins de l'Est Algérien: Ressources en eau, Aménagement et environnement, Thèse de doctorat d'Etat en hydrogéologie de l'environnement. Université de Mentouri Constantine. Algérie, 321p.
- Minier C., Abarnou A., Jaouen-Madoulet A., Le guellec A. M., 2006**. A pollution-monitoring pilot study involving contaminant and biomarker measurements in the Seine Estuary, France, using zebra mussels (*Dreissena polymorpha*). *Environ. Toxicol. Chem.* 25, pp.112-119.
- Mostert, M.M.R., Ayoko, G.A., Kokot, S., 2010**. Application of chemometrics to analysis of soil pollutants. *TrAC trends in Analytical Chemistry* 29 (5), 430-445.
- Muus Bent-J., 2003**. Guide des poissons d'eau douce et de pêche. 5^{ème} édition, Paris, pp.114-138.

N

-Napierska D., Barsien J., Mulkiwicz E., Podolska M., Rybakovas A., 2009. Biomarker responses in flounder *Platichthys flesus* from the Polish coastal area of the Baltic Sea and applications in biomonitoring. *Ecotoxicology.*, 18, pp.846-859.

-Narbonne J.F., Garrigues P., Ribera D., Raounx C., Matieu A., Lematre P., Salaün J.P., Lafaurie M., 1991. Mixed function oxygenase enzymes as tools for pollution monitoring : field studies on the french coast of the mediterranean sea. *Comp. Biochem. Physiol. C*, 100, pp.37-42.

O

-Ollivon, D., Garban, B. And amp ; Chesterikoaff. , (1993). — Analyse of the distribution of some polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and suspended matter in the river Seine (France). *Water Air Soil Poll.*, 81 : 135-152.

-Ozmen H., Keulahci F., ukurovali A.C., Dogru M., 2004. Concentrations of heavy metal and radioactivity in surface water and sediment of Hazar Lake (Elazig, Turkey). *Chemosphere.*, 55, pp. 401-408.

-Ozmen M., Ayas Z., Güngördö Z.A., Ekmekci G.F., Yerli S., 2008. Ecotoxicological assessment of water pollution in Sariyar Dam Lake, Turkey. *Ecotoxicology and Environmental Safety.*, 70, pp. 163–173.

-Ozmen M., Güngördö A., Kucukbay F.Z., Guler E.R., 2006. Monitoring the Effects of Water Pollution on *Cyprinus carpio* in Karakaya Dam Lake, Turkey. *Ecotoxicology.*, 15, pp.157–169.

P

-Pandey S., Parvez S., Rizwan A.A., Mehboob A., Kaur M., Faisal H., Firoz A., Raisuddin S., 2008. Effects of exposure to multiple trace metals on biochemical, Histological and ultrastructural feature of gills of a Fresh water fish, *Channa punctata* Bloch, *Chemico-Biological Interactions*, 174, pp.183-192.

-Paul D.B., Adamisa, D'eбора S., Gomesa, Maria Lucia C.C., Pintob, Anita D., Paneka, Elis C.A., Eleutherioa, 2004. The role of glutathione transferases in cadmium stress/ *Toxicology Letters*. 154, pp.81-88.

-Piervittori, R and Maffei,S. The importance of indicator species in the biomonitoring of atmospheric pollution. A case study in the city of Aosta, NW Italy .*Cryptogamie mycologie*, 2001.22(4) :p.297-310.

-**Pedelaborde P. 1991.** Introduction à l'étude scientifique du climat.Édition DUNOD, Paris. 623p.

-**Pellerin-Massicote J., 1994.** Oxidative processes as indicators of chemical stress in marine bivalves. J. Aquat. Ecosyst. Health., 3, pp.101-111.

-**Pesticides polluants organiques persistants : problèmes, réglementation et alternatives en Afrique** .Atelier International. Action Network (PAN) Afrique-DGIS (Pays-Bas) Bamako 2000.

R

-**Ramade F., 1998** .Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau .Ediscience. Paris .786p.

-**Ramade F., 2002.**Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement .2^{ème} édition.Dunod. Paris .1075 p.

-**Ramade F., 2005.** Eléments d'écologie, écologie appliquée. 6^{ème} édition, Dunod, Paris, 864 p.

-**Ramade F., 2010.** Eléments d'écologie : Ecologie appliquée.7^{ème} édition, Dunod, Paris. 754p.

-**Rejesk f,2000** : Analyse des eaux Aspects règlementaires et techniques ,édition CRDP d'aquitaine. Se Sren paris. 358 p.

-**Richard C., Strnge Peter W.J., Anthony A.F., 2000.** Glutathione-S- transferase: genetics and role in toxicology. Toxicology Letters, pp. (112-113; 357-363).

-**Rodier J., 2005.** Analyse de l'eau naturelle et des eaux résiduaires, eaux de mers, 8^{ème} Edition, Dunod, Paris, 1394p.

S

-**Saitanis, C.M.and Karandinos, M.G.** .Instrumental recording and biomonitoring of ambient ozone in the Greek countryside.Chemosphere, 2001.44 .p :813-821.

-**Samuel, P.2012.**Effet des polluants organiques sur le comportement des poissons .Biologique de l'environnement, des populations, Ecologie. Université de la rochelle .222p

-**Scott, G.R., Sloman, K.A., 2004.** The effects of environmental pollutants on complex fish behaviour: integrating behavioural and physiological indicators of toxicity. Aquatic Toxicology 68,p : 369-392.

-**Senat, 2001.** Effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. <http://www.senat.fr/rap/100-261/100-26150.html> consulté 16 septembre 2008.

-Soares A.F., 2005. Effets du stress oxydant sur le fonctionnement des adipocytes : adiponectine et prostaglandines. Thèse de doctorat, université. De Lyon, 133p.

-Spark, K. M., Swift R S., 2002: Effect of soil composition and dissolved organic matter on pesticide sorption, *The Science of the Total Environment*, 298, 147-161.

-Stegeman J.J., Brouwer M., Digiulio R.T., Forlin L., Fowler B.H., Sanders B.B., Vanheld P.A., 1992. Molecular and protein systems as indicators of chemical exposure and effect. Editors : Michigan, USA, Louis Publishers.

T

-Thornton I., 1996. Risk assessment related to metals: the role of the geochemist. Report of the International Workshop on Risk Assessment of Metals and their Inorganic Compounds, Angers, France, International Council on Metals and the Environment.

-Tissier hrystèle, Morvan Claire, Bocquené Gille , Grossel Hubert, James Alice et MARCHAND Michel.,2005. LES SUBSTANCES PRIORITAIRES DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU (DCE) .Fiches de synthèse .p 92.

-Thiago E.M. Parente* and Rachel Ann Hauser-Davis,2014, The Use of Fish Biomarkers in the Evaluation of Water Pollution in Pollution and Fish Health in Tropical Ecosystems ; «319p- edition taylor France.

-Torreilles J., Guérin M.C., Roch P., 1996. Espèces oxygénées réactives et systèmes de défense des bivalves marins. C.R. Acad. Sci., III 319, pp. 209-218.

U

-Ulaszewska, M. M., Ciffroy, P., Tahraoui, F., Zeman, F. A., Capri, E., and Brochot, C. 2012 : Interpreting PCB levels in breast milk using a physiologically based pharmacokinetic model to reconstruct the dynamic exposure of Italian women, *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 22, 601–609.

-United States Environmental Protection Agency (USEPA)., 2009. National Primary Drinking Water Regulations. EPA 816-F-09-004.

-U.S. Environmental Protection Agency Office of Water (4304T) Health and Ecological Criteria Division ,2003, Health Effects Support Document for Naphthalene, rapport , p149.

Y

- Vaché, C ; Leoz, E ; et al.** New approach development for detection of PAHs atmospheric pollution : the P-glycoprotein of *Drosophila melanogaster*.in 19th International symposium on polycyclic aromatic compounds.2003 Amsterdam : INSERM, INNERIS, Université d'Auvergne.
- Van der Oost R., Beyer J., Vermeulen N. P. E. 2003.** Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: A review. *Environmental Toxicology and Pharmacology.*, 13, pp.57-149.
- Van Gestel, C.A., Van Brummelen, T.C., 1996.** Incorporation of the biomarker concept in ecotoxicology calls for a redefinition of terms. *Ecotoxicology* 5, 217–225p.
- Viala, A., Botta, A., 2005.** Toxicologie, 2ème édition, édition Lavoisier tec and doc, 1122 pp.

W

- Wiseman, H. and B. Halliwell,** Damage to DNA by reactive oxygen and nitrogen species: role in inflammatory disease and progression to cancer .*Biochem J*, 1996. 313 (Pt 1): p. 17-29.

Y

- Yaguibou A.G., 2005.** Etude de l'impact de l'utilisation des pesticides sur la qualité des produits maraîchers: cas de la tomate. Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées. 51 p.



Annexes

Annexe 1

TEMP eau	SS	Degré of freedom	MS	F	p
INTREPRET	4136,653	1	4136,653	620498,0	0,000000
S	5,547	2	2,773	416,0	0,000000
	0,060	9	0,007		

Hautement significatif

pH eau	SS	Degré of freedom	MS	F	p
INTREPRET	647,7025	1	647,7025	6477025	0,000000
S	0,2450	2	0,1225	1225	0,000000
	0,0006	6	0,0001		

Hautement significatif

CE eau	SS	Degré of freedom	MS	F	p
INTREPRET	16630084	1	16630084	16630084	0,000000
S	1281128	2	640564	640564	0,000000
	6	6	1		

Proteines	SS	Degré of freedom	MS	F	P
INTERCEPT		0			
SAISON	137,0153	1	137,0153	9,022585	0,003864
SEXE		0			
ORG		0			
SAISON*SEXE	0,2556	1	0,2556	0,016831	0,897205
SAISON*ORG	98,7879	1	98,7879	6,505275	0,013282
SEXE*ORG		0			
SAISON*SEXE *ORG	25,5674	1	25,5674	1,683638	0,199327
ERRURE	926,3343	61	15,1858		

Pour les protéines effet saison organe significatif.

Annexes

GSH	SS	Degré of freedom	MS	F	P
INTERCEPT		0			
SAISON	0,090647	1	0,090647	10,23750	0,002185
SEXE		0			
ORG		0			
SAISON*SEXE	0,016837	1	0,016837	1,90154	0,172942
SAISON*ORG	0,005904	1	0,005904	0,66678	0,417355
SEXE*ORG		0			
SAISON*SEXE*ORG	0,040532	1	0,040532	4,57753	0,036403
ERROR	0,540127	61	0,008855		

Effet saison, sexe et organe significatif

Gst	SS	Degré of freedom	MS	F	P
INTERCEPT		0			
SAISON	93,917	1	93,9170	4,094718	0,04740
SEXE		0			
ORG		0			
SAISON*SEXE	1,198	1	1,1976	0,052213	0,820020
SAISON*ORG	173,919	1	173,9193	7,582760	0,007754
SEXE*ORG		0			
SAISON*SEXE*ORG	6,576	1	6,5755	0,286688	0,594298
ERROR	1399,105	61	22,9361		

Effet saison organes significatif

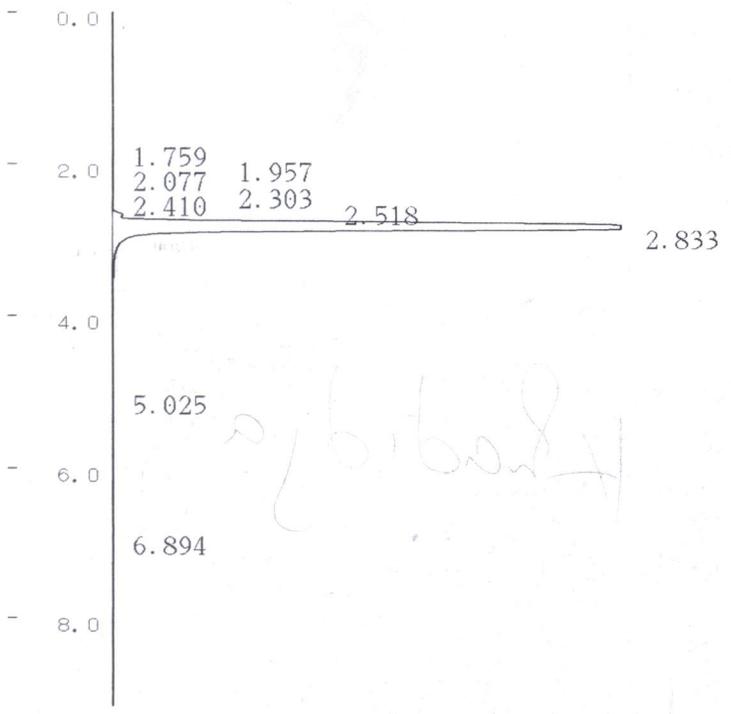
Annexes

CAT	SS	Degré of freedom	MS	F	P
INTERCEPT		0			
SAISON	1384,23	1	1384,23	4,848066	0,031469
SEXE		0			
ORG		0			
SAISON*SEXE	139,27	1	139,270	0,487772	0,487577
SAISON*ORG	1603,79	1	1063,789	3,725758	0,058232
SEXE*ORG		0			
SAISON*SEXE*ORG	110,31	1	110,314	0,386357	0,536536
ERROR	17416,89	61	285,523		

Effet saison significatif

MDA	SS	Degré of freedom	MS	F	P
INTERCEPT		0			
ORSAISON	46,970	1	46,97000	0,916906	0,342069
SEXE		0			
ORG		0			
SAISON*SEXE	19,795	1	19,79470	0,386414	0,536507
SAISON*ORG	3,588	1	3,58782	0,070038	0,792173
SEXE*ORG		0			
SAISON*SEXE*ORG	0,052	1	0,05152	0,001006	0,794864
ERROR	3124,82661	61	51,22665		

Effet non significatifs.



** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	5	1.759	6121	1035	V		0.0746	
	6	1.957	2774	356	V		0.0338	
	7	2.077	9691	1592	V		0.1181	
	8	2.303	2048	344	V		0.025	
	9	2.41	2074	335	V		0.0253	
	10	2.518	1781	331	V		0.0217	
	11	2.833	8180334	989208	V		99.6689	
	15	5.025	1285	79			0.0157	
	18	6.894	1398	49			0.017	
TOTAL			8207506	993328			100	

Benzo[a]pyrene

TOTAL

502284

76054

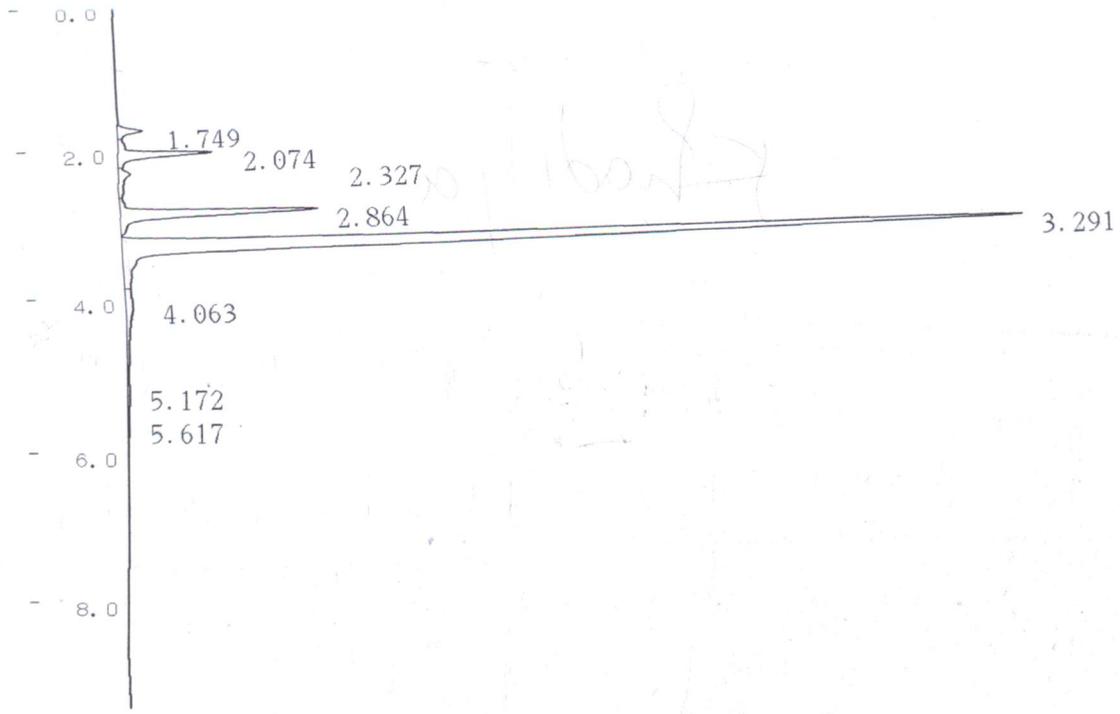
100

C-8A CHROMATOPAC CH=1

Report No.=20

DATA=1:@CHRM1.C00

11/06/12 11:56:50



** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	7	1.749	9519	1521	V		1.895	
	8	2.074	31994	5769	V		6.3698	
	9	2.327	8661	748	V		1.7242	
	10	2.864	69840	12188	V		13.9044	
	11	3.291	362779	55209	V		72.2259	
	12	4.063	14225	444	V		2.832	
	13	5.172	3851	124	V		0.7667	
	14	5.617	1416	51	V		0.282	
TOTAL			502284	76054			100	

4.063

C-8A CHROMATOPAC

CH=1

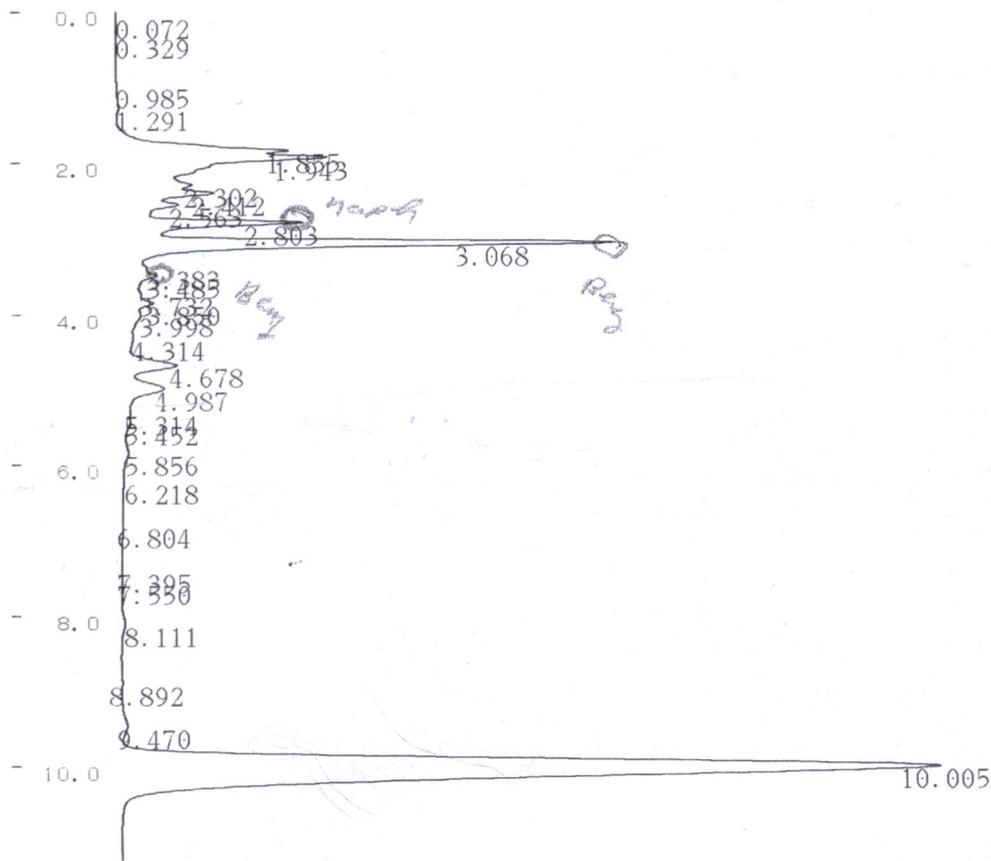
DATA=1

11/06/12

owed Rhumel (P2E)

4

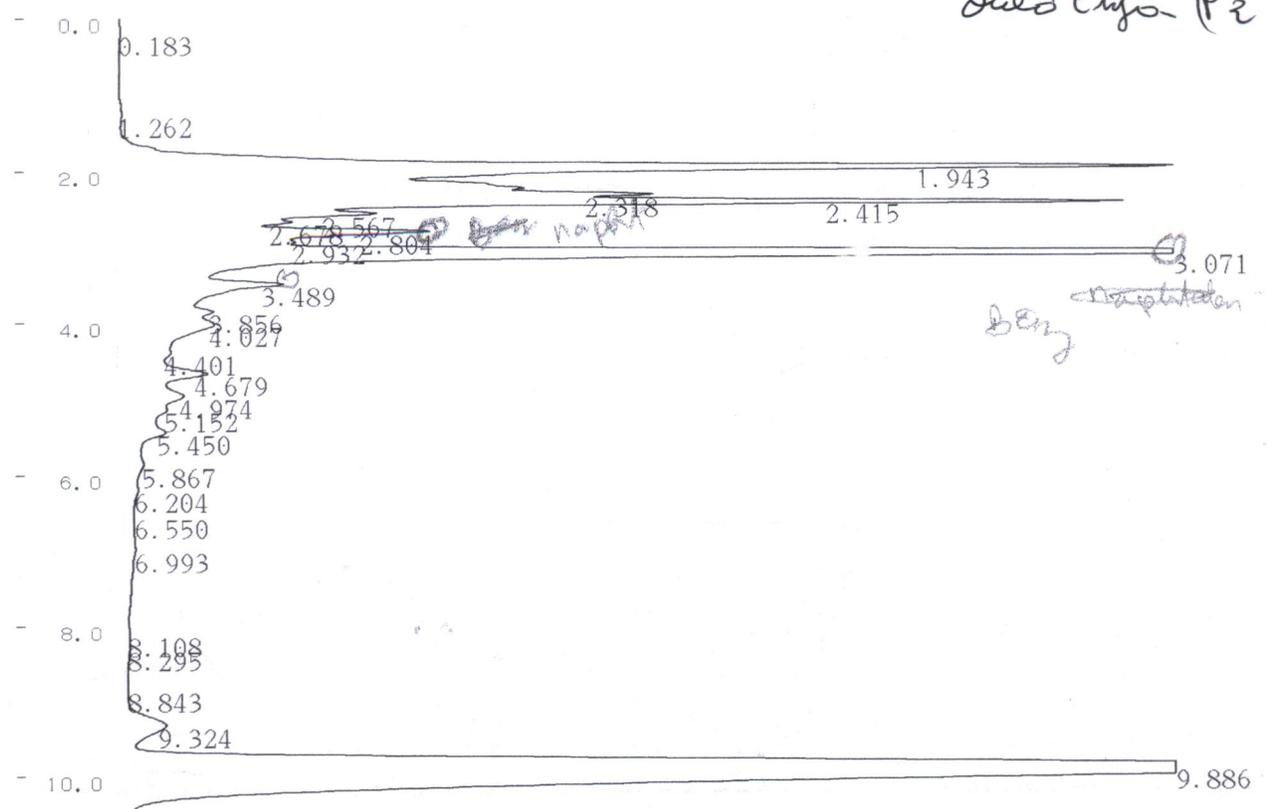
C-RSA CHROMATOPAC CH=1 DATA=1:@CHRM1.C00 ATTEN= 8 SPEED= 10.0



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=26 DATA=1:@CHRM1.C00 11/06/12 12:29:36

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	3	0.985	1072	109			0.0159	
	4	1.291	7790	644	V		0.1153	
	5	1.855	310052	42005	V		4.5889	
	6	1.943	533806	51464	V		7.9006	
	7	2.302	147085	18381	V		2.1769	
	8	2.412	159585	24027	V		2.3619	
	9	2.563	131612	15146	V		1.9479	
	10	2.803	322897	45467	V		4.779	
	11	3.068	1159713	121761	SV		17.1643	
	12	3.383	5485	1325	T		0.0812	
	13	3.485	21552	3753	TV		0.319	
	14	3.732	3453	813	T		0.0511	
	15	3.85	24448	1076	TV		0.3618	
	16	3.998	13951	1369	TV		0.2065	
	17	4.314	2599	370	T		0.0385	
	18	4.678	161478	14360	V		2.3899	
	19	4.987	163373	11202	V		2.418	
	20	5.314	17929	2788	V		0.2654	
	21	5.452	39033	2905	V		0.5777	
	22	5.856	52042	2316	V		0.7702	
	23	6.218	32094	1216	V		0.475	
	24	6.804	22205	871	V		0.3286	
	25	7.395	14725	736	V		0.2179	
	26	7.55	10147	721	V		0.1502	
	27	8.111	38092	1375	V		0.5638	
	28	8.892	16100	640	V		0.2383	
	29	9.47	39321	1791	V		0.582	
	30	10.005	2204018	100870	V		48.9143	



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=27 DATA=1:@CHRM1.C00 11/06/12 12:41:32

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.183	3155	228			0.0176	
	2	1.262	11579	629			0.0647	
	3	1.943	2462353	259973	V		13.7496	
	4	2.318	1409402	130145	V		7.87	
	5	2.415	1413208	244019	V		7.8912	
	6	2.567	391680	62354	V		2.1871	
	7	2.678	195201	41857	V		1.09	
	8	2.804	545573	75206	V		3.0464	
	9	2.932	168007	42461	V		0.9381	
	10	3.071	2829892	360159	V		15.8019	
	11	3.489	568231	39589	V		3.173	
	12	3.856	193116	22311	V		1.0783	
	13	4.027	434041	22433	V		2.4236	
	14	4.401	111153	11718	V		0.6207	
	15	4.679	267117	20648	V		1.4916	
	16	4.974	211355	14734	V		1.1802	
	17	5.152	103837	10653	V		0.5798	
	18	5.45	178228	10189	V		0.9952	
	19	5.867	91386	4711	V		0.5103	
	20	6.204	64402	3283	V		0.3596	
	21	6.55	17528	2078	V		0.0979	
	22	6.993	116924	2369	V		0.6529	
	23	8.108	8630	586	V		0.0482	
	24	8.295	8223	558	V		0.0459	
	25	8.843	2244	99	V		0.0125	
	26	9.324	151918	8979			0.8483	
	27	9.886	5950202	336792	V		33.2254	

TOTAL 17908576 1728759 100

aved Rhumel (P₂E)

