



Ministère de l'Environnement
et du Développement Durable



République Tunisienne



Réseau de contrôle de la pollution de l'eau



Rapport Annuel

2007



Agence Nationale de
Protection de l'Environnement



الشبكة الوطنية لمراقبة تلوّث المياه
Réseau National de Contrôle de la Pollution de l'Eau
Projet Life 06/TCY/TN/275



« L'eau reste la source de toute forme de vie. C'est une ressource naturelle à la fois rare et précieuse, qui acquiert une valeur des plus grandes dans notre existence, surtout au vu des améliorations enregistrées dans les niveaux de vie, la diversification des domaines de développement, du croît démographique et des profondes variations climatiques que le monde a connues au cours de ces dernières années...Nous sommes convaincus que la conciliation entre le développement et la préservation de l'environnement s'impose aujourd'hui comme une impérieuse nécessité. »

Discours du Président **Zine El Abidine Ben Ali**
à l'occasion de la célébration de la Journée nationale
et mondiale de l'environnement Carthage, 05 juin 2002.

**Rapport de contrôle
de la pollution de l'eau
en Tunisie 2007**

Liste des Abréviations



ANPE:	Agence Nationale de Protection de l'Environnement
APAL:	Agence de Protection et de l'Aménagement du Littoral
B1:	Emissaire de Bizerte
CITET:	Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis
S3A :	Estuaire Méliane
CHOU :	Rejet Choutrana
COPEAU :	Projet « Réseau de Contrôle de la Pollution de l'Eau »
COT :	Carbone Organique Total
DBO:	Demande Biologique en Oxygène
DCO:	Demande Chimique en Oxygène
DGGR EE:	Direction Générale du Génie Rurale et d'Exploitation des Eaux
DGRE:	Direction Générale des Ressources en Eaux
DHMPE:	Direction de l'Hygiène du Milieu et de la Protection de l'Environnement
FSB :	Faculté des Sciences de Bizerte
FAO :	Food and Agriculture Organisation
IAEA:	International Atomic Energy Agency
INAT :	Institut National d'Agronomie de Tunis
INSTM :	Institut National des Sciences et Technologies de la Mer
IOC:	International Oceanographic Commission
IPT :	Institut Pasteur de Tunis
MEDD:	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
MED POL :	Programme d'évaluation et de maîtrise de la pollution dans la région méditerranéenne
MES :	Matières En Suspension
NECEMA :	Network for Environmental Compliance and Enforcement in the Maghreb
NTU :	Nephelometric Turbidity Unit
ONAS :	Office National de l'Assainissement
PAM :	Plan d'Action pour la Méditerranée
PISEAU :	Projet d'Investissement dans le Secteur de l'eau
STEP :	Station d'Épuration
SOCOMENA:	Société de Construction et de Maintenance Navale
UNEP :	United Nation Environment Program
WHO:	World Health Organisation
ZOPP :	Ziel Orientierte Projekt Planung

Préface

La Tunisie, de part sa situation géographique est un pays aride à semi-aride sur la majeure partie du territoire (une pluviométrie moyenne de 230 mm /an). Cette situation conjuguée aux caprices du climat méditerranéen fait de l'eau une ressource une fois limitée et mal répartie dans l'espace et dans le temps. Il est évident que les dernières décennies ont été marquées par un accroissement excessif des besoins humains à cause de l'accroissement démographique et du changement des modes de vie et des moyens et techniques de production agricole et industrielle, ce qui menace nos ressources naturelles et notamment nos ressources hydriques qui sont sensées suffisantes et d'une qualité acceptable pour couvrir les besoins accrus des secteurs agricole, industriel, touristique ainsi que les besoins en eau potable. A ce stade, il est important de se poser la question « est ce que nos ressources en eau tel qu'elles sont exploitées et avec les diverses contraintes dont elles sont soumises, couvriront toutes les demandes au futur, et quelles sont les mesures à entreprendre afin de les préserver ? ».

Les divers polluants d'origine industrielle, urbaine ou agricole (pollution organique, nutriments, métaux, métaux lourds, hydrocarbures engrais chimiques, pesticides,...), ont un effet dégradant certain sur les milieux récepteurs et notamment le domaine public hydraulique. D'autant plus que le caractère auto épuratif de ces milieux devient moins important, ce qui rend leur éventuelle réhabilitation difficile et coûteuse, d'où l'importance des actions prévenant toute origine de pollution.

Ainsi, la stratégie du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) dans le domaine de la préservation des ressources en eaux est basée sur les deux principes ci après:

- Le principe préventif basé sur la mise en place des normes de rejets dans le milieu récepteur ainsi que l'application de ces normes et promulgation de textes législatifs incitant les promoteurs à élaborer une étude d'impacts sur l'environnement avant tout projet et ce pour définir les mesures d'atténuation convenables et les plans de gestion environnementale.





- Le principe curatif basé sur l'incitation des industriels au traitement des eaux usées résiduelles avant leurs rejets afin d'atténuer leur toxicité et de leur rendre conformes aux normes ainsi qu'à la collecte des déchets toxiques afin de les stocker dans des endroits convenables selon les normes en vigueur. Le rôle joué par le corps des Experts contrôleurs de l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement « ANPE » qui sont dûment assermentés pour remplir la fonction d'inspection environnementale et veiller à l'application des lois en vigueur, du contenu des cahiers des charges et des études d'impacts sur l'environnement et pour vérifier, entre autres, la conformité des rejets aux normes et l'efficacité et la performance des stations de traitement conçues à cet effet.

Dans ce contexte, le suivi de la pollution des eaux qui est une des prérogatives de l'ANPE, d'après la loi de sa création, sera renforcé dans le cadre du projet Life O6/TCY/TN/275 dans l'objectif à long terme est d'instaurer un système d'alerte sur la qualité des eaux servant d'outil d'aide à la décision pour prendre toute mesure possible afin d'éviter la dégradation des milieux hydriques dont le coût de réhabilitation s'avère être excessif par rapport au coût de protection et de préservation.

L'étude relative à « l'actualisation de l'inventaire des principales sources potentielles de pollution des ressources hydriques et la mise en place d'un réseau national de surveillance de la pollution hydrique », menée dans le cadre du Projet d'investissement dans le secteur de l'eau (PISEAU) a révélé l'existence de près de 756 sources potentielles de pollution des eaux de surface et des eaux souterraines et qu'il existent au moins 216 milieux hydriques nécessitant des suivis judicieux de leur qualité en vu de prévenir leur pollution.

Le présent document regroupe les résultats des diverses campagnes d'analyse effectuées par le laboratoire mobile depuis le mois d'avril 2004, ainsi que des résultats tirées à partir d'autres études, e qui sont à prendre à titre indicatif pour avoir une idée sur l'état des lieux, ces résultats doivent être complétés avec l'instauration du réseau du contrôle de la qualité des eaux faisant participer tous les intervenants [opérateurs, universitaires...].

Les efforts consentis par l'Etat tunisien dans le secteur de l'assainissement sont considérables et salués par toutes les instances internationales et représentent un modèle dans le domaine des gestions des eaux usées.

En l'absence de normes tunisiennes [Normes de Qualité Environnementales] servants de références pour l'interprétation de résultats, on s'est servi d'autres références tel que la grille Européenne de la qualité des cours d'eau à titre de test en vue d'une application ultérieure de normes de qualité environnementales (NQE).

Rétrospectives de l'année 2007

L'Aquapôle se développe à l'Université de Liège (ULg) en partenariat avec la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux (Fusagx) et le Centre belge d'Etude et de Documentation de l'Eau (CEBEDEAU). L'Aquapôle recherche activement des partenariats avec les autres institutions universitaires francophones.



L'année 2007 a vu le démarrage du projet du **Réseau de Contrôle de la Pollution de l'Eau**, ce projet, qui est financé en partie par la Commission Européenne, a démarré en janvier 2007 pour une durée de 3 ans.

Objectifs du projet :

L'objectif du projet est de renforcer l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE) dans sa mission de contrôle de la pollution hydrique.

Ce renforcement vise les aspects suivants :

- 1 • Le contrôle de la pollution hydrique et de la coordination entre les différents acteurs de la surveillance de l'eau en Tunisie;
- 2 • Les compétences;
- 3 • Les équipements existants.

Composantes du projet :

- 1 • L'organisation d'un atelier « ZOPP » avec tous les acteurs concernés par la surveillance de l'eau afin de dresser le bilan de la situation au niveau des réseaux existants et des modalités de leur intégration au réseau national afin d'aboutir à la définition des termes de références du manuel de procédures;
- 2 • Elaboration d'un manuel de procédures global qui intégrera les dispositifs existants;
- 3 • L'acquisition de deux laboratoires mobiles et leur équipement en matériel analytique;
- 4 • La formation des cadres et des agents de l'ANPE sur :
 - la signification des paramètres mesurés et l'interprétation des résultats;
 - le traitement des données;
 - la maintenance du matériel.
- 5 • La démonstration du manuel de procédures à travers des campagnes de mesures;
- 6 • La diffusion des résultats par l'intermédiaire des sites web de l'ANPE (*) et de l'AQUAPOLE (**) et par l'organisation d'un colloque international.



(*) ANPE: www.anpe.nat.tn

(**) AQUAPOLE: www.aquapole.ulg.ac.be



Atelier ZOPP



Réunion des coordonnateurs du MED POL

Plusieurs manifestations ayant trait au thème de l'eau ont été organisées durant le premier semestre de l'année 2007 par l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement dont les plus importantes sont :

- Organisation dans le cadre du Projet de contrôle de la pollution de l'eau en Tunisie « COPEAU », d'un atelier ZOPP les 30 et 31 janvier 2007 dans le but de faire participer tous les intervenants dans le secteur de l'eau pour l'élaboration de termes de références afin délaborer un manuel de procédures qui servira de guide pour le contrôle de la qualité des eaux en Tunisie.
- La réunion ordinaire des coordonnateurs nationaux du Programme d'évaluation et de maîtrise de la pollution dans la région méditerranéenne «Programme MED POL» s'est tenue en Tunisie (Hammamet) du 25 au 28 juin 2007. Cette réunion a été inaugurée par Monsieur Nadhir HAMADA, Ministre de l'Environnement et du Développement Durable.
- Dans le cadre des activités prévues par le Plan d'action triennal du Réseau maghrébin d'application et de respect des lois environnementales (NECEMA), une session de formation sur le thème « Pour un contrôle environnemental efficace au service de la protection de l'environnement et du développement durable » a été organisée à Tunis, du 23 au 27 avril 2007 au profit des experts contrôleurs des trois pays maghrébains: la Tunisie, le Maroc et la Mauritanie.

La pollution hydrique

Cadre juridique de la pollution des eaux

La Tunisie dispose d'un arsenal de textes juridiques intéressant directement ou indirectement la préservation des ressources en eau:

- Le code des eaux, promulgué par la loi n° 75-16 du 31 mars 1975, représente l'assise juridique de la sauvegarde de la qualité de l'eau notamment dans son chapitre VII, consacré aux effets nuisibles à l'eau en particulier la section I consacrée à la lutte contre la pollution hydrique. C'est ainsi qu'il énonce que l'ensemble des ressources en eau appartiennent désormais au domaine public et ne peuvent faire l'objet d'aucune appropriation privée, comme le précise l'article 3 du code: « Le domaine public hydraulique est inaliénable et imprescriptible ».
- Le décret n° 85-56 du 2 janvier 1985 relatif à la réglementation des rejets dans le milieu récepteur a fixé les conditions dans lesquelles sont réglementés ou interdits les rejets dans le milieu récepteur.
- Les normes de rejets d'effluents dans les milieux récepteurs (NT 106-002) ont été élaborées en 1989 et homologuées par l'Arrêté du ministre de l'économie nationale du 20 juillet 1989.

- L'Agence Nationale de Protection de l'Environnement a été créée en 1988 en vertu de la loi n° 88-91 du 02/08/88 telle que modifiée par la loi n° 92-115 du 30/11/92, avec l'institution des procédures de contrôle curatif (textes et corps des contrôleurs de l'environnement notamment le décret n° 90-2273 du 25/12/90 portant statut des experts contrôleurs de l'ANPE) et préventif (en instaurant la procédure de l'étude d'impact sur l'environnement).
- Le décret n° 68-88 du 28 mars 1968 relatif aux établissements dangereux, insalubres, ou incommodes est parmi les anciens textes réglementant l'autorisation de création d'activité à risque sur l'environnement.
- La mise en oeuvre des programmes de lutte contre les sources de pollution chimique et organique à travers l'installation du système d'assainissement intégral dans les villes du bassin versant de la Medjerda, considérée comme château d'eau du pays, et dans les agglomérations urbaines intérieures et côtières du pays.



Surveillance de la qualité de l'eau dans les milieux récepteurs

La rareté de l'eau, son exposition aux diverses sources de pollution, le changement des attitudes et des pratiques des utilisateurs, le gaspillage, la croissance démographique, l'industrialisation du pays, etc, ont entraîné une dégradation de la qualité des eaux.

Dans le but de protéger le milieu naturel en vue de se doter d'une eau de qualité, les contrôles de la pollution sur le terrain deviennent de plus en plus nécessaires. A cet effet, il est impératif d'assurer l'analyse d'un nombre important de paramètres pour évaluer la qualité des eaux.

Actuellement, la surveillance de la qualité des eaux se fait par le biais d'un laboratoire mobile.

Le laboratoire est une unité mobile équipée par un matériel et des instruments de mesures portatifs, permettant d'effectuer des échantillonnages, des conservations et des analyses sur terrain et à l'intérieur d'une cabine laboratoire isolée et climatisée (L=3.70m, l=2.00m). Le laboratoire est

équipé aussi par un dispositif pour l'alimentation en électricité (secteur 220V), un appareil photo numérique, un GPS et un ordinateur portable pour la saisie et le traitement des données. Le laboratoire mobile a été renforcé par de nouveaux équipements afin de couvrir un nombre plus important de paramètres.



Laboratoire mobile

Les paramètres analysés sont :

- La température, le pH, la salinité, l'oxygène dissous, la conductivité, la turbidité et les sels totaux dissous sont effectués à l'aide d'un analyseur multi paramètres.
- Les métaux lourds (Fe, Pb, Cr, Ni, Cd et Cu), l'ammonium, les cyanures, les sulfures, les nitrites, les chlorures, les sulfates, l'indice phénol, la DCO et la dureté sont mesurés par un spectrophotomètre.
- Les nitrates, les fluorures et le chlore sont mesurés par un par colorimétrie.
- Le reste des paramètres dont on juge nécessaire leur analyse (DBO₅, Hg, paramètres microbiologiques, MES, détergents, pesticides,..) sont analysés dans d'autres laboratoires et réglés sur factures selon le nombre d'échantillons et des paramètres analysés.

La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci, en plus de servir à corriger la réponse électronique d'un bon nombre de capteurs, elle joue un rôle dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, etc.

Pour les milieux de faible profondeur, la température de l'eau varie proportionnellement avec la température de l'air ambiant, les fortes températures estivales (>30°C) sont à l'origine des phénomènes d'eutrophisation et de la décomposition des matières organiques introduites dans l'eau.

Le pH

Dans l'eau naturelle, le pH se situe habituellement entre 6,5 et 8,5. La présence de dioxyde de carbone libre ou d'humus abaisse le pH. Le pH des eaux de surface naturelles dépend essentiellement des composés chimiques existants, de la photosynthèse et de la respiration des organismes.

L'oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie. La concentration en oxygène est fixée par les processus d'aération, de la dégradation de la matière organique et de la photosynthèse. Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes devient sous-saturée. En effet, la forte présence de matières organiques, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène. L'oxygène dissous est le paramètre déterminant de l'évolution de l'activité biologique dans une eau.