4

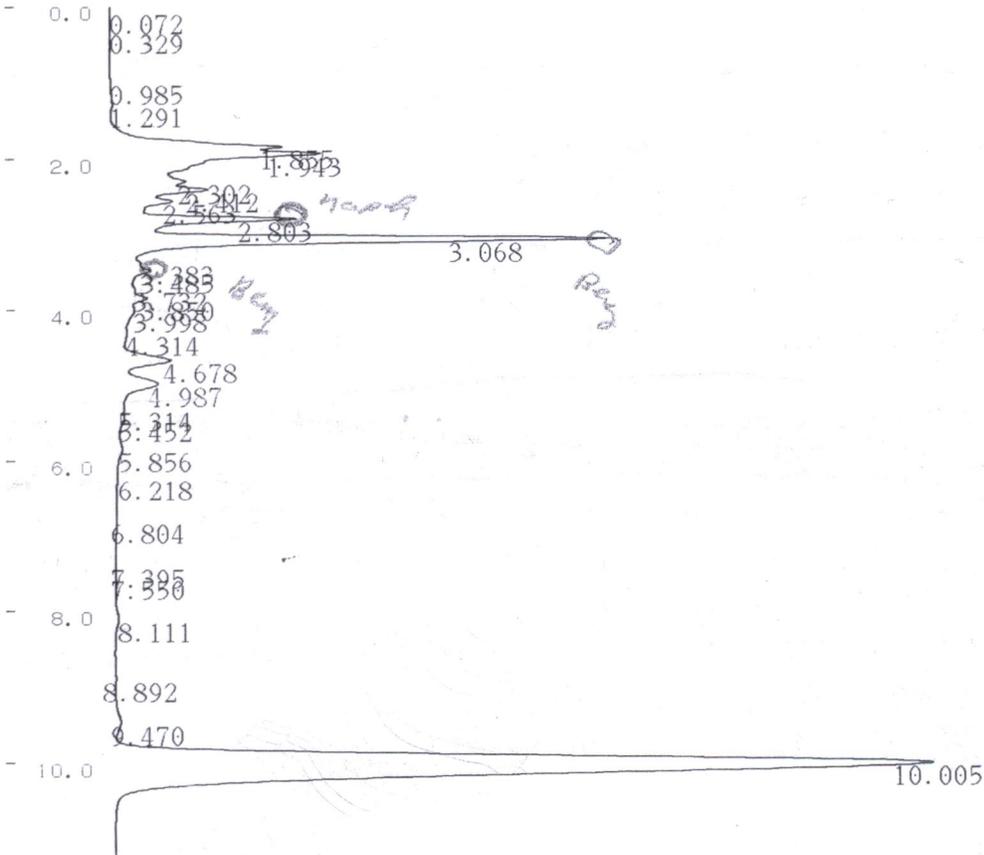
C-R8A CHROMATOPAC

CH=1

DATA=1:@CHRM1.C00

ATTEN= 8

SPEED= 10.0



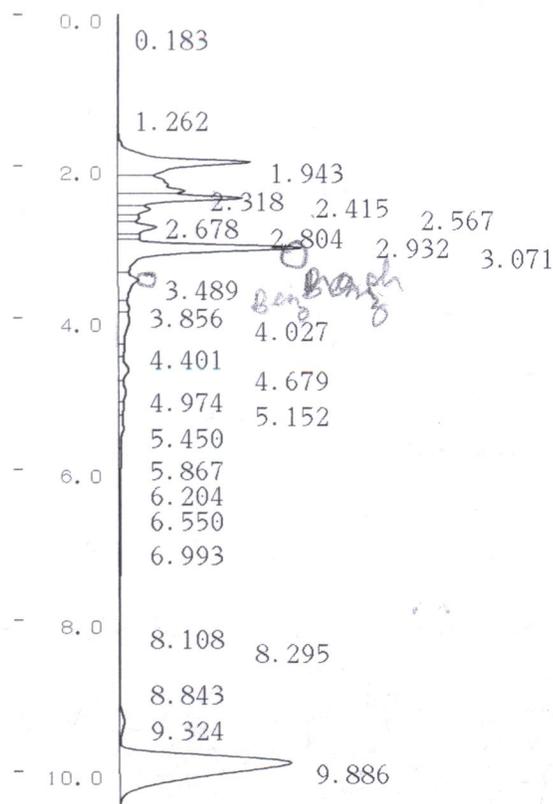
C-R8A CHROMATOPAC CH=1 Report No.=26

DATA=1:@CHRM1.C00

11/06/12 12:29:36

** CALCULATION REPORT **

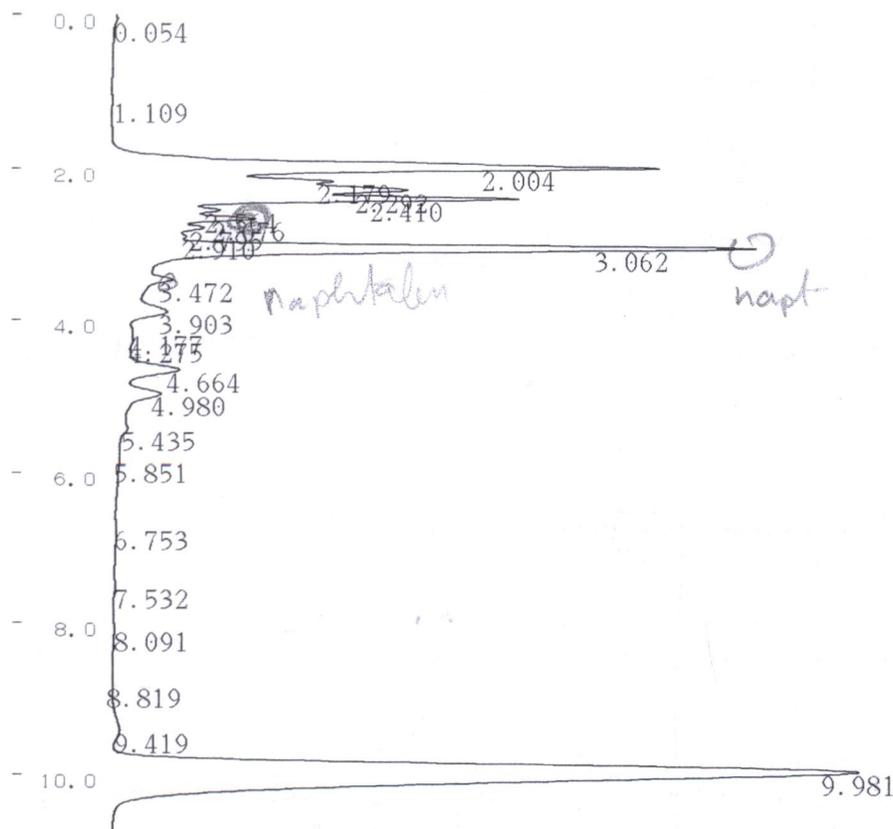
CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	3	0.985	1072	109			0.0159	
	4	1.291	7790	644	V		0.1153	
	5	1.855	310052	42005	V		4.5889	
	6	1.943	533806	51464	V		7.9006	
	7	2.302	147085	18381	V		2.1769	
	8	2.412	159585	24027	V		2.3619	
	9	2.563	131612	15146	V		1.9479	
	10	2.803	322897	45467	V		4.779	
	11	3.068	1159713	121761	SV		17.1643	
	12	3.383	5485	1325	T		0.0812	
	13	3.485	21552	3753	TV		0.319	
	14	3.732	3453	813	T		0.0511	
	15	3.85	24448	1076	TV		0.3618	
	16	3.998	13951	1369	TV		0.2065	
	17	4.314	2599	370	T		0.0385	
	18	4.678	161478	14360	V		2.3899	
	19	4.987	163373	11202	V		2.418	
	20	5.314	17929	2788	V		0.2654	
	21	5.452	39033	2905	V		0.5777	
	22	5.856	52042	2316	V		0.7702	
	23	6.218	32094	1216	V		0.475	
	24	6.804	22205	871	V		0.3286	
	25	7.395	14725	736	V		0.2179	
	26	7.55	10147	721	V		0.1502	
	27	8.111	38092	1375	V		0.5638	
	28	8.892	16100	640	V		0.2383	
	29	9.47	39321	1791	V		0.582	
				100070	V		48.9143	



** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.183	3155	228			0.0176	
	2	1.262	11579	629			0.0647	
	3	1.943	2462353	259973	V		13.7496	
	4	2.318	1409402	130145	V		7.87	
	5	2.415	1413208	244019	V		7.8912	
	6	2.567	391680	62354	V		2.1871	
	7	2.678	195201	41857	V		1.09	
	8	2.804	545573	75206	V		3.0464	
	9	2.932	168007	42461	V		0.9381	
	10	3.071	2829892	360159	V		15.8019	
	11	3.489	568231	39589	V		3.173	
	12	3.856	193116	22311	V		1.0783	
	13	4.027	434041	22433	V		2.4236	
	14	4.401	111153	11718	V		0.6207	
	15	4.679	267117	20648	V		1.4916	
	16	4.974	211355	14734	V		1.1802	
	17	5.152	103837	10653	V		0.5798	
	18	5.45	178228	10189	V		0.9952	
	19	5.867	91386	4711	V		0.5103	
	20	6.204	64402	3283	V		0.3596	
	21	6.55	17528	2078	V		0.0979	
	22	6.993	116924	2369	V		0.6529	
	23	8.108	8630	586	V		0.0482	
	24	8.295	8223	558	V		0.0459	
	25	8.843	2244	99	V		0.0125	
	26	9.324	151918	8979	V		0.8483	
	27	9.886	5950202	336792	V		33.2254	
TOTAL			17908576	1728759			100	

Bmi barium (PCE)



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=29 DATA=1:@CHRM1.C00 11/06/12 12:52:52

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.054	1826	616			0.0213	
	2	1.109	1761	230			0.0206	
	3	2.004	1167995	134015			13.6507	
	4	2.179	282993	54112	V		3.3074	
	5	2.292	527186	72392	V		6.1614	
	6	2.41	568375	99510	V		6.6428	
	7	2.564	144738	26568	V		1.6916	
	8	2.676	216104	35115	V		2.5257	
	9	2.795	140908	22705	V		1.6468	
	10	2.91	89011	18184	V		1.0403	
	11	3.062	1628161	157531	SV		19.0288	
	12	3.472	31714	5805	T		0.3707	
	13	3.903	67880	7644	T		0.7933	
	14	4.177	3475	539	T		0.0406	
	15	4.275	4039	619	TV		0.0472	
	16	4.664	224688	16638	V		2.626	
	17	4.98	191554	12089	V		2.2388	
	18	5.435	65091	3966	V		0.7607	
	19	5.851	71955	2039	V		0.841	
	20	6.753	34736	868	V		0.406	
	21	7.532	14057	710	V		0.1643	
	22	8.091	9931	475	V		0.1161	
	23	8.819	1480	106	V		0.0173	
	24	9.419	34721	1862	V		0.4058	
	25	9.981	3031928	182003	V		35.435	

TOTAL	8556305	856342	100
-------	---------	--------	-----

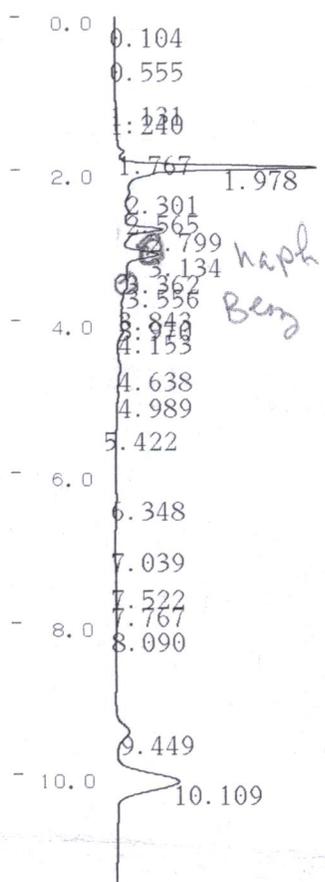
f

0.0 0.047

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
		TOTAL	0	0			0	

4

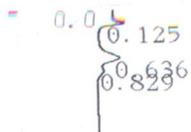


** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	3	1.131	2892	258	V		0.2626	
	4	1.24	2672	280	V		0.2425	
	5	1.767	25204	2262	V		2.2881	
	6	1.978	370892	49124	SV		33.6714	
	7	2.301	2802	510	T		0.2543	
	8	2.565	4221	873	T		0.3832	
	9	2.799	103608	11647	V		9.4061	
	10	3.134	102846	10382	V		9.3368	
	11	3.362	18209	2888	V		1.6531	
	12	3.556	49855	2949	V		4.526	
	13	3.843	11011	1629	V		0.9997	
	14	3.97	15427	1615	V		1.4005	
	15	4.153	21152	1920	V		1.9203	
	16	4.638	29440	1380	V		2.6727	
	17	4.989	12375	745	V		1.1234	
	18	5.422	2217	249	V		0.2013	
	19	6.348	6453	369			0.5858	
	21	7.522	4842	178	V		0.4396	
	22	7.767	1994	164	V		0.181	
	23	8.09	4872	224	V		0.4423	
	24	9.449	49885	3221			4.5288	

NO
BD

Ami halom (P1E)



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=1

DATA=1:@CHRM1.C00

11/06/13 13:45:42

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.125	14493	4352			18.7375	
	2	0.636	51039	5412			65.9876	
	3	0.829	11815	1507	VE		15.2749	
TOTAL			77347	11272			100	

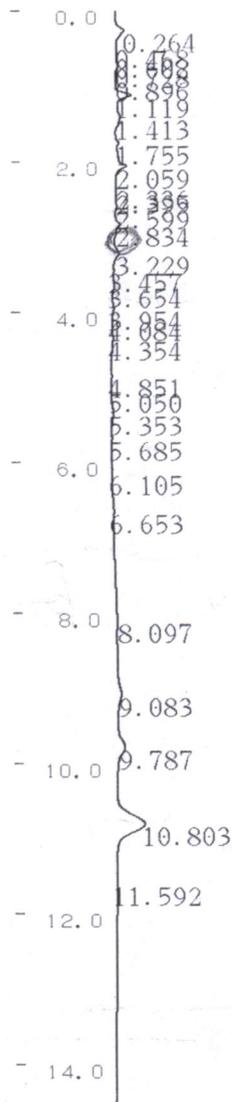
C-RSA CHROMATOPAC

CH=1

DATA=1:@CHRM1.C00

ATTEN= 8

SPEED= 10.0



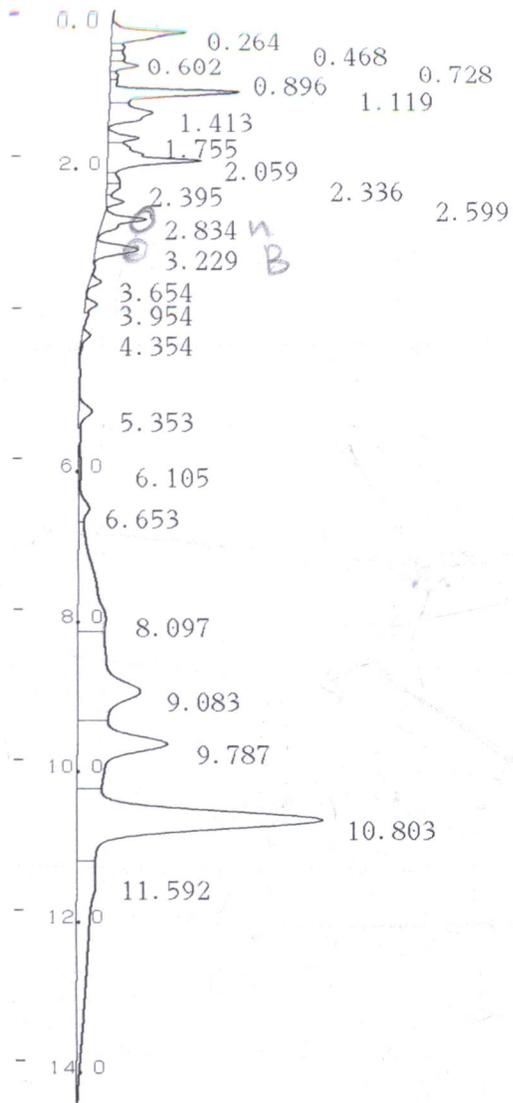
C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=2

DATA=1:@CHRM1.C00

11/06/13 13:49:12

** CALCULATION REPORT **

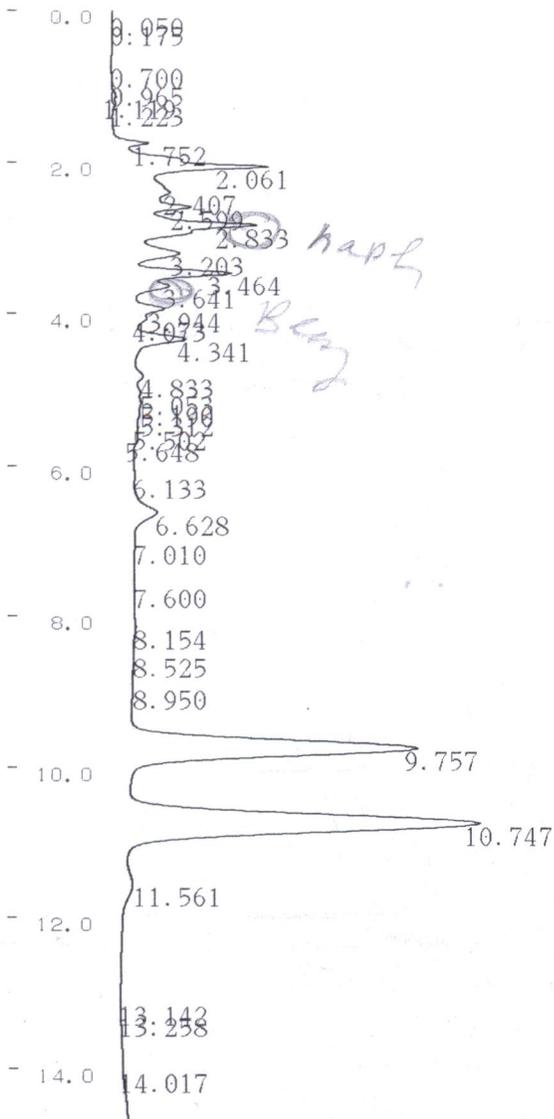
CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.264	18943	2286			3.4146	
	2	0.468	2352	417	V		0.4239	
	3	0.602	3354	463	V		0.6046	
	4	0.728	5737	850	V		1.0342	
	5	0.896	1514	246	V		0.2728	
	6	1.119	26326	3987	V		4.7455	
	7	1.413	15474	1333	V		2.7894	
	8	1.755	5577	946	V		1.0052	
			25762	2865	V		4.6438	



** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.264	18943	2286			3.4146	
	2	0.468	2352	417	V		0.4239	
	3	0.602	3354	463	V		0.6046	
	4	0.728	5737	850	V		1.0342	
	5	0.896	1514	246	V		0.2728	
	6	1.119	26326	3987	V		4.7455	
	7	1.413	15474	1333	V		2.7894	
	8	1.755	5577	946			1.0052	
	9	2.059	25762	2865	V		4.6438	
	10	2.336	3071	409	V		0.5536	
	11	2.395	2713	413	V		0.4891	
N	13	2.834	10514	1326			1.8952	
B	14	3.229	10651	1293			1.9198	
	16	3.654	2090	325			0.3767	
	17	3.954	2291	352			0.4129	
	19	4.354	1727	232			0.3113	
	22	5.353	4713	398	V		0.8495	
	24	6.105	1749	75	V		0.3152	
	25	6.653	5427	328	V		0.9782	
	26	8.097	43845	839	V		7.9035	
	27	9.083	78969	1927	V		14.2348	
	28	9.787	73756	2744	V		13.2952	
	29	10.803	151611	7504	V		27.3292	
	30	11.592	53701	591	V		9.6801	

bin holom (PCE)



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=4

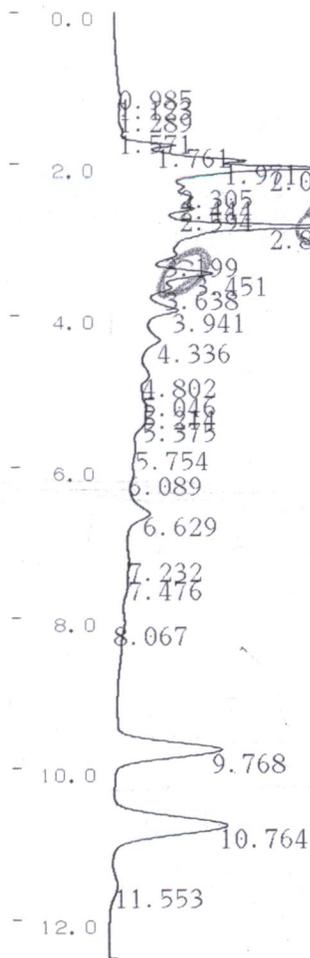
DATA=1:@CHRM1.C00

11/06/13 14:06:02

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	5	1.119	1032	139	V		0.1263	
	6	1.223	1008	140	V		0.1233	
	7	1.752	7150	1119	V		0.8749	
	8	2.061	48429	4793	V		5.9265	
	9	2.407	26917	1770	V		3.2939	
	10	2.599	18952	2412	V		2.3193	
	11	2.833	51305	4404	V		6.2784	
	12	3.203	24730	2053	V		3.0262	
	13	3.464	29086	3634	V		3.5594	
	14	3.641	17095	1721	V		2.092	
	15	3.944	15690	1571	V		1.9201	
	16	4.073	8525	1022	V		1.0433	
	17	4.341	31612	2222	V		3.8685	
	18	4.833	13183	903	V		1.6132	
	19	5.053	7286	796	V		0.8916	
	20	5.19	8732	817	V		1.0685	
	21	5.312	6668	771	V		0.816	
	22	5.502	6012	718	V		0.7358	
	23	5.648	13759	707	V		1.6837	
	24	6.133	11150	602	V		1.3645	
	25	6.628	31591	1271	V		3.8659	
	26	7.01	15537	593	V		1.9013	
	27	7.6	15772	556	V		1.9301	
	28	8.154	19592	576	V		2.3975	
	29	8.525	13214	498	V		1.617	

oned Rhinal (P15)



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=5 DATA=1:@CHRM1.C00 11/06/13 14:21:10

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.985	3731	161			0.5911	
	2	1.123	2507	228	V		0.397	
	3	1.289	1447	181	V		0.2292	
	4	1.571	3234	293	V		0.5123	
	5	1.761	12044	1908	V		1.9078	
	6	1.971	30593	4072	V		4.8461	
	7	2.065	50328	6358	V		7.9723	
	8	2.305	15419	2159	V		2.4425	
	9	2.444	24973	2412	V		3.9559	
	10	2.594	17203	2464	V		2.725	
	11	2.836	80001	6502	V		12.6728	
	12	3.199	20148	1928	V		3.1917	
	13	3.451	31101	3011	V		4.9266	
	14	3.638	17204	1771	V		2.7253	
	15	3.941	31715	1973	V		5.024	
	16	4.336	30902	1422	V		4.8951	
	17	4.802	20936	1081	V		3.3164	
	18	5.046	6562	888	V		1.0395	
	19	5.214	12545	1015	V		1.9873	
	20	5.375	16582	979	V		2.6267	
	21	5.754	14017	672	V		2.2204	
	22	6.089	10718	599	V		1.6978	
	23	6.629	27370	1100	V		4.3356	
	24	7.232	11234	462	V		1.7796	
	25	7.476	9757	436	V		1.5456	
	26	8.067	16171	328	V		2.5616	
	27	9.768	50416	3296	V		7.9863	
	28	10.764	58979	3495			9.3427	
	29	11.553	3446	181			0.5459	

TOTAL

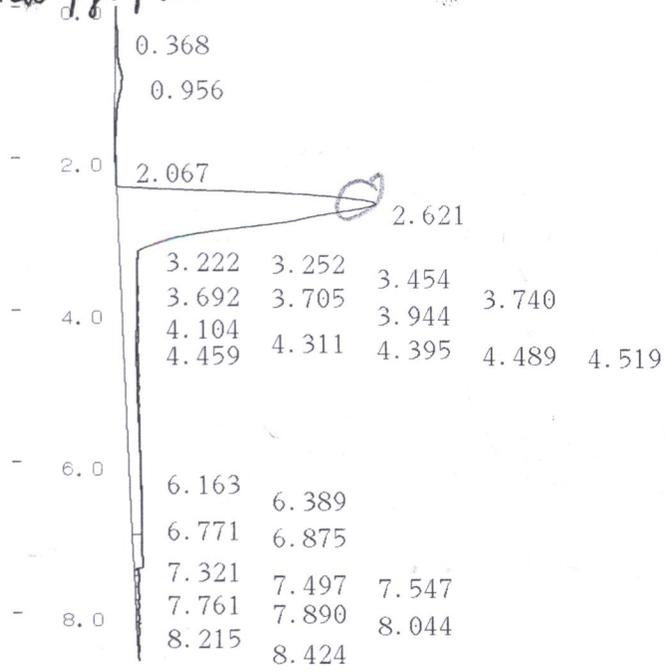
631281

51375

100

Chlorophyllase

copy 7

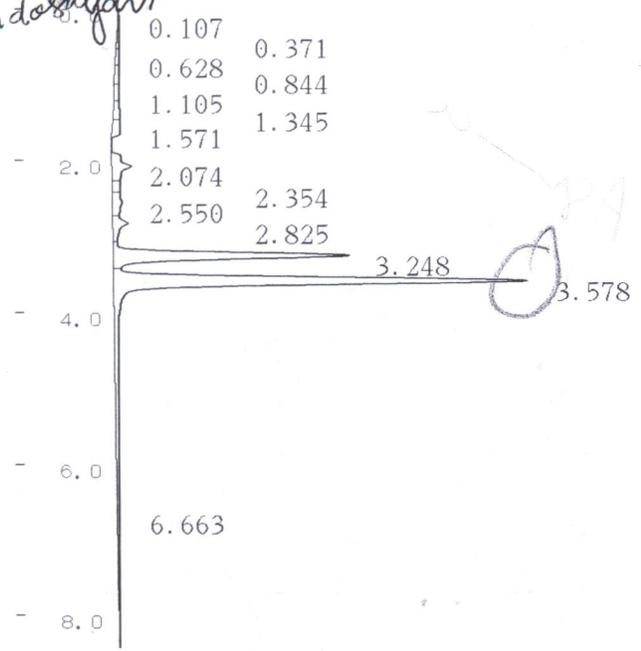


DATA

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.368	71801	4817			0.3419	
	2	0.956	460599	14486	V		2.1931	
	4	2.067	14965	1369			0.0713	
	5	2.621	19328840	504150	S		92.0339	
	6	3.222	1282	1451	T		0.0061	
	7	3.252	5845	1018	TV		0.0278	
	8	3.454	2504	615	T		0.0119	
	9	3.692	11313	2355	TV		0.0539	
	10	3.705	2508	2829	TV		0.0119	
	11	3.74	10659	2561	TV		0.0508	
	12	3.944	25574	2594	TV		0.1218	
	13	4.104	17356	2628	TV		0.0826	
	14	4.311	27542	3394	TV		0.1311	
	15	4.395	12626	3513	TV		0.0601	
	16	4.459	2099	1711	TV		0.01	
	17	4.489	2236	2424	T		0.0106	
	18	4.519	64281	2133	TV		0.3061	
	20	6.163	45929	2004	T		0.2187	
	21	6.389	31037	1903	TV		0.1478	
	22	6.771	13046	968	TV		0.0621	
	23	6.875	1912	462	TV		0.0091	
	24	7.321	494450	17543	V		2.3543	
	25	7.497	35599	9106	V		0.1695	
	26	7.547	65425	8945	V		0.3115	
	27	7.761	72045	7430	V		0.343	
	28	7.89	46592	7001	V		0.2218	
	29	8.044	49932	6067	V		0.2377	
	30	8.215	51098	4957	V		0.2433	
	31	8.424	32810	3167	V		0.1562	
TOTAL			21001884	623600			100	

Endosulfan

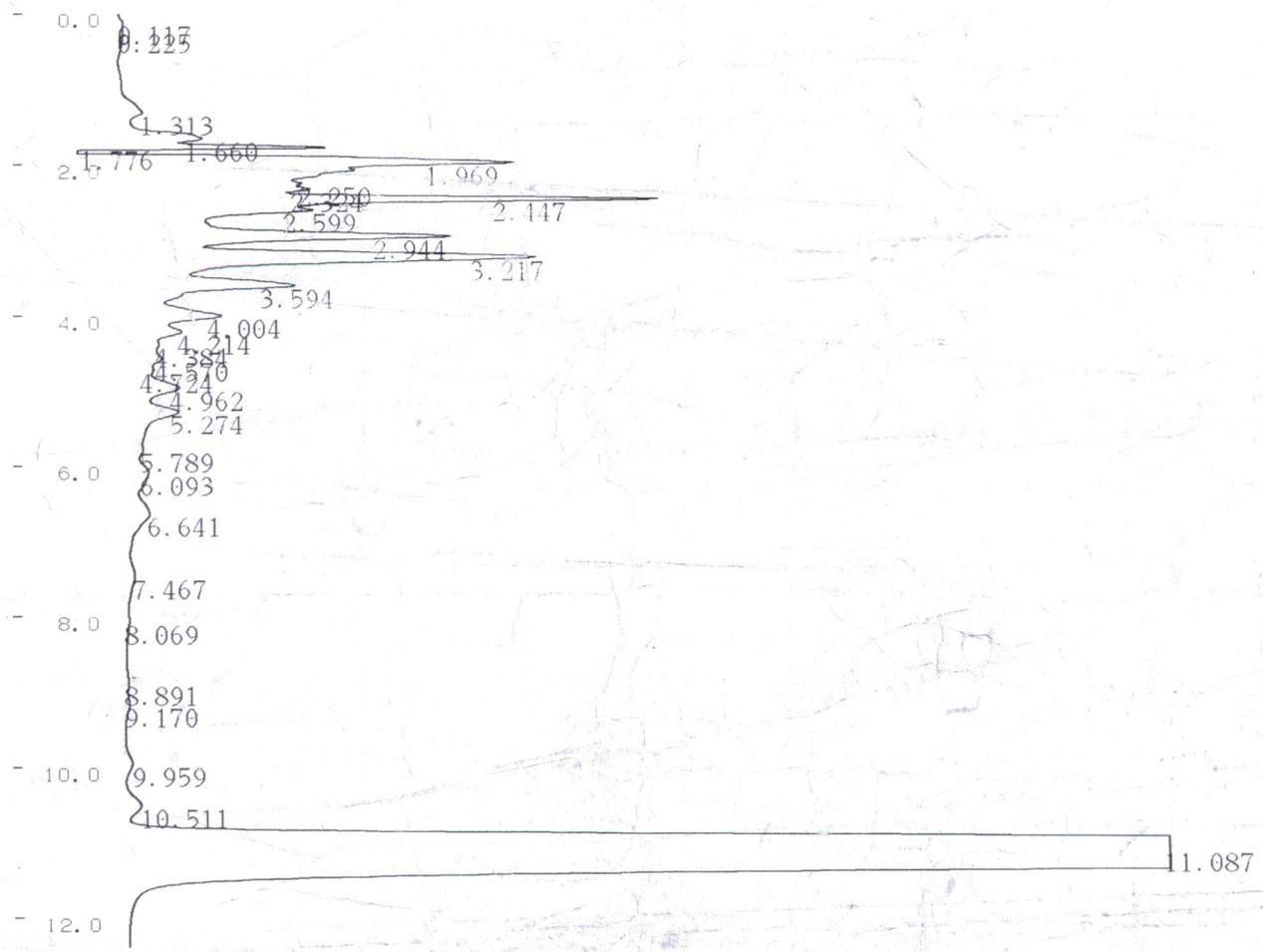


**** CALCULATION REPORT ****

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.107	5114	605			0.1741	
	2	0.371	19607	1056	V		0.6676	
	3	0.628	19620	1512	V		0.668	
	4	0.844	28802	1923	V		0.9806	
	5	1.105	31012	2509	V		1.0559	
	6	1.345	48029	3519	V		1.6353	
	7	1.571	50265	3968	VE		1.7114	
	8	2.074	118360	9577	E		4.0299	
	9	2.354	37001	4183	V		1.2598	
	10	2.55	73770	4697	V		2.5117	
	11	2.825	77546	7329	V		2.6403	
	12	3.248	731396	115501	V		24.9026	
	13	3.578	1685145	201812	SV		57.376	
	20	6.663	11356	431	TV		0.3866	
		TOTAL	2937021	358623			100	