La salinité

Elle correspond aux cations et aux anions présents dans l'eau. Elle est exprimée en mg ou en g de sel soluble par litre d'eau. Ce paramètre est très important pour les eaux destinées à la consommation humaine et pour l'agriculture

La conductivité

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation de l'eau. D'une manière générale la variation de la conductivité est identique à celle de la salinité en raison de la corrélation entre ces deux paramètres.

La turbidité

La mesure de la turbidité permet de quantifier les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, matières colloïdales, organismes microscopiques...)



Equipements du laboratoire mobile

Résultats d'analyses et signification

En l'absence de normes tunisiennes pour la qualité des eaux de surface, on s'est référé à la grille Européenne de la qualité des cours d'eau :



		I bleu	II vert	III Jaune	IV Orange	V rouge
A : Oxygène	O ₂ dissous (mg/l)	> 7	7-6	6-4	4-3	< 3
	DBO ₅ (mg O ₂ /l)	< 3	3-5	5-9	9-15	> 15
	DCO (mg O ₂ /l)	< 3	3-10	10-20	20-30	> 30
B : Eutrophisation	NO ₃	< 5	5-25	25-50	50-80	> 80
	P total (µg P/l)	< 10	10-25	25-50	50-125	> 125
	N total (µg N/l) CH ₃ (µg/l)	< 300 < 2.5	300-750 2.5-10	750-1500 10-30	1500-2500 30-110	> 2500 > 110
C : Acidification	pH	6.5-8.5	6.5-6.3	6.3-6.0	6.0-5.3	< 5,3
	Alcalinité (mgCaCO ₃ /l)	> 200	200-100	100-20	20-10	< 10
D1 : Métaux	Arsenic	< 10		10-50	50-100	> 100
	Cadmium	< 0.07		0.07-0,7	0.7-1.8	> 1.8
	Chrome	< 1		1-11	11-16	> 16
	Cuivre	< 2		2-6,5	6.5-9.2	> 9.2
	Plomb	< 0.1		0.1-1.3	1.3-3.4	> 3.4
	Mercure	< 0.003		0.003-0.012	0.012-2.4	> 2.4
	Nickel	< 15		15-88	88-790	> 790
	Zinc	< 45		45-59	59-65	> 65
D2 : Autres substances Dangereuses (µg/l)	DDT et métabolites	0		< 0,001	0.001-1.1	> 1.1
	Lindane	0		< 0,08	0.08-2.0	> 2.2
	PCBs	0		< 0.001	0.001-2.0	> 2.0
E : Contamination microbienne	Coliformes totaux (nb/100ml)	< 10	10-30	30-100	100-1000	> 1000
	Stréptocoques fécaux (nb/100ml)	< 10	10-30	30-100	100-1000	> 1000
		Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise

D'autre part, les valeurs peuvent être interprétées selon l'usage de l'eau, tel que l'usage en agriculture, le tableau ci après précise la concentration maximale en éléments traces à ne pas dépasser dans les eaux d'irrigation (DGGR, 1995):

Éléments	Concentration exigée en mg/l A ne pas dépasser
Al (aluminium)	5.0
As (arsenic)	0.10
Be (béryllium)	0.10
Cd (cadmium)	0.10
Co (cobalt)	0.005
Cr (chrome)	0.1
Cu (cuivre)	0.2
F (fluor)	0.1
Fe (fer)	5.0
Li (lithium)	2.5
Mn (manganèse)	0.2
Mo (molybdène)	0.01
Ni (nickel)	0.2
Pb (Plomb)	5.0
Se (sélénium)	0.02
Sn (étain)	
Ti (titane)	-
W (tungstène)	
V (vanadium)	0.1
Zn (zinc)	2.0

On a regroupé les résultats des campagnes d'analyse réalisées depuis 2004 et ces données sont représentées par type de milieu,

A- Cours d'eau

Oued Medjerda

L'Oued Medjerda constitue l'artère principale du réseau hydrographique en Tunisie, ce principal cours d'eau a une longueur de 484 km, prenant sa source de départ en Algérie et débouchant à la méditerranée au niveau du Ghar el Melh. Il est alimenté par plusieurs sous bassins versants collectant les eaux pluviales sur 23700km² dont 16100km² en Tunisie.

On distingue les affluents de la rive gauche et de la rive droite; en effet les premiers affluents prennent leurs départs dans les versants Sud de la Kroumerie, par contre ceux de la rive droite sont de superficies limitées et de lits à largeurs très importantes à partir de l'Oued Mliz et kalled.

L'Oued Medjerda est le plus grand cours d'eau en Tunisie, et constitue le milieu hydraulique le plus aménagé en ouvrages hydrauliques. Le bassin versant de l'Oued Medjerda est occupé par des agglomérations urbaines et rurales et des zones industrielles génératrices de divers rejets hydriques.

pH

Le pH mesuré dans l'oued Medjerda varie de 7.7 à 8.3, et peut descendre à 7.5 à l'oued Béja qui reçoit un rejet hydrique très basique (pH=12.5) de la société tunisienne de levures. En se référant à la grille européenne, on peut conclure que la qualité de affluents cités ci-dessus est bonne de point de vue pH [6,5 – 8,5].

pH		Avril 2005	Juin 2006	Mai 2007	Classe de qualité
Oued Mejrda		8-8,3	7,6-8,10	7,7-8,3	Très bonne
Affluents rive droite	O. Mellégué	8.1	8.1	8.1	Très bonne
	O. Tessa	8	8.1	8.2	
	O. Mliz	sec	8.1	8.3	
	O. Siliana	sec	8.1	8	
Affluents rive gauche	O. Kasseb	7.3	8.1	7.5	Très bonne
	O. Béja	7.4	8	7.6	
	O. Zerga	7.6	7.9	8.1	

Salinité

La salinité dans le cours principal de l'Oued Medjerda (mois de mai 2007) varie entre 0.6 et 1.4g/l, cette variation est due aux apports des différents affluents, s'agissant d'un apport en eau douce dont la salinité varie entre 0.4et 0.8g/l de la rive gauche et d'un apport en eau relativement salée de la rive droite (1.4g/l).



Vue de l'Oued Medjerda



Vue de l'Oued Medjerda

« Pour mémoire , la crue du 27 mars au 1^{er} avril 1973, dans la basse vallée de l'oued Medjerda, a apporté en 6 jours, 940 millions de m³ d'eau, soit l'équivalent de l'apport annuel moyen. Le débit maximum a atteint 3500m³/s (28 mars) contre un débit moyen de l'ordre de 30m³/s. Cette crue a charrié des matériaux en suspension de concentration moyenne estimée a 100g/l, soit 100 millions de tonnes environ de dépôts de sédiments se sont déposés dans la basse vallée de la Medjerda, et jusqu'à la mer. 75% des sédiments se sont déposés dans la basse vallée de la Medjerda et 25% ont été charriés jusqu'à la mer. Les matériaux déposés ont recouvert 47000 hectares de terres et laissé des dépôts de sédiments, après le retrait des eaux, d'une épaisseur moyenne égale à 10 cm .Ces dépôts ont atteint jusqu'à 2 m d'épaisseur (CLAUDE et al., 1977). Cet événement s'est produit avant la mise en eau du barrage Sidi Salem sur l'oued Medjerda réalisé en 1981 avec une capacité de 555 millions de m³. Si la crue avait survenu après la mise en service du barrage, elle aurait engendré un envasement de l'ordre de 22 % du barrage. »

Salinité		Avril 2005	Juin 2006	Mai 2007	Classe de qualité
Oued Mejrda		0.7-1.2	1-1.6	0.6-1.4	bonne
Affluents rive droite	O.Mellégue	1.4	2.4	1.4	Moyenne
	O. Tessa	1.5	2.3	1.7	Moyenne
	O. Mliz	1	sec	1.4	bonne
	O. Siliana	2.4	sec	2	Moyenne
Affluents rive gauche	O. Kasseb	0.7	0.6	0.4	Très bonne
	O. Béja	0.6	0.7	0.8	Très bonne
	O. Zerga	0.8	1.5	0.8	bonne

Turbidité (NTU)

Durant les campagnes depuis l'année 2005 à 2007, on a remarqué que l'eau de l'Oued Medjerda est très turbide, la turbidité dépasse dans certains points 1000 NTU. Ce phénomène est dû à l'érodabilité des terrains et les lachés des barrages pendant les crues. L'eau a une couleur blanchâtre à jaunâtre due à la suspension des éléments fins (argiles, limons, ...).