Am Holom (PES)

C-R8A CHROMATOPAC CH=1 DATA=1:@CHRM1.C00 ATTEN= 7 SPEED= 10.0

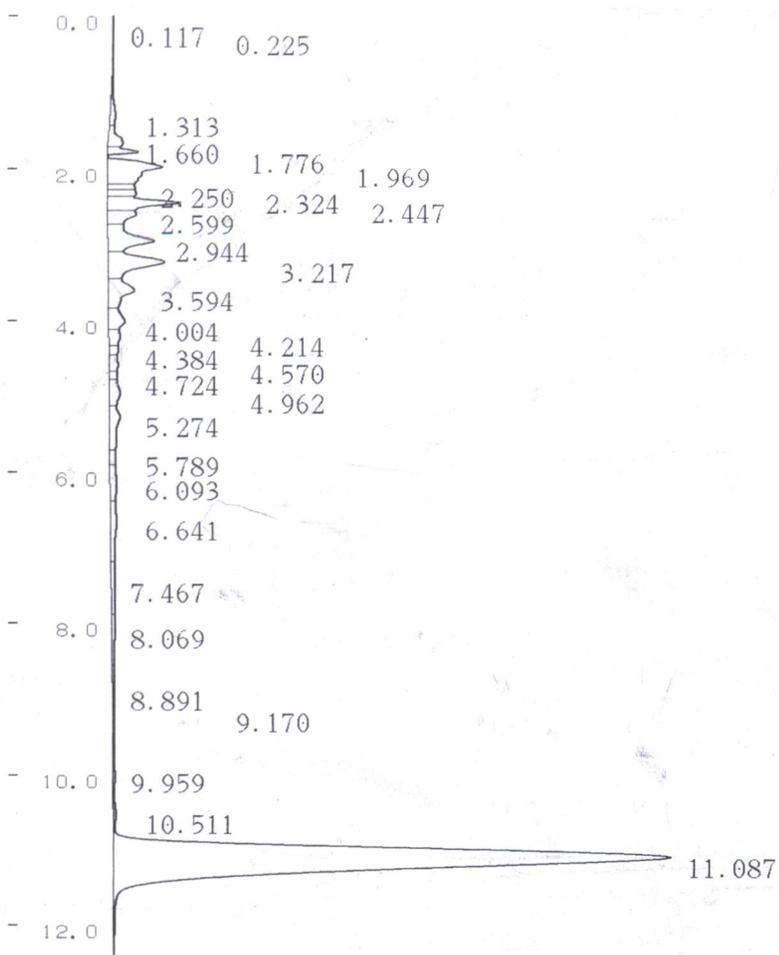


C-R8A CHROMATOPAC CH=1 Report No.=35 DATA=1:@CHRM1.C00 11/06/11 15:07:20

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.117	4396	587			0.0279	
	2	0.225	9485	547	V		0.0602	
	3	1.313	131798	5853			0.8364	
	4	1.66	164510	14574	V		1.044	
	5	1.776	117384	30183	VE		0.7449	
	6	1.969	723110	53426			4.5888	
	7	2.25	120313	27193	V		0.7635	
	8	2.324	148543	28164	V		0.9426	
	9	2.447	477326	70769	V		3.0291	
	10	2.599	238434	28319	V		1.5131	
	11	2.944	512509	45079	V		3.2524	
	12	3.217	643002	55305	V		4.0805	
	13	3.594	375742	25709	V		2.3844	
	14	4.004	223261	16449	V		1.4168	
	15	4.214	131929	11428	V		0.8372	
	16	4.384	63114	8565	V		0.4005	
	17	4.57	107739	8758	V		0.6837	
	18	4.724	49302	7686	V		0.3129	
	19	4.962	181470	10749	V		1.1516	
	20	5.274	259405	10446	V		1.6462	
	21	5.789	64240	5758	V		0.4077	
	22	6.093	161651	6232	V		1.0258	
	23	6.641	227334	6048	V		1.4427	
	24	7.467	140797	3740	V		0.8935	
	25	8.069	99942	2735	V		0.6342	

PA

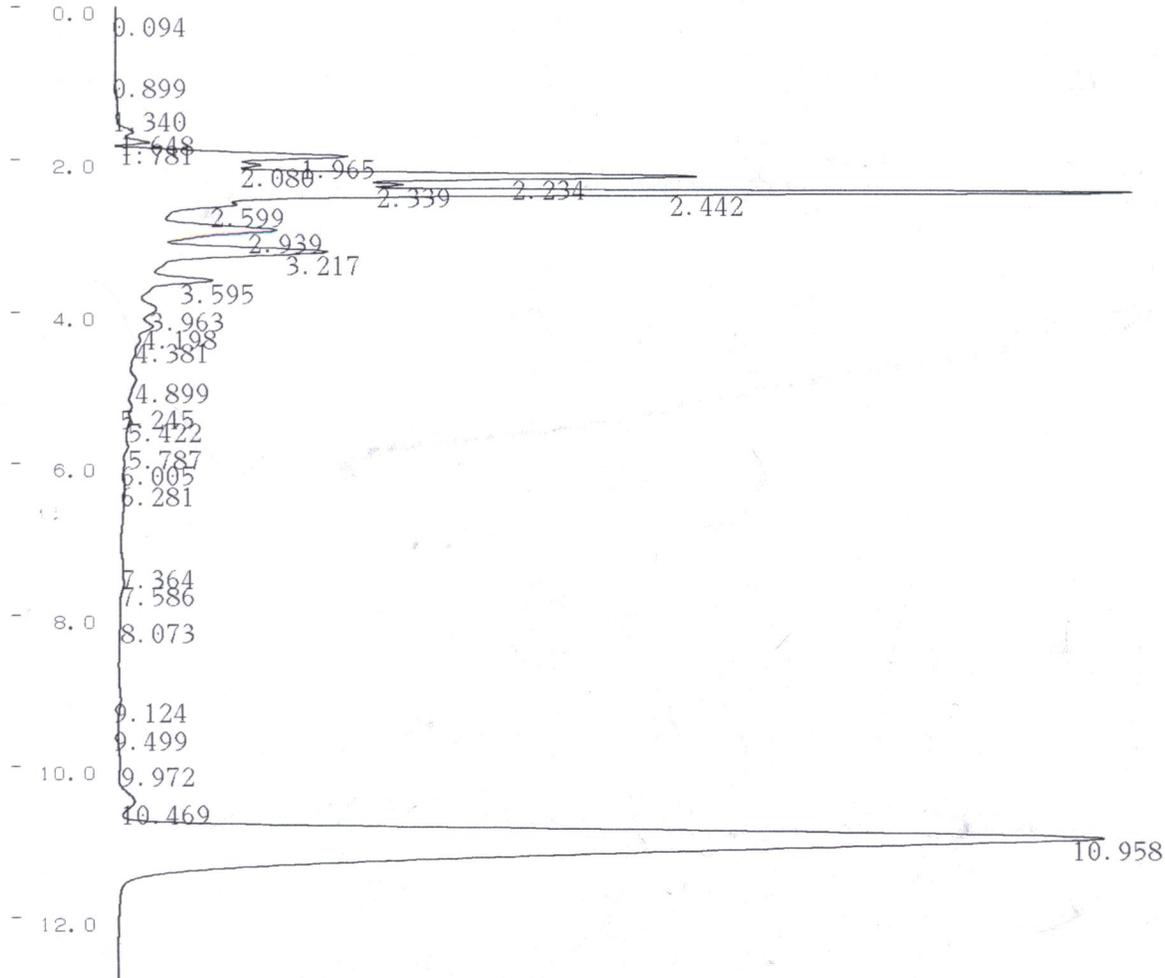


** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.117	4396	587			0.0279	
	2	0.225	9485	547	V		0.0602	
	3	1.313	131798	5853			0.8364	
P6	4	1.66	164510	14574	V		1.044	
	5	1.776	117384	30183	VE		0.7449	
	6	1.969	723110	53426			4.5888	
	7	2.25	120313	27193	V		0.7635	
	8	2.324	148543	28164	V		0.9426	
P1	9	2.447	477326	70769	V		3.0291	
	10	2.599	238434	28319	V		1.5131	
	11	2.944	512509	45079	V		3.2524	
	12	3.217	643002	55305	V		4.0805	
	13	3.594	375742	25709	V		2.3844	
	14	4.004	223261	16449	V		1.4168	
	15	4.214	131929	11428	V		0.8372	
	16	4.384	63114	8565	V		0.4005	
	17	4.57	107739	8758	V		0.6837	
	18	4.724	49302	7686	V		0.3129	
	19	4.962	181470	10749	V		1.1516	
	20	5.274	259405	10446	V		1.6462	
	21	5.789	64240	5758	V		0.4077	
	22	6.093	161651	6232	V		1.0258	
	23	6.641	227334	6048	V		1.4427	
	24	7.467	140797	3740	V		0.8935	
	25	8.069	99942	2735	V		0.6342	
	26	8.891	59971	2216	V		0.3806	
	27	9.17	60031	2129	V		0.381	
	28	9.959	58654	1987	V		0.3722	
	29	10.511	54559	2685	V		0.3462	
	30	11.087	10148084	544013	V		64.3994	

TOTAL 15758028 1037329 100

21



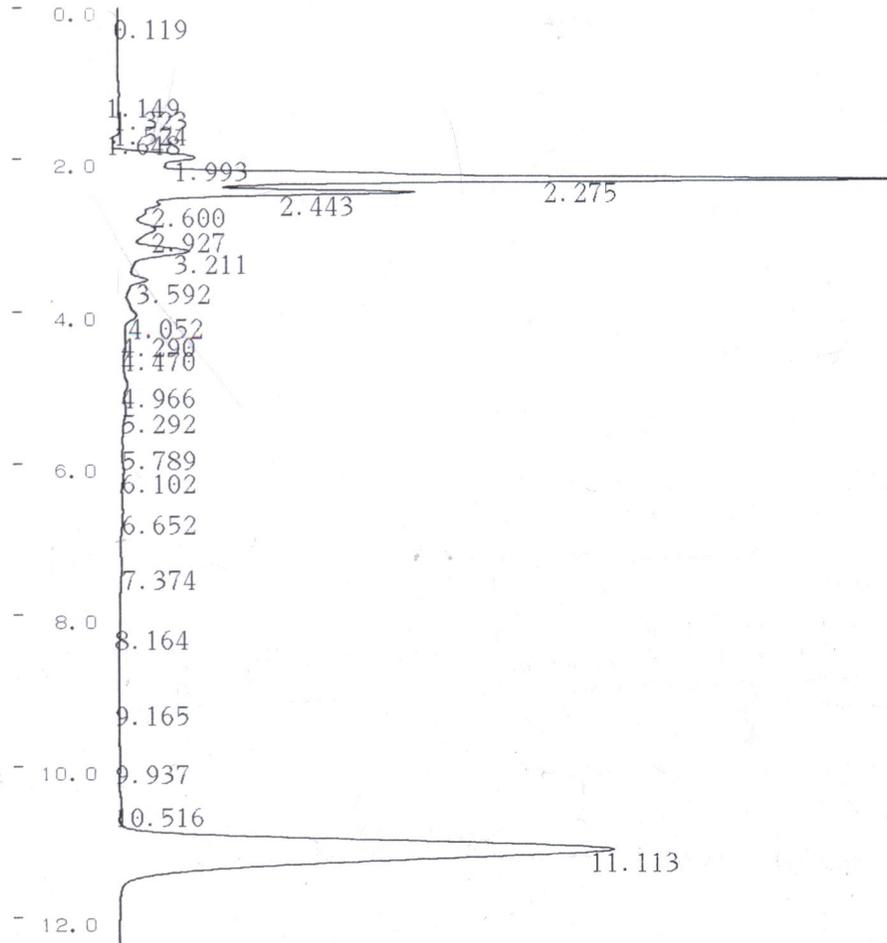
** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.094	1030	169			0.0024	
	3	1.34	37172	1951	V		0.087	
	4	1.648	129084	17965	V		0.3023	
	5	1.781	142684	33717	V		0.3341	
	6	1.965	1681871	226459	V		3.9386	
	7	2.08	668639	142480	V		1.5658	
	8	2.234	3944171	566265	V		9.2364	
	9	2.339	1068493	280616	V		2.5022	
	10	2.442	5436299	988702	V		12.7307	
	11	2.599	969699	118644	V		2.2708	
	12	2.939	1722005	158046	V		4.0326	
	13	3.217	2288537	206651	V		5.3593	
	14	3.595	1021554	95630	V		2.3923	
	15	3.963	552371	39893	V		1.2935	
	16	4.198	410588	36355	V		0.9615	
	17	4.381	511145	23983	V		1.197	
	18	4.899	371391	19771	V		0.8697	
	19	5.245	176677	15456	V		0.4137	
	20	5.422	222163	13494	V		0.5203	
	21	5.787	153302	11525	V		0.359	
	22	6.005	85617	7743	V		0.2005	
	23	6.281	375840	8018	V		0.8801	
	24	7.364	116879	6257	V		0.2737	
	25	7.586	130439	6738	V		0.3055	
	26	8.073	119883	3210	V		0.2807	
	27	9.124	106673	3626	V		0.2498	
	28	9.499	27125	1646	V		0.0635	
	29	9.972	68874	3279	V		0.1613	

P2
P6

(P)

Handwritten note: C-8A (P 25)



C-R8A CHROMATOPAC CH=1 Report No.=39

DATA=1:@CHRM1.C00

11/06/11 15:34:40

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.119	23161	494			0.1077	
	2	1.149	139911	4655	V		0.6505	
	3	1.323	30201	5038	V		0.1404	
	4	1.524	69738	5804	V		0.3243	
	5	1.648	41486	6255	VE		0.1929	
	6	1.993	832143	80632	E		3.8693	
	7	2.275	5051560	760854	V		23.4885	
	8	2.443	1662394	294360	V		7.7297	
	9	2.6	494540	45765	V		2.2995	
	10	2.927	548408	41421	V		2.55	
	11	3.211	904072	73968	V		4.2037	
	12	3.592	393107	33514	V		1.8278	
	13	4.052	399115	21981	V		1.8558	
	14	4.29	110170	11237	V		0.5123	
	15	4.47	156763	10989	V		0.7289	
	16	4.966	310156	12941	V		1.4421	
	17	5.292	296896	10953	V		1.3805	
	18	5.789	85945	7186	V		0.3996	
	19	6.102	194753	7965	V		0.9056	
	20	6.652	269425	6728	V		1.2528	
	21	7.374	207756	4864	V		0.966	
	22	8.164	82790	2621	V		0.385	
	23	9.165	78850	1787	V		0.3666	
	24	9.937	66233	2336	V		0.308	
	25	10.516	52978	2801	V		0.2463	
	26	11.113	9003990	482129	V		41.8663	

Handwritten notes: P1, P2

TOTAL

21506532

1939275

100

Over Rhumel (Pz S)