Les points qui se caractérisent par une turbidité supérieure à 1000 NTU sont :

- Le tronçon de l'Oued Medjerda avant la ville de Bou Salem,
- Oued Mliz et Oued Zerga.

Lors de la campagne du mois de mai 2007 la turbidité variait entre 80 et 400 NTU.

Turbidité (NTU)		Avril 2005	Juin 2006	Mai 2007
Oued Mejrda		80>1000	8-250	80-400
Affluents rive droite	O.Mellégue	420	240	400
	O. Tessa	390	220	180
	O. Mliz	>1000	sec	320
	O. Siliana	730	sec	
Affluents rive gauche	O. Kasseb	470	110	210
	O. Béja	370	140	190
	O. Zerga	430	240	360

Oxygène dissous

L'oxygène dissous mesuré au cours de la campagne d'analyse (mai 2007) varie ente 6.5 et 8.5 dans le cours principal d'Oued Medjerda, mais on note des concentrations relativement faibles à très faibles dans l'Oued Kasseb (3.4mg/l) et dans l'Oued Béja (4.2 mg/l).

O. dissous (mg/l)		Avril 2005	Classe qualité	Juin 2006	Classe qualité	Mai 2007	Classe qualité
Oued Medjerda		6-8	Bonne à T.B	6-8.5	Bonne à T.B	6.5-8.5	B. à T.B
Affluents rive droite	O.Mellégue	6.8	Bonne	8.5	T.Bonne	8.4	T.Bonne
	O. Tessa	6.7	Bonne	8.9	T.Bonne	8.3	T.Bonne
	O. Mliz	6.8	Bonne	sec	-	6.1	Bonne
	O. Siliana	7.2	T.Bonne	sec	-	-	
Affluents rive gauche	O. Kasseb	7.7	T.Bonne	0.4	Mauvaise	3.4	Médiocre
	O. Béja	8.2	T.Bonne	4.4	Médiocre	4.1	Médiocre
	O. Zerga	7.3	T.Bonne	7.1		8.1	T.Bonne

Nitrates

La concentration en nitrates est inférieure à 20 mg/l dans le cours d'eau principal de la Medjerda, mais cette concentration devient plus importante dans d'autres affluents tel que Oued Béja, Oued Kasseb et Oued Mélégue.

Nitrates (mg/l)		Avril 2005	Classe qualité	Jun 2006	Classe qualité	Mai 2007	Classe qualité
Oued Medjerda		10-20	Médiocre	15-65	Médio à B	18-58	Médio à B
Affluents rive droite	O.Mellégue	70	Médiocre	44	Moyenne	42	Moyenne
	O. Tessa	-		38	Moyenne	40	Moyenne
	O. Mliz	58	Médiocre	sec	-		
	O. Siliana	18	Bonne	sec	-		
Affluents rive gauche	O. Kasseb	15	Bonne	184	Mauvaise	79	Mauvaise
	O. Béja	20	Bonne	46	Moyenne	43	Moyenne
	O. Zerga	23	Bonne				

Pollution organique (DCO en mg O₂ / l)

Les valeurs les plus importantes de la DCO ont été mesurées au niveau des tronçons de la Medjerda liés aux villes de Bou Salem, de Jendouba et de Béja. Ces valeurs dépassent 30 mg/l au niveau du cours d'eau principal malgré la dilution engendrée par les eaux de crues.

Oued Kasseb et Oued Béja sont les deux affluents les plus concentrés en polluants organiques (la DCO dépasse 100mg/l). Les eaux de ces deux cours d'eau sont polluées, leurs couleurs sont bleuâtres à noirâtres avec un dégagement de mauvaises odeurs.

DCO (mg O ₂ /l)		Avril 2005	Classe qualité	Jun 2006	Classe qualité	Mai 2007	Classe qualité
Oued Medjerda		20-82	Moy. mauvaise	20-38	Moy. mauvaise	20-32	Moy. mauvaise
Affluents rive droite	O.Mellégue	37	Mauvaise	37	Mauvaise	32	Mauvaise
	O. Tessa	20	Mauvaise	28	Médiocre	25	Mauvaise
	O. Mliz	29	Moyenne	sec			
	O. Siliana	46	Médiocre	sec		38	Mauvaise
Affluents rive gauche	O. Kasseb	44	Mauvaise	176	Mauvaise	78	Mauvaise
	O. Béja	31	Mauvaise	133	Mauvaise	115	Mauvaise
	O. Zerga	20	Mauvaise	20	Moyenne	22	Moyenne

Les éléments majeurs (Chlorures, Sulfates) en mg / l

Les principaux éléments majeurs analysés sont les chlorures et les sulfates. Ces éléments sont directement liés à la salinité. Pour cela les concentrations les plus importantes en chlorures et en sulfates ont été mesurées au niveau de l'oued Siliana dont la salinité est de 2 g/l. La concentration en chlorures du cours d'eau principal de la Medjerda varie entre 45 et 670 mg/l, et la concentration en sulfates varie entre 440 et 620 mg/l.



Vue de l'Oued Medjerda

		Avril 2005		Jun 2006		Mai 2007	
		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
Oued Medjerda		45-670	350-410	200-270	440-620	130-640	130-640
Affluents rive droite	O.Mellégue			419	881	380	720
	O. Tessa			412	675	350	600
	O. Mliz			sec	sec		
	O. Siliana	116	1254	sec	sec		
Affluents rive gauche	O. Kasseb			92	65	105	51
	O. Béja	15		68			
	O. Zerga			240		180	

Chlorures: Cl⁻

Sulfates: SO₄²⁻

Analyses Bactériologiques

Les résultats des dénombrements bactériologiques effectués sur des échantillons prélevés lors de la dernière campagne pour les Coliformes totaux et les Entérocoques au niveau du d'El Battan et au Gantart Binzart ont montré une augmentation du nombre de ces germes de l'amont vers l'aval.



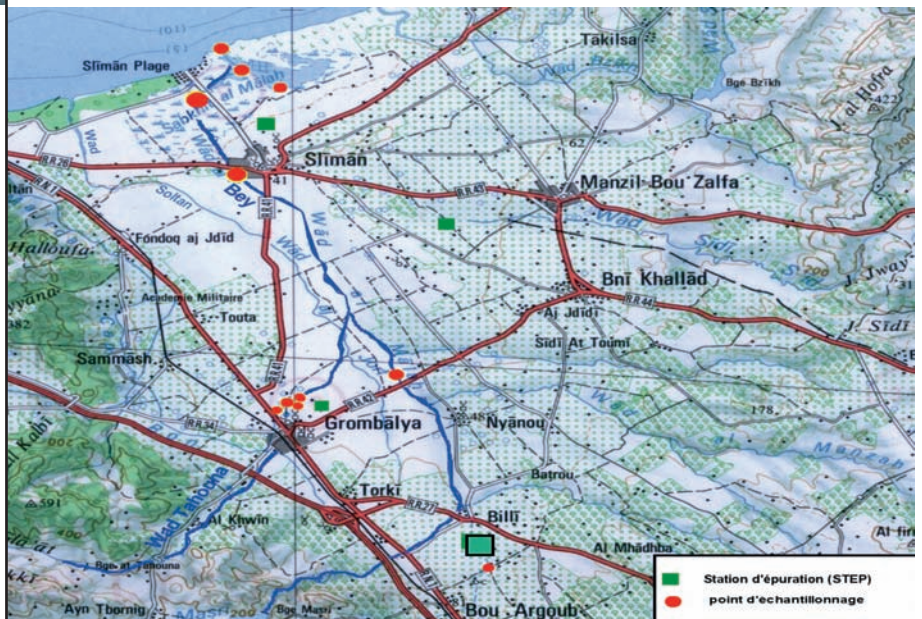
Vue d'Oued Medjerda au niveau de la ville de Jendouba



Vue de l'Oued El Bey

Bassin versant de Oued El Bey

Le bassin versant de l'Oued El Bey est sous la pression de différents effluents urbains et industriels chargés en polluants organiques et minéraux. Les sites contrôlés sont indiqués sur la carte suivante:



Température

	Avril 2004	Juin 2005	Mai 2006	Octobre 2006	2007	
					Avril	Novembre
Température (°C)	16-25	25-32	17-24	22-28	22-28	16-25

pH

	Avril 2004	Juin 2005	Mai 2006	Octobre 2006	2007	
					Avril	Novembre
pH	6.3-7.9	6.3-8.2	6.6-8.2	6.3-7.9	6.3-7.9	6.7-8.4
Classe-qualité	Moy-très bonne					

Salinité

	Avril 2004	Juin 2005	Mai 2006	Octobre 2006	2007	
					Avril	Novembre
Salinité g/l	1.2-2.1	0.9-1.8	1.6-4.4	1.1-2.4	0.7-2	1-2
Classe-qualité	Moy- bonne		Médiocre- Moy	Moyenne-Bonne		

Turbidité

	Avril 2004	Juin 2005	Mai 2006	Octobre 2006	2007	
					Avril	Novembre
Turbidité (NTU)	30-90	60-400	30->1000	30->1000	30->1000	80->1000

Oxygène dissous

	Avril 2004	Juin 2005	Mai 2006	Octobre 2006	2007	
					Avril	Novembre
O.dissous (mg O ₂ /l)	0.9-5	2-6	0.9-7	0.7-3	1-4	
Classe-qualité	Mauvaise à moyenne			Mauvaise		

Nitrates

	Avril 2004	Juin 2005	Mai 2006	Octobre 2006	2007	
					Avril	Novembre
Nitrate (mg/l)	50-410	50-325	60-325	45-260	40-140	10-85
Classe-qualité	Médiocre-mauvaise					

Pollution organique

	Avril 2004	Juin 2005	Mai 2006	Octobre 2006	2007	
					Avril	Novembre
DCO (mg O ₂ /l)	400-870	300-600	190-1500	150-1100	200-1200	200-400
Classe-qualité	mauvaise				mauvaise	
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	250-380	190-250	140-630		100-300	
Classe-qualité	mauvaise		mauvaise		mauvaise	

Autres paramètres

	Avril 2004	Juin 2005	Mai 2006	Avril 2007
Détergents (mg/l)	17	1.52	1.55	0.5-5.5
Sulfure (mg/l)		9.5	1-22	1-18
Cyanure (mg/l)			<0.005-0.02	<0.005-0.02
Chrome (mg/l)			0.3-0.7	0.1-0.3

Les résultats des campagnes de mesures par affluent ainsi que pour la sebkha de Soliman sont indiqués comme suite :

	O.Bouargoub	O.Tahouna	O.Bey	Sebkha
pH	6.3	7.9	7.3	8.8
DCO (mg O ₂ /l)	871.7	537.6	467	397
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	380	250	285	80
DBO ₅ /DCO	0.4	0.5	0.6	0.2
Nitrates (mg/l)	135	50	85	5
Ortosphates (mg/l)	40	28	16	14



Vue de l'Oued El Bey au niveau de Sebkhat Soliman



Oued Tahouna

L'Oued Tahouna prend son écoulement des montagnes Ouest de la ville de Grombalia. Lors des crues, l'eau, parcourt une longueur de 25 km pour atteindre Oued El Bey. L'écoulement de l'oued est permanent dans son tronçon aval, son écoulement continu est dû aux effluents hydriques urbains et industriels rejetés au niveau de la ville de Grombalia.

La Tannerie Mégisserie du Maghreb-TMM déverse ses eaux dans l'oued, ce rejet est caractérisé par une eau de couleur brunâtre. Les mesures in situ ont montré une turbidité élevée et un pH légèrement basique avec une salinité allant de 5 à 12g /l.

L'analyse d'un échantillon prélevé en aval de l'oued a montré une charge organique biodégradable relativement élevée. Le rapport DBO₅ /DCO est de 0.46.

La comparaison entre les différents résultats d'analyses depuis l'année 2004 jusqu'à l'année 2007, montre que la qualité de l'eau de l'oued Tahouna devient de plus en plus polluée.

En 2006, l'observation d'un échantillon prélevé de la STEP de Grombalia a montré que l'eau traitée est très riche en matières décantables, lors du repos d'un échantillon d'eau pendant quelques minutes, on observe une fraction importante de boue qui est de l'ordre de 10 % (V/V).

Lors de la dernière campagne réalisée pendant 2007, la qualité de l'eau usée traitée s'est améliorée (DCO = 85mg/l, conforme à la norme de rejet).

Oued Bou Argoub

L'Oued a une longueur de 20km, il traverse les agglomérations de Bou Argoub, Sidi Dhaher, Belli et Nyanou. L'eau au niveau de cet oued recevant des rejets hydriques d'origine urbaine et industrielle et des déchets solides, est de coloration noirâtre avec un dégagement d'odeur désagréable. L'analyse des caractéristiques physico-chimiques montrent bien qu'il s'agit d'une eau peu acide (pH 6.7), turbide, d'une salinité de l'ordre de 2g /l, à faible teneur en oxygène dissous (2 mg/l) et des concentrations respectives en phosphates (PO_4^{4-}) et en nitrates (NO_3^-) de 40mg /l et de 100mg /l.

La pollution organique (DCO et DBO₅) est élevée.

Au niveau du village de Belli (en aval de Bou Argoub), un écoulement de débit faible avec une eau turbide, noirâtre, acide et riche en nitrate. Cette eau stagne avant le rejet de la Société Tunisienne des Industries de papier. Le rejet de cette unité industrielle est blanchâtre très riche en fibres, donc très turbide; la sédimentation des matières décantables provoque l'envasement de l'oued à ce niveau et forme ainsi une couche de fibre et de boue.

Oued El Bey

L'écoulement des eaux de l'Oued El Bey est relativement important et permanent, son alimentation au cours de la période sèche se fait entièrement par les unités industrielles de la région qui se caractérise par les affluents des activités agroalimentaires ou de tannerie, ce qui a contribué à une eau turbide, colorée, mousseuse et avec dégagement d'odeurs.

D'après les résultats des campagnes réalisées entre 2004 et 2007, on peut noter que la qualité des eaux de l'oued El Bey n'évolue pas; une eau chargée en polluants organiques et minérales, le taux en oxygène dissous est faible, avec des apports de rejets industriels à caractère légèrement acide à neutre et salé de la région de Bou Argoub et Belli.

Avant d'atteindre sabkhat Soliman, l'eau séjourne dans la plaine de Soliman, en ruisselant progressivement vu les faibles dénivellations à proximité de la sebkha.

La plaine constitue un écosystème composé par des flores et des faunes diversifiés, on a remarqué la présence d'espèces animales (tortues, oiseaux, grenouilles, moustiques, vaches...) et des végétations intenses (de 50 cm de hauteur) étouffant la sebkha et constituant des gîtes pour les moustiques et les insectes. Une amélioration de la qualité de l'eau au niveau de la sebkha est due probablement au phénomène d'autoépuration.