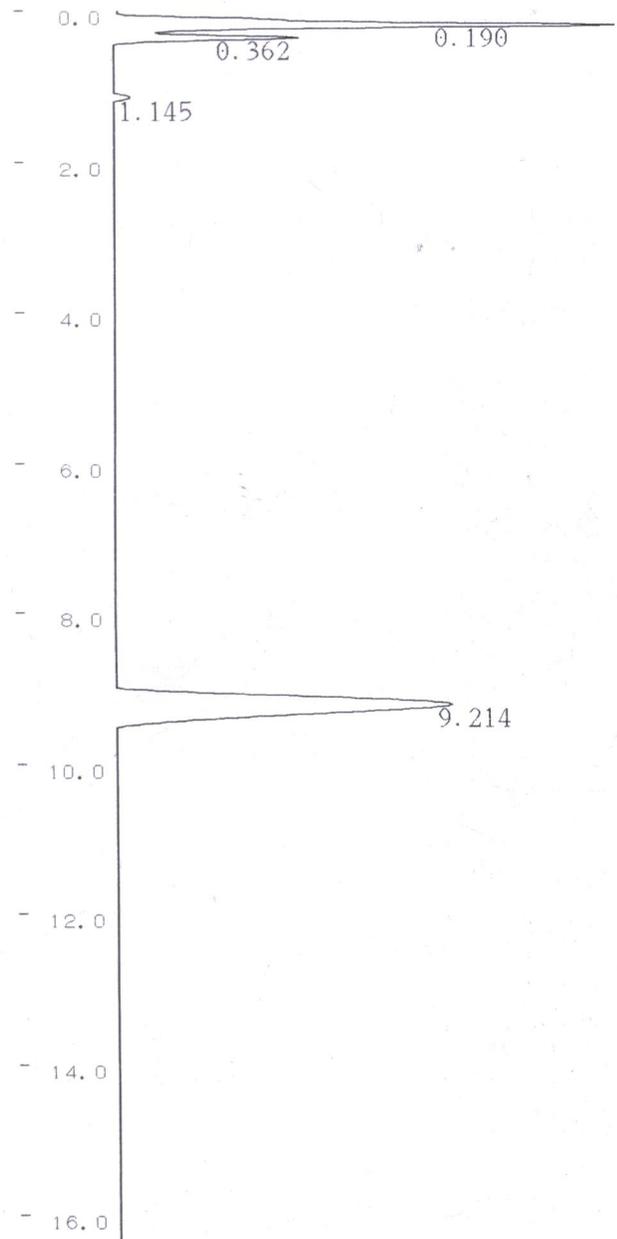
2.0 1.791 1.987
C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=1 DATA=1:@CHRM1.C00 11/06/12 09:13:02

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	1.791	8146	4105	E		4.7725	
	2	1.987	162546	22981			95.2275	
TOTAL			170692	27086			100	

4

C-RSA CHROMATOPAC CH=1 DATA=1:@CHRM1.C00 ATTEN=10 SPEED= 10.0

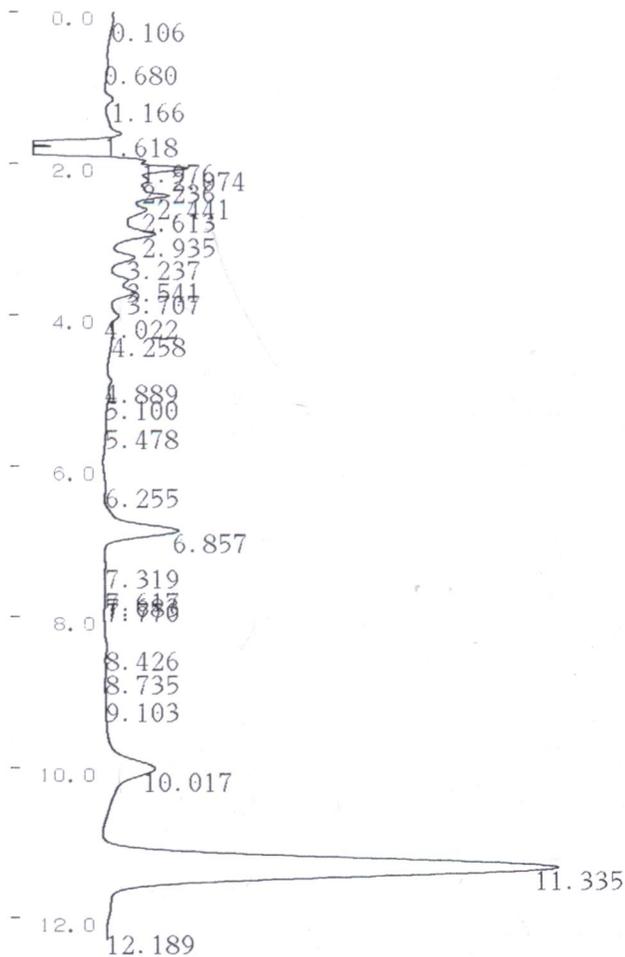


C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=2 DATA=1:@CHRM1.C00 11/06/12 09:16:20

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.19	2939679	486672			32.4919	
	2	0.362	829028	180259	VE		9.1632	
	3	1.145	71325	16263	E		0.7883	
	4	9.214	5207380	327200	E		57.5566	
TOTAL			9047411	1010394			100	

oned Enja (P25)



C-R8A CHROMATOPAC CH=1 Report No.=4

DATA=1:@CHRM1.C00

11/06/12 09:33:54

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	3	1.166	17576	1294			0.77	
	4	1.618	78084	4803	VE		3.4209	
	5	1.976	37518	6908	E		1.6437	
	6	2.074	78561	9369	V		3.4418	
	7	2.236	54228	6978	V		2.3758	
	8	2.441	97106	8107	V		4.2543	
	9	2.613	96031	6700	V		4.2072	
	10	2.935	108071	7078	V		4.7347	
	11	3.237	85382	5694	V		3.7407	
	12	3.541	59164	5140	V		2.592	
	13	3.707	69325	5492	V		3.0372	
	14	4.022	71540	4375	V		3.1342	
	15	4.258	123377	3865	V		5.4053	
	16	4.889	55466	3488	V		2.43	
	17	5.1	71779	3281	V		3.1447	
	18	5.478	93308	2908	V		4.0879	
	19	6.255	74275	2530	V		3.2541	
	20	6.857	148867	6761	V		6.522	
	21	7.319	39055	2031	V		1.711	
	22	7.617	17735	1848	V		0.777	
	23	7.683	8200	1821	V		0.3592	
	24	7.77	29555	1787	V		1.2948	
	25	8.426	57028	1634	V		2.4985	
	26	8.735	26196	1437	V		1.1477	
	27	9.103	18098	1264	V		0.7929	
	28	10.017	157512	3924	V		6.9008	
	29	11.335	509491	27942	V		22.3213	

P2 -> 11

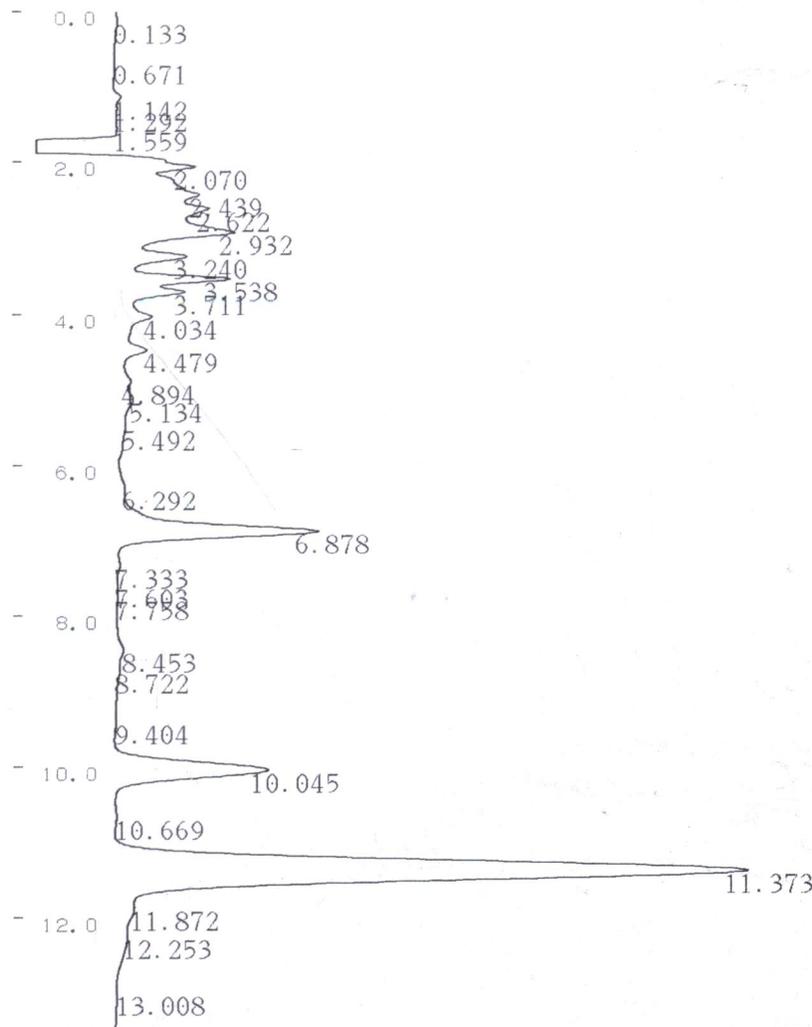
TOTAL

2282529

138461

100

Semi-autom (PCE)



C-R8A CHROMATOPAC CH=1 Report No.=5

DATA=1:@CHRM1.C00

11/06/12 09:46:38

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.133	1048	75			0.0305	
	3	1.142	17547	1504			0.5101	
	4	1.292	21626	2237	V		0.6287	
	5	1.559	65260	3953	VE		1.8972	
<i>P4</i>	⑥	2.07	125310	9730	E		3.6428	
	7	2.439	196208	9806	V		5.7039	
<i>P1</i>	⑧	2.622	123429	10295	V		3.5882	
	9	2.932	202030	11736	V		5.8731	
	10	3.24	117971	8708	V		3.4295	
<i>P2</i>	①	3.538	112002	11280	V		3.256	
	12	3.711	92482	8381	V		2.6885	
	13	4.034	148179	6239	V		4.3077	
	14	4.479	107767	5750	V		3.1328	
	15	4.894	77298	4596	V		2.2471	
	16	5.134	106797	4622	V		3.1047	
	17	5.492	131446	4000	V		3.8212	
	18	6.292	78781	3608	V		2.2902	
	19	6.878	306985	15157	V		8.9243	
	20	7.333	62664	2895	V		1.8217	
	21	7.603	20583	2589	V		0.5984	
	22	7.758	46733	2520	V		1.3585	
	23	8.453	89779	2626	V		2.6099	
	24	8.722	77678	2281	V		2.2581	
	25	9.404	38991	1750	V		1.1335	
	26	10.045	207507	10823	V		6.0324	
	27	10.669	32966	1275	V		0.9583	
	28	11.373	751751	39494	V		21.8539	
	29	11.872	34034	1894	V		0.9894	

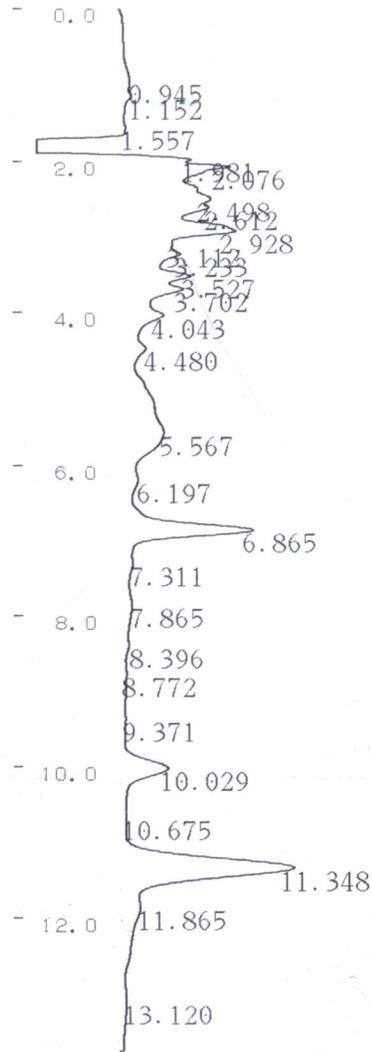


** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.19	2939679	486672			32.4919	
	2	0.362	829028	180259	VE		9.1632	
	3	1.145	71325	16263	E		0.7883	
	4	9.214	5207380	327200	E		57.5566	
TOTAL			9047411	1010394			100	

6

oued Endjo (E P1)