Vue de l'Oued El Bey

Oued Méliane

La vallée Méliane qui est constituée en grande partie par la plaine de Mornag représente une vaste dépression dans son cours aval et de celui d'Oued El-H'ma. Cette plaine est recouverte par les feuilles au 1/50.000 de Tunis n°20, La Goulette n°21, Bir Mchergua n°28 et Grombalia n°29. Elle apparaît comme une cuvette synclinale (Schoeller, 1932). Elle est limitée au Nord-Ouest et au Sud-Est par une zone anticlinale qui englobe au Sud-Est, les Jébels Sidi Salem, Ressay et Bou Kornine. Cette cuvette est bordée par les dépôts du quaternaire ancien continental. Au centre, elle est couverte par des sédiments quaternaires plus récents. La limite Nord-Ouest est formée par l'anticlinal de M'hamedia et le synclinal de Khélidia dont la caractéristique principale est l'abaissement de son axe vers le Nord-Est en direction de la mer qui constitue la limite hydraulique du système.

Température

La température de l'eau dans le lit majeur de l'Oued Méliane pour les campagnes de mesure menées en septembre 2004, décembre 2005 et en mars 2006 est notée ci-après :

	Septembre 2004	Décembre 2005	Mars 2006
Température [°C]	20-26	7,5-17	10-24

PH

Le pH mesuré sur le cours d'eau principal de l'Oued Méliane est de l'ordre de 7.5 à 8.4 durant les trois campagnes (2004, 2005 et 2006). Le pH des eaux du barrage est basique, il est de 8.2 pour les eaux du barrage El H'ma et de 8.6 dans les eaux du barrage de Bir M'cherga.

	Septembre 2004	Décembre 2005	Mars 2006	Mai 2007
pH	7.5-8.4	7.8-8.1	7.5-8.3	7.8-8.46

La salinité

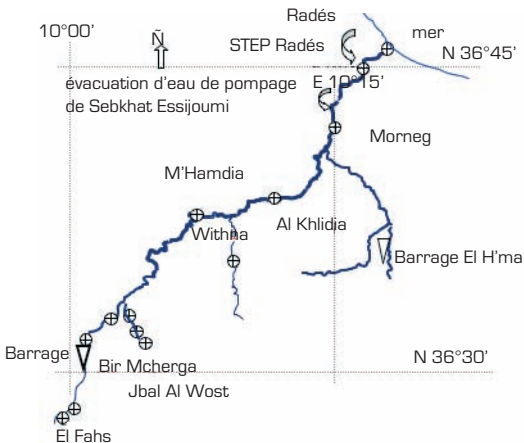
La salinité dans le bassin versant de l'oued Méliane est variable dans l'espace et dans le temps, cette variation est observée d'une année à une autre. On note une nette variation entre la campagne de septembre 2004, de décembre 2005 et de mars 2006 avec un écart de 4g/l.

La salinité de l'Oued Méliane est influencée par quatre principaux apports d'eaux qui sont les affluents salées de J.Ouest, les eaux traitées des STEP de Radès et de Sud Méliane, les eaux de pompage de Sebkhath Essijoumi et les eaux des lachers des barrages.

	Septembre 2004	Décembre 2005	Mars 2006	Mai 2007
Salinité [gr/l]	0.7-2.3	2.2-6	1.2-2.2	1-3.1



Vue de l'Oued Méliane



Carte des points de prélèvement



Vue de l'Oued Méliane

Salinité des affluents de Oued Méliane (g/l)

	Affluents de Jabal Wost	Barrage Bir M'cherga	Tronçon Jabal Wost-M'hamedia	Tronçon M'hamedia-Mornag	Tronçon Radès
Sep 2004	13	1.2-1.6	1.7	0.7	1 à 2.3
Déc 2005	13	1.2-1.6	1.7	0.7	1 à 2.3
Mars 2006	10	1.2	1.4	1.4-1.9	2-2.2
Mai 2007	10.75	1	1.1-3.1	2-3.1	2-2.1

La turbidité

En septembre 2004, l'eau de l'oued Méliane était très turbide à cause des crues du 16 et du 17 septembre 2004.

Durant la campagne de l'année 2007, la turbidité varie entre 25 et 125 NTU, les eaux les plus turbides sont celles du tronçon aval de l'oued et qui sont influencées par le rejet d'eaux usées traitées.

	Septembre 2004	Décembre 2005	Mars 2006	Mai 2007
Turbidité (NTU)	25-625	15-400	5-300	25-125

Oxygène dissous

L'oxygène dissous varie entre 3,0 et 9,2 mg/l, les faibles concentrations sont enregistrées dans les affluents qui reçoivent des rejets tels que les affluents de J.Wost et juste après le rejet des eaux usées traitées, mais ces eaux restent relativement oxygénées

	Décembre 2005	Mars 2006	Mai 2007
O. dissous (mg O ₂ / l)	5-8.5	5-8.5	3-9.21

Les éléments nutritifs

Les paramètres mesurés sont les nitrates, les nitrites et l'ammonium. La concentration en nitrates varie entre 15 à 30 mg/l dans le tronçon amont (J.Wost-Mornag) alors que dans le tronçon aval (Radès), la concentration est de l'ordre de 80 mg/l, cette augmentation en nitrates est due aux apports des rejets hydriques notamment d'origine urbaine tel que le rejet de la station d'épuration de Radès.

Concernant les nitrites, la concentration mesurée dans le tronçon aval (Radès) varie de 0.7 à 1.5 mg/l, pour l'ammonium, elle varie entre 20 et 43mg/l. Le taux en nitrates des eaux usées traitées était de 42 mg/l.

	Septembre 2004	Décembre 2005	Mars 2006	Mai 2007
Nitrates (mg/l)	20-155	20-140	18-120	15-80

Pollution organique

Ces larges intervalles sont dus aux impacts des différents effluents notamment au niveau de Jabal al Wost et au tronçon aval de l'Oued Méliane

	Septembre 2004	Décembre 2005	Mars 2006
DCO (mg O ₂ / l)	30-140	30-200	21-110
DBO ₅ (mg O ₂ / l)	1-50		

B- Sebkhass

Sebkhath Essijoumi

Sebkhath Essijoumi représente un exutoire naturel des rejets industriels et domestiques ainsi que des eaux pluviales provenant du bassin Manouba-Essijoumi qui s'étend sur environ 200 Km². Elle couvre une superficie de 28 Km². La lame d'eau varie de 85 cm à 1 mètre pendant les années de pluviométrie normale, ce qui lui confère une capacité de 35 millions m³. Le volume d'eau s'évapore totalement ou partiellement en été.

Pendant les années de forte pluviométrie, la Sebkhath reçoit en moyenne 50 à 60 millions de m³, ce volume peut atteindre 70 à 80 millions de m³ pour les années exceptionnelles (2004-2005), ce qui engendre une augmentation de la lame d'eau à + 9.5 mètres.

Température

Les températures mesurées au cours des campagnes sont résumées dans le tableau suivant :

	Mai 2004	Avril 2005	Avril 2006	Février 2007
Température (°C)	18-23	25-26	15-18	18-21

pH

Les pH mesurés lors des campagnes de l'année 2004, jusqu'à 2007 sont basiques, le pH dépasse 9 unités dans certaines zones telle que la zone de Mghira et la zone Sud ouest de la sebkhath (Ouardia).

	Mai 2004	Avril 2005	Avril 2006	Février 2007
pH	8-9.6	7.5-8.6	8.5-9.36	7.7-9

Salinité

La salinité de la sebkhath est liée à des facteurs naturels essentiellement ; à la pluviométrie et à l'évaporation ; ainsi, la salinité du mois de mai 2004 et d'avril 2005 est l'ordre de 17g/l alors qu'elle était de 5.0 à 8.5 au mois d'avril 2006.

A titre indicatif, la salinité du mois d'avril 1993 était de 64 g/l et elle a atteint 95 g/l en juillet de la même année (étude faite par l'INAT 1993).

	Mai 2004	Avril 2005	Avril 2006	Février 2007
Salinité (g/l)	17	18	5-8.5	3-5

Turbidité

La turbidité est influencée par la faible profondeur de la lame d'eau et les matières en suspension qui sont généralement constituées d'algues; ces conditions engendrent une eau très trouble: la turbidité a dépassé dans plusieurs échantillons les 50 NTU. Cette turbidité était élevée pendant les mois de mai 2005 d'avril 2006 dans les zones du Nord Ouest et du Sud Ouest. Par contre, on remarque une diminution exprimée par l'absence des micro algues dans la zone Est.