C-R8A CHROMATOPAC CH=1 Report No.=6

DATA=1:@CHRM1.C00

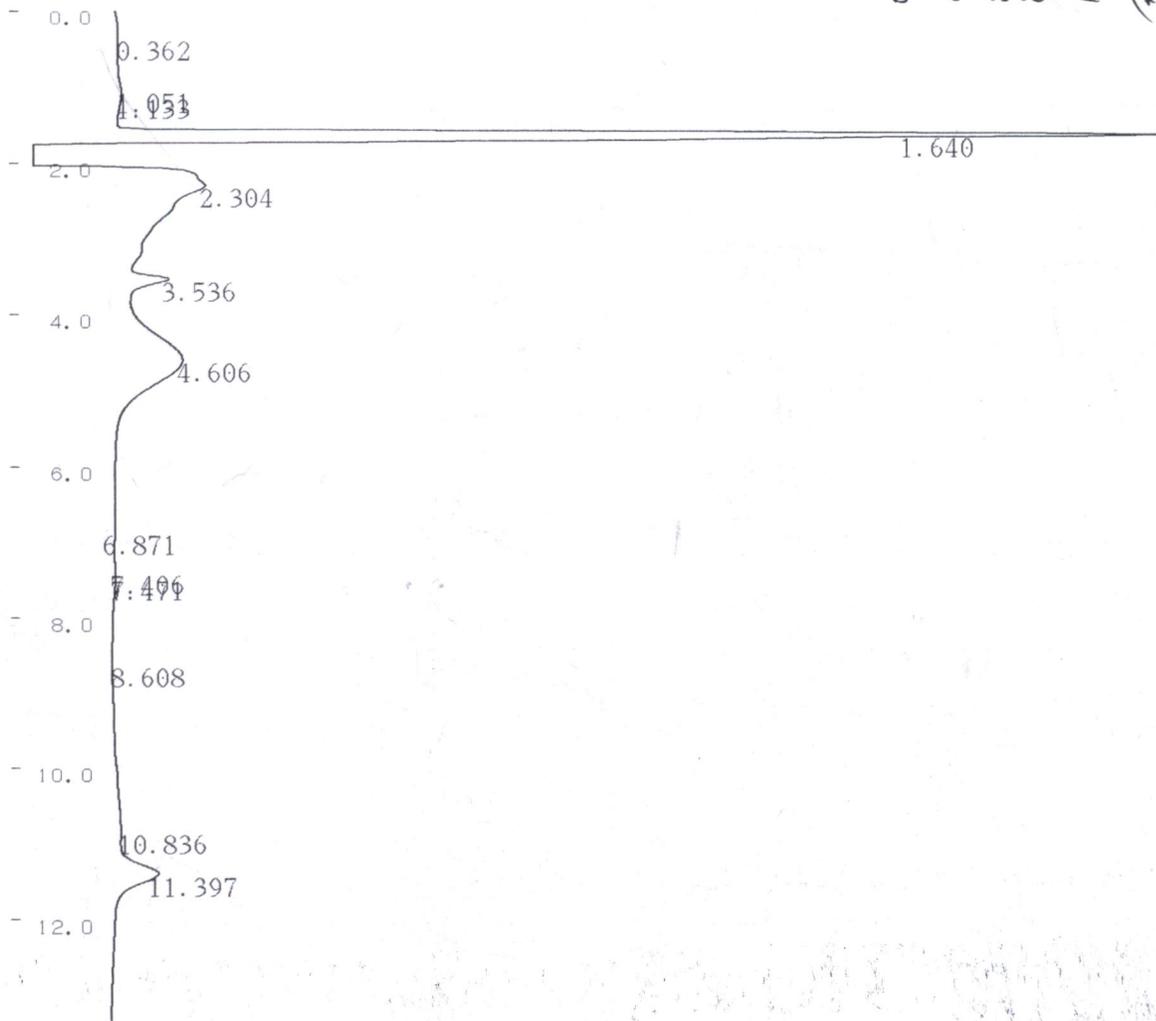
11/06/12 10:02:48

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.945	122531	3428			3.5912	
	2	1.152	87722	4167	V		2.571	
	3	1.557	77867	5006	VE		2.2822	
	4	1.981	56732	9468	E		1.6627	
	5	2.076	150435	11763	V		4.409	
	6	2.498	176484	10399	V		5.1725	
	7	2.612	109012	10231	V		3.195	
	8	2.928	188778	11754	V		5.5328	
	9	3.112	38906	7810	V		1.1403	
	10	3.233	113812	8256	V		3.3356	
	11	3.527	102412	8744	V		3.0015	
	12	3.702	111803	8232	V		3.2768	
	13	4.043	164919	6882	V		4.8335	
	14	4.48	120558	5627	V		3.5334	
	15	5.567	438204	6234	V		12.8431	
	16	6.197	103270	4384	V		3.0267	
	17	6.865	256862	11149	V		7.5282	
	18	7.311	79143	3575	V		2.3196	
	19	7.865	131040	3299	V		3.8406	
	20	8.396	53074	2879	V		1.5555	
	21	8.772	93721	2593	V		2.7468	
	22	9.371	57023	2285	V		1.6713	
	23	10.029	143924	4604	V		4.2182	
	24	10.675	33427	1775	V		0.9797	
	25	11.348	272044	11759	V		7.9732	
	26	11.865	96489	2134	V		2.8279	

Pg 7
Pg 8
Pg 9

Béni horizon (R1E)



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=7

DATA=1:@CHRM1.C00

11/06/12 10:17:02

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.362	16140	1148			0.5315	
2	2	1.051	97653	3374	V		3.2158	
3	3	1.133	84208	3601	V		2.7731	
4	4	1.64	495416	68504	VE		16.3148	
5	5	2.304	641064	10452	E		21.1112	
6	6	3.536	158940	7725	V		5.2341	
7	7	4.606	840082	8090	V		27.6652	
8	8	6.871	74680	2978	V		2.4593	
9	9	7.406	48605	2748	V		1.6006	
10	10	7.471	158563	2721	V		5.2217	
11	11	8.608	11277	2044	V		0.3714	
12	12	10.836	258188	1710	V		8.5025	
13	13	11.397	151789	3792	V		4.9986	

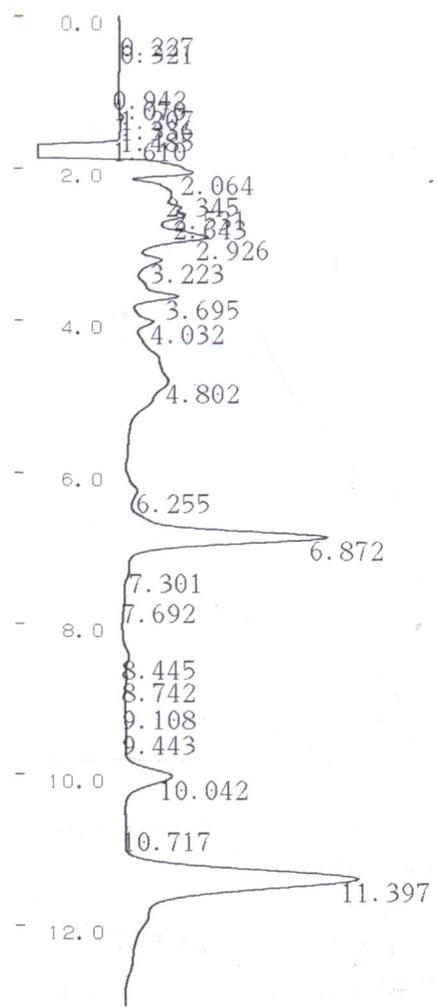
TOTAL

3036606

118886

100

banharan (P&C)



C-R8A CHROMATOPAC CH=1 Report No.=8 DATA=1:@CHRM1.C00 11/06/12 10:30:38

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.227	8432	686			0.2827	
	2	0.321	65571	958	V		2.1981	
	3	0.942	13967	2746	V		0.4682	
	4	1.07	28236	3124	V		0.9466	
	5	1.207	24857	3558	V		0.8333	
	6	1.336	45283	4164	V		1.518	
	7	1.485	33803	4462	V		1.1332	
	8	1.61	26138	4755	VE		0.8762	
	9	2.064	134944	9402	E		4.5238	
	10	2.345	135551	7941	V		4.5441	
	11	2.531	61366	8466	V		2.0572	
	12	2.643	83897	8615	V		2.8125	
	13	2.926	172812	9895	V		5.7932	
	14	3.223	110123	6969	V		3.6917	
	15	3.695	154458	7738	V		5.1779	
	16	4.032	105207	6044	V		3.5269	
	17	4.802	528936	6574	V		17.7316	
	18	6.255	115542	3987	V		3.8733	
	19	6.872	301372	15222	V		10.1029	
	20	7.301	62772	2953	V		2.1043	
	21	7.692	56225	2465	V		1.8848	
	22	8.445	79262	2374	V		2.6571	
	23	8.742	40939	2073	V		1.3724	
	24	9.108	21682	1797	V		0.7268	
	25	9.443	54755	1718	V		1.8356	
	26	10.042	108310	4230	V		3.6309	
	27	10.717	29938	1135	V		1.0036	
	28	11.397	378636	14904	V		12.6931	

P2
P4
P2

TOTAL. 2983013 148955 100

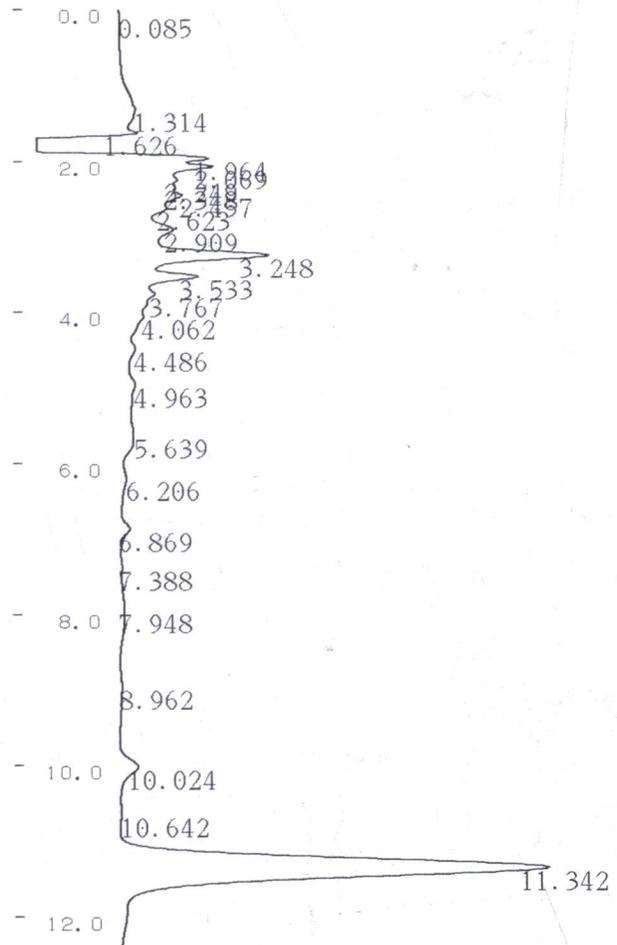
Peak PROC/CALC ERROR CH=1, 1:No raw peak
 C-R8A CHROMATOPAC CH=1 Report No.=9 DATA=1:@CHRM1.C00 11/06/12 10:44:44

** CALCULATION REPORT ** *WARNING* CALERROR: 1

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
		TOTAL	0	0			0	

①

C-R8A CHROMATOPAC CH=1 DATA=1:@CHRM1.C00 ATTEN= 6 SPEED= 10.0



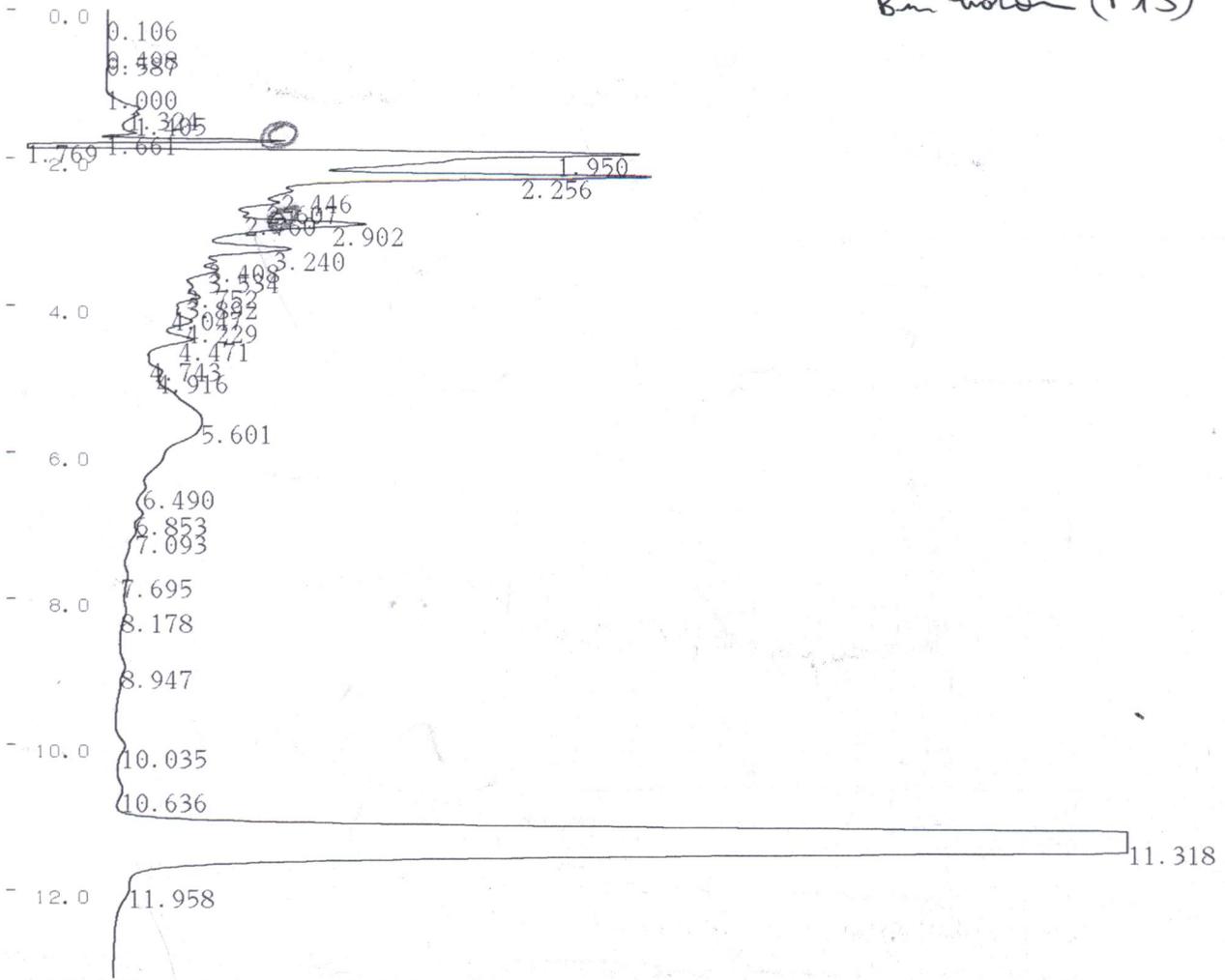
C-R8A CHROMATOPAC CH=1 Report No.=10 DATA=1:@CHRM1.C00 11/06/12 10:45:26

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.085	8843	263			0.3046	
	2	1.314	233123	4891	V		8.0288	
	3	1.626	40964	5927	VE		1.4108	
	4	1.964	74345	10460	E		2.5604	
	5	2.069	93345	10706	V		3.2148	
	6	2.249	57941	8406	V		1.9955	
	7	2.348	40903	8230	V		1.4087	
	8	2.457	93274	8594	V		3.2124	
	9	2.623	75329	7582	V		2.5943	
	10	2.909	133642	7819	V		4.6026	
	11	3.248	201388	13451	V		6.9358	
	12	3.533	106930	9040	V		3.6827	
	13	3.767	111850	6301	V		3.8521	
	14	4.062	108934	5454	V		3.7517	
	15	4.486	95446	4751	V		3.2872	
	16	4.963	158729	4501	V		5.4667	
	17	5.639	159615	4076	V		5.4972	
	18	6.206	124682	3366	V		4.2941	
	19	6.869	92599	3272	V		3.1891	
	20	7.388	46942	2547	V		1.6167	