	Mai 2004	Avril 2005	Avril 2006	Février 2007
Turbidité (NTU)	10-100	>50	90-600	>50



Vue de Sebkhath Essijoumi

Oxygène dissous

Lors des campagnes des années 2004 à 2007, l'oxygène dissous était de 2 à 8 mg/l. Les faibles teneurs enregistrées sont dues à la lame d'eau réduite et à l'oxydation de la matière organique surtout dans les berges Nord et Nord Ouest de la sebkhat.

En général, l'oxygène dissous peut diminuer jusqu'à zéro pendant l'été car il est consommé par les algues nitrophiles et la matière organique.

La diminution de l'oxygène conduit le milieu vers l'anoxie, révélée par une coloration rouge des eaux généralement accompagnée de dégagement de (gaz sulfurés ; H₂S), ceci a été remarqué durant la campagne de mai 2005, l'analyse de sulfure a montré que les valeurs sont élevées, elles sont de l'ordre de quelques mg/l.

	Mai 2004	Avril 2005	Avril 2006	Février 2007
O.dissous mg/l	7-8	3-6	2-7	0.9-4

Nitrates

En Avril 2004, on a remarqué une concentration élevée en nitrates variant de 50 à 400 mg/l.

Les mesures effectuées pendant le mois de février 2007 étaient des valeurs variables (de 100 à 250 mg/l). Les concentrations en phosphates sont de l'ordre de 30 mg/l et dépassent les 95 mg/l dans certaines zones.

Ces éléments sont apportés par les canaux de rejets des eaux usées et les eaux drainées par les terres agricoles situées sur la partie Ouest de la sebkha. Les nutriments sont responsables d'une eutrophisation ; il s'agit d'une prolifération intense des algues Nitrophiles donnant la couleur à l'eau surtout pendant les journées venteuses.

Les canaux de rejets hydriques se déversent dans la sebkha par des fossés à ciel ouvert. Ces rejets sont à l'origine d'un dégagement de sulfure d'hydrogène responsable de l'odeur désagréable.

	Mai 2004	Avril 2005	Avril 2006	Février 2007
Nitrates mg/l	50-450	45-250	100-180	380

Pollution organique

La DCO mesurée pendant le mois de février 2007 est relativement élevée, elle dépasse 200 mg/l dans certaines zones telle que la zone du Nord et Nord-Est. Cette augmentation est due aux rejets domestiques et au rejet de l'Oued Guérian.

Les canaux des eaux pluviales des régions Ezzouhour et Mellassine déversent dans un collecteur à ciel ouvert qui est parallèle à la route GP5 et à son tour se déverse dans la sebkha. Les orifices de ce collecteur sont colmatés généralement par les déchets solides.

	Mai 2004	Avril 2005	Avril 2006	Février 2007
DCO (mg O ₂ /l)	20-2700	200-3000	200-400	200

Sulfures

	Mai 2004	Avril 2005	Avril 2006	Février 2007
Sulfures (mg/l)		0.1-9	0.2-0.8	<0.05



Vue de Sebkhata Essijoumi (canal de rejet)

Matières en suspensions (MES)

Les MES mesurées sont élevées, elles varient entre 80 et 350 mg/l. La variation est due à l'agitation par le vent des sédiments du fond et des débris d'algues et de matières organiques

Bien que les paramètres physico-chimiques (OD, Température, pH,) sont favorables à la décomposition de la matière organique, la biodégradabilité de l'eau de la sebkha est faible.

Sabkhat Ariana

Sebkha Ariana est une dépression géographique, à topographique faible, elle communique avec la mer par le biais d'un cordon littoral qui est le canal en terre, ce dernier permet des échanges entre les eaux pluviales collectées dans la dépression et les eaux marines voisines.

Sebkha Ariana forme un écosystème sensible, elle constitue une niche écologique pour le flamand rose, oiseaux migrateurs ainsi quelques espèces de poissons. Les rejets hydriques (industriels, urbains et pluviaux) ne peuvent que perturber cet équilibre avec un degré plus au moins accentué selon les volumes d'eaux d'une part et les charges en polluants d'autre part, surtout que la profondeur des eaux n'est pas élevée et l'échange entre la sebkha et la mer se fait lentement.

Les rejets hydriques dans la sebkha sont réduits grâce au fonctionnement des stations d'épurations des eaux usées tels que la STEP de Choutrana, la STEP de Charguia et la STEP Côtière Nord E4, sans négliger l'influence de quelques rejets anarchiques des eaux pluviales, de la surcharge des stations d'épurations et de débordement d'eau traitée du canal E4 qui est non aménagé. Cet influence est ressentie surtout du côté Sud, elle est témoignée par les valeurs obtenues pour les nitrates, la DBO₅, la chlorophylle - a et le pH.

Une urbanisation anarchique s'est développée au niveau de la plaine avoisinante de la sebkha, et surtout du côté Ouest en profitant de la diminution du niveau des eaux de la sebkha pendant les périodes sèches. Pendant les saisons pluviales un refoulement des eaux de la sebkha vers la mer s'avère indispensable afin de rabattre le niveau des eaux et protéger les habitations contre l'inondation.

La température

Etant donné que la profondeur de la sebkha est relativement faible (de l'ordre de 15cm aux berges), la température de l'eau est avoisinante de l'atmosphère. Elle est supérieure de 2 à 4°C à la température d'eau de mer. Durant la période sèche l'épaisseur de la lame d'eau est faible, soit de quelques centimètres la température est élevée et elle dépasse 30°C.

	Mai 2004	Mars 2005	Avril 2005	Juillet 2006	Nov 2005	Mars 2006	Mai 2006	Avril 2007
Température (°C)	21-27	18-23	12-15	18-21	18-21	18-21		18-21

pH

Ces valeurs sont justifiées par la coloration verdâtre de l'eau donnent une idée sur l'importance de développement de la biomasse



Vue de Sebkhat Ariana



Carte des points de prélèvement

phytoplanctonique et qui sera ultérieurement installé aux berges pour donner une coloration noirâtre au sédiment après sa fermentation.

	Mai 2004	Mars 2005	Avril 2005	Juillet 2006	Nov 2005	Mars 2006	Mai 2006	Avril 2007
pH	8.79.2	9-9.54	8.3-8.9	8.3-9.2	8.3-8.9	8.7-9.2	8.3-9	8-9.5

La salinité

La salinité de l'eau dans la sebkha est variable, elle dépend principalement des facteurs climatiques, en effet elle est inférieure à 20 g/l pendant la saison pluvieuse et elle dépasse 40 g/l durant la période sèche. Les valeurs faibles de la salinité sont mesurées du côté où il y a des apports d'eau douce (eau pluviale).

Le pompage de l'eau de la sebkha et la communication avec la mer influe localement au niveau de la zone de Gammarth.

	Mai 2004	Mars 2005	Avril 2005	Juillet 2006	Nov 2005	Mars 2006	Mai 2006	Avril 2007
Salinité (g/l)	30-31	6-14	17-19	19-52	40-62	7-17	>40	10-13

La turbidité

Au cours du mois de mars 2006, l'eau de Sebkha Ariana est relativement turbide. Cette turbidité varie entre 30 et 130 NTU, elle était de l'ordre de 300 NTU du côté de la STEP Côtière Nord. La turbidité de l'eau la plus élevée est mesurée dans la zone sud à l'embouchure du canal Choutrana et cela influe sur le développement des micro algues.

	Mai 2004	Mars 2005	Avril 2005	Juillet 2006	Nov 2005	Mars 2006	Mai 2006	Avril 2007
Turbidité(NTU)	7-80	100-400				20-130		

Oxygène dissous

Lors de la campagne d'analyse du mois de mars 2005, le taux de l'oxygène dissous variait de 4.5 à 6 mg/l. Cette variation est due au développement biologique et à l'oxydation de la matière organique y compris l'azote organique et ammoniacal qui intervient dans le bilan d'oxygène.