②
 P₇
 P₄
 P₁
 P₂

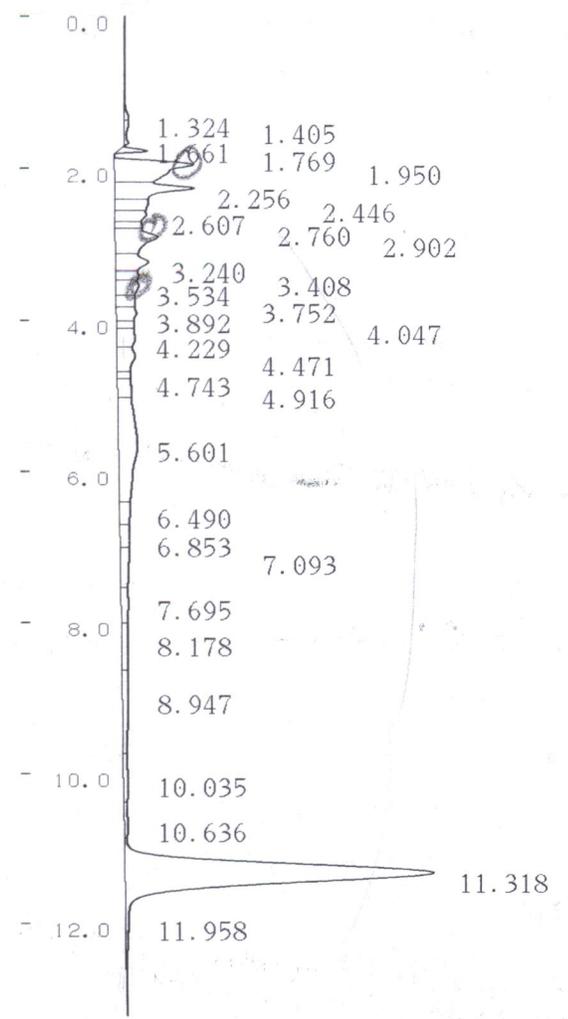
Bu hoto (P15)



C-R8A CHROMATOPAC CH=1 Report No.=11 DATA=1:@CHRM1.C00 11/06/12 10:58:12

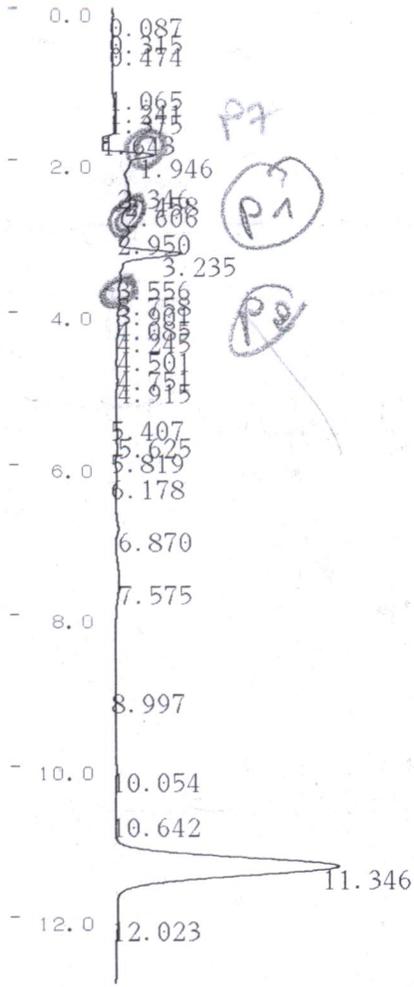
** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	5	1.324	20279	2253	V		0.3001	
	6	1.405	19771	2216	V		0.2926	
(P7)	7	1.661	12112	2168	V		0.1793	
(P8)	8	1.769	45753	14381	E		0.6771	
	9	1.95	487302	38542	E		7.2117	
	10	2.256	333355	39183	V		4.9334	
(P1)	11	2.446	142198	16455	V		2.1044	
	12	2.607	130019	15557	V		1.9242	
(P3)	13	2.76	73252	13521	V		1.0841	
	14	2.902	304430	20887	V		4.5054	
	15	3.24	179309	15992	V		2.6536	
(P2)	16	3.408	76122	11202	V		1.1266	
	17	3.534	124301	11220	V		1.8396	
	18	3.752	84755	9566	V		1.2543	
	19	3.892	102238	9968	V		1.5131	
	20	4.047	50681	8484	V		0.75	
	21	4.229	128678	9279	V		1.9043	
	22	4.471	154950	9217	V		2.2932	
	23	4.743	34842	6350	V		0.5156	
	24	4.916	101957	7083	V		1.5089	
	25	5.601	623989	9250	V		9.2346	
	26	6.49	89944	5260	V		1.3311	
	27	6.853	83896	4898	V		1.2416	
	28	7.093	125398	4367	V		1.8558	
	29	7.695	95212	3559	V		1.4091	
	30	8.178	111835	3206	V		1.6551	
	31	8.947	153210	2776	V		2.2674	
	32	10.035	75064	2258	V		1.1109	
	33	10.636	47138	1828	V		0.6976	
	34	11.318	2532570	150500	V		10.6000	



** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	5	1.324	20279	2253	V		0.3001	
	6	1.405	19771	2216	V		0.2926	
	7	1.661	12112	2168	V		0.1793	
	8	1.769	45753	14381	E		0.6771	
	9	1.95	487302	38542	E		7.2117	
	10	2.256	333355	39183	V		4.9334	
	11	2.446	142198	16455	V		2.1044	
	12	2.607	130019	15557	V		1.9242	
	13	2.76	73252	13521	V		1.0841	
	14	2.902	304430	20887	V		4.5054	
	15	3.24	179309	15992	V		2.6536	
	16	3.408	76122	11202	V		1.1266	
	17	3.534	124301	11220	V		1.8396	
	18	3.752	84755	9566	V		1.2543	
	19	3.892	102238	9968	V		1.5131	
	20	4.047	50681	8484	V		0.75	
	21	4.229	128678	9279	V		1.9043	
	22	4.471	154950	9217	V		2.2932	
	23	4.743	34842	6350	V		0.5156	
	24	4.916	101957	7083	V		1.5089	
	25	5.601	623989	9250	V		9.2346	
	26	6.49	89944	5260	V		1.3311	
	27	6.853	83896	4898	V		1.2416	
	28	7.093	125398	4367	V		1.8558	
	29	7.695	95212	3559	V		1.4091	
	30	8.178	111835	3206	V		1.6551	
	31	8.947	153210	2776	V		2.2674	
	32	10.035	75064	2258	V		1.1109	
	33	10.636	47138	1828	V		0.6976	
	34	11.318	2743570	150506	SV		40.6029	



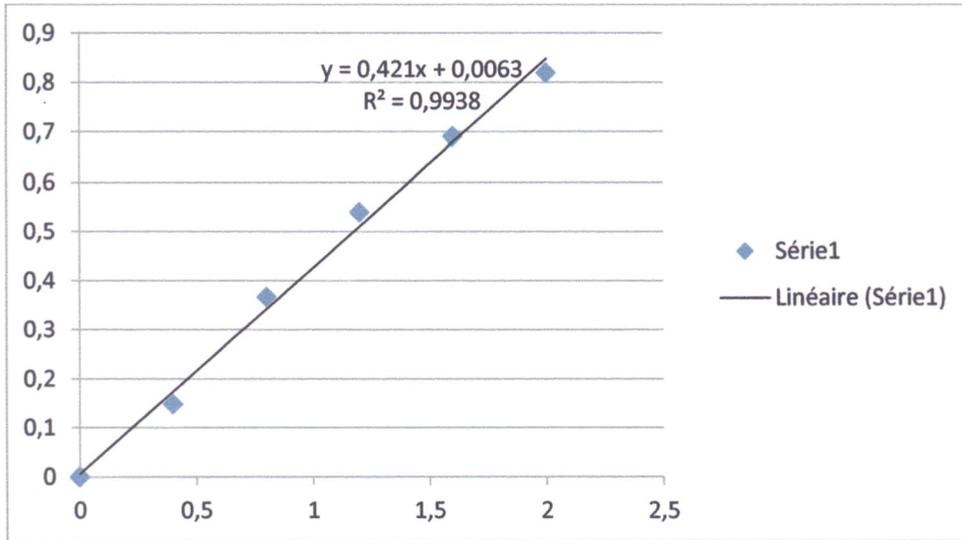
C-R8A CHROMATOPAC CH=1 Report No.=13 DATA=1:@CHRM1.C00 11/06/12 11:24:08

**** CALCULATION REPORT ****

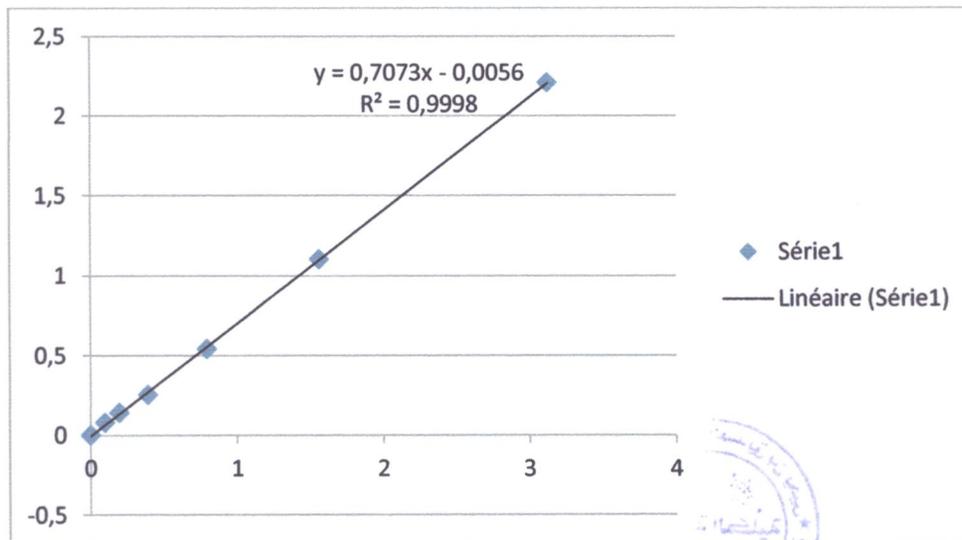
CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.087	5532	529			0.1051	
	2	0.315	5929	920	V		0.1126	
	3	0.474	18358	1401	V		0.3487	
	4	1.065	78915	3228	V		1.4988	
	5	1.241	49512	4686	V		0.9404	
	6	1.375	94913	5405	V		1.8027	
	7	1.643	30750	5757	VE		0.584	
	8	1.946	292577	25694	E		5.5568	
	9	2.346	132224	12769	V		2.5113	
	10	2.458	138479	13525	V		2.6301	
	11	2.606	16058	13386	V		3.0489	
	12	2.95	19443	12682	V		3.6928	
	13	3.235	381351	38043	V		7.2429	
	14	3.556	98600	8412	V		1.8727	
	15	3.758	49778	7155	V		0.9454	
	16	3.901	92384	7678	V		1.7546	
	17	4.085	42009	6483	V		0.7979	
	18	4.245	107234	6846	V		2.0367	
	19	4.501	83366	5740	V		1.5834	
	20	4.751	42048	5290	V		0.7986	
	21	4.915	124835	5660	V		2.371	
	22	5.407	79257	4824	V		1.5053	
	23	5.625	67554	4919	V		1.283	
	24	5.819	74389	5064	V		1.4129	
	25	6.178	120829	4385	V		2.2949	
	26	6.87	145820	4836	V		2.7695	
	27	7.575	306882	4611	V		5.8285	
	28	8.997	131881	2246	V		2.5048	
	29	10.054	64042	1920	V		1.2163	
	30	10.642	36048	1383	V		0.6847	

P7 → 7
P1 → 11
P2 → 14
P3 → 15

Annexe 3



Courbe d'étalonnage protéines



Courbe d'étalonnage glutathion

❖ Bouchaib Asma
❖ Gherib Khadidja

Date de soutenance
juin 2015

*Biomonitoring des eaux du barrage Béni Haroun par l'utilisation de l'espèce *Abramis brama**

Résumé

Le but de cette étude est de suivre la qualité des eaux du lac Barrage Beni Haroun , cette surveillance est basée sur l'étude des paramètres physicochimiques des eaux (température, pH, conductivité électrique ; DBO₅, DCO) et des sédiments (pH, la conductivité électrique, la matière organique) , sur le dosage des POPs dans les deux compartiments , sur la mesure des biomarqueurs enzymatiques (la glutathion S-transférase, Catalase) et non enzymatiques (MDA et GSH) du stress oxydant dans le foie et les branchies de l'espèce *Abramis brama* prise comme une espèce représentative du lac barrage Béni Haroun. Les résultats des analyses physicochimiques montrent que le lac barrage Béni Haroun est pollué par les différents polluants organiques persistants (HAPs, les pesticides) étudiés qui sont apparus dans les eaux, les sédiments. La peroxydation lipidique, l'activité de la catalase et l'activité du glutathion S- transférase sont significativement augmentés. Le taux du glutathion total est significativement diminué.

Mots-clefs : barrage Béni Haroun, pollution, POPs, eau, sédiment, *Abramis brama*

Abstract

The purpose of this study is to monitor water Beni Harnoun dam lake quality ,This monitorin is based on the study of water and sidements physicochemical parameters(temperature, pH, electrical conductivity ;biological oxygen demand (BOD5), Chemical Oxygen Demand (COD)) (pH, electrical conductivity, organic matter) the measurmentt of OPPs in water and sédiments and the measurment of oxydatif stress enzyme and noenzyme biomarkers (glutathione S-transferase, catalase) (MDA and GSH) in livers and gills of *Abramis brama* fish species taken as a representative species of Beni Haroun dam lake . The results of physicochemical analyzes show that Beni Haroun dam lake is polluted by various persistent organic pollutants (PAHs, pesticides) studied wich appeared in the waters and sediments. Lipid peroxidation, catalase and glutathione S-transferase activities were significantly increased. The total glutathione rate is significantly decreased.

Keywords: barrage Beni Haroun, pollution, POPs, water, sediment, *Abramis brama*.

المخلص

ان الهدف من هذه الدراسة هو مراقبة نوعية المياه في سد بني هارون. لذلك استعملنا المؤشرات الفيزيوكيميائية للماء (درجة الحرارة ,درجة الحموضة, الناقلية الكهربائية, الاحتياج البيولوجي للأكسجين, الاحتياج الكيميائي للأكسجين), أما فيما يخص الرواسب (درجة الحموضة, الناقلية الكهربائية, المادة العضوية) و ذلك من أجل معايرة المواد العضوية الثابتة في الماء, التربة, و من جهة اخرى كثافة المؤشرات الحيوية الأنزيمية (الغلوتاتيون الأنزيمي و الكاتالاز) و اللانزيمية (المالونيل ألدهيد و الغلوتاتيون) للحصر الأوكسدي في الكبد و الغلاصم للدنيس المشترك على اعتبار أنها تعكس مدى اضطراب الوسط. نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية أظهرت أن تراكيز المواد العضوية الثابتة في الماء, الرواسب والسمك المدروس الدنيس المشترك تجاوزت المعايير الدولية, كما أثبتت هذه النتائج ارتفاع في نشاط الكتلز و الغلوتاتيون الأنزيمي و المالونيل ألدهيد في حين سجل انخفاض في نسبة الغلوتاسيون.

كلمات البحث: سد بني هارون, التلوث, المواد العضوية الثابتة, المؤشرات الحيوية, الماء, الرواسب, الدنيس المشترك.