	Mai 2004	Mars 2005	Mars 2006	Mai 2006	Avril 2007
O. dissous (mg O ₂ /l)	4.2-7.87	4.5-6	5-8		3-7

Pollution organique, exprimée en DCO

On a mesuré la DCO pour suivre l'évolution de la pollution organique, les valeurs de la DCO sont variables, elles varient de 100 à 1200 mg/l. les grandes valeurs sont due à la décomposition des micro-algues. Le canal de Choutrana contient des déchets solides et montre une eau très polluée de couleur brune.

Chlorophylle -a

La chlorophylle-a est un paramètre qui permet d'avoir une idée sur le développement biologique (photosynthèse) et la prolifération des algues en conséquence de l'eutrophisation du milieu.



Vue de Sebkhat Ariana



Vue de Sebkat Ariana (canal de rejet)

L'eutrophisation des lacs et des étangs se caractérise par une prolifération des algues et des autres plantes aquatiques suite à un enrichissement du milieu en ions nutritifs (nitrates, phosphates). Elle provoque une désoxygénation progressive des couches inférieures et une accélération du dépôt des matières organiques.

Les analyses de chlorophylle-a ont été réalisées au laboratoire Halieutique de l'Institut National d'Agronomie de Tunis « INAT » dans un cadre d'un projet de Mastère. Les valeurs varient entre 60 et 200 mg/l.

	Mai 2004	Mars 2005	Avril 2005	Juillet 2005	Nov 2005	Mars 2006	Mai 2006	Avril 2007
Chl.a(mg/l)	3.2-44	60-200	0.76-91	3-213	-	0.3-84		

C-Lagunes

Lagune de Korba

La lagune de Korba est un complexe lagunaire, constitué par des zones légèrement en dépressions séparées de la mer par des cordons littoraux percés en certaines parties par des canaux de communications. Elle reçoit les eaux urbaines de la ville de Korba et les eaux pluviales du bassin versant Est de la région.

La lagune forme un écosystème caractérisé par des espèces rares d'oiseaux. Elle a fait l'objet d'une préservation spécifique suite à sa classification parmi les parcs nationaux.

Pendant les périodes sèches, une grande partie de la lagune devient sèche, la salinité augmente sous l'effet de l'évaporation. L'une des solutions adoptées pour remédier à la forte salinité qui peut dégrader l'écosystème c'est d'alimenter la lagune en eau douce par injection des eaux traitées de la STEP de Korba.

Les unités industrielles sont caractérisées par leurs activités saisonnières tel que les conserveries de tomates qui génèrent des rejets hydriques généralement acides, déversés dans la lagune.

L'abattoir municipal se trouve à la berge de la lagune, il déverse son rejet directement dans la lagune.

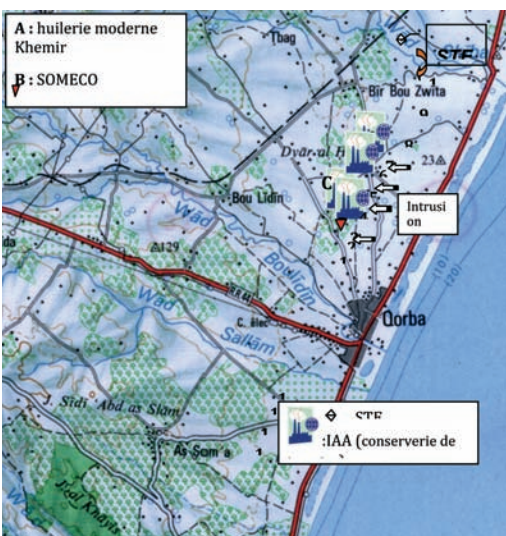
La température

Vu la faible profondeur de la lame d'eau; qui varie de quelques centimètres à quelques décimètres, la température est directement influencée par la température atmosphérique. Au cours de la saison sèche elle varie entre 22 et 35 °C.

	Déc 2000	Juin 2001	Juillet 2004	Sep-Nov 2005	Juin 2006	Sep 2006	Juillet 2007
Température [°C]	20.5	28.2		24-28	23-34	22-28	23-35

pH

Les valeurs de pH sont variables, elles varient entre 6,5 et 9. Cette variation est fonction de la nature de rejet et de l'état de l'eutrophisation de la lagune. C'est ainsi que le pH mesuré au niveau de la partie médiane de la sebkha, zone de rejet hydrique de conserveries de toma-



Carte des points de prélèvement

tes, au cours de la période de juillet à septembre, était légèrement acide. Ceci est probablement dû à la nature de ces rejets.

	Déc 2000	Juin 2001	Juillet 2004	Sep-Nov 2005	Juin 2006	Sep 2006	Juillet 2007
pH	8.1	8.25	6.5-7.9	8.6-8.9	8.5-8.95	6.7-8.6	7.9-8.9

Salinité

Les résultats obtenus durant les campagnes 2004, 2005, 2006, 2007 et celles des études antérieures sont groupés dans le tableau suivant:

La salinité de la lagune est très variable, selon les années, elle dépend de la climatologie de l'année et elle varie aussi entre les saisons au sein de la même année ; influencée directement par les apports en eaux pluviales, des eaux usées et des eaux d'intrusion marine.

La salinité varie aussi le long de la lagune, les valeurs les plus élevées ont été mesurées au niveau de la partie centrale qui se trouve emprisonnée par les deux chaussées (chemins aménagés par des enrochements) et dont l'hydrodynamisme est faible.

Avant l'alimentation de la lagune par l'eau usée traitée de la STEP, la salinité de la partie centrale était plus importante. Suite à un apport d'eau qui était de l'ordre de $5000 \text{ m}^3/\text{j}$, on a remarqué la présence d'un gradient croissant de la salinité du Nord vers le Sud allant du 8 à 130 g/l.

	Déc 2000	Juin 2001	Juillet 2004	Sep-Nov 2005	Juin 2006	Sep 2006	Juillet 2007
Salinité (mg/l)	36.2	48.6-78.1	47-70	9-138	20-110	2.4-160	12-70



Vue de Sebkhath Korba

Evolution de la salinité d'après les études antérieures

Variation de la Salinité des eaux de la lagune pendant le mois de Mai

Année -Référence	Salinité de l'eau [g/l]
1994 [Romdhane]	40
1998 [Ben Hamza et Kraïem]	35
1999 [Ben Hamza et Kraïem]	29

Ce tableau montre que la salinité atteint, en 1998, 35 g/l et diminue en 1999 jusqu'à 29 g/l.

Les valeurs enregistrées reflètent une fluctuation de la salinité de l'eau de la lagune qui est due à la variation des facteurs climatiques de la région et à l'alimentation de la lagune en eau douce qui diffère d'une année à l'autre.

Mesures de la Salinité des eaux de la lagune de Korba (mai 2001)

Les mesures de la salinité (Tableau ci-bas) au niveau des points indiqués sur la figure montrent que la variation de la salinité des eaux de la lagune est hétérogène d'une zone à l'autre. Cette hétérogénéité se présente comme suite :

Station	K3	K6	K10	K11	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20
Salinité [g/l]	18,9	28,9	36,9	26,9	39,2	39,7	43,8	49,7	62,6	105	34,2

- au Sud de la lagune, (coté de la ville), la salinité varie entre 18,9 et 36,9 g/l. Ces valeurs, considérées basses par rapport aux autres, peuvent être expliquées par l'alimentation continue de cette partie par les eaux usées traitées.
- au milieu de la lagune, la salinité varie entre 39,2 et 62,6 g/l. La salinité augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne des rejets de l'ONAS, de plus, au cours de la période estivale cette partie est alimentée par les eaux rejetées par les usines de conserve de tomate.
- entre les deux chaussées à buses, la salinité dépasse 100 g/l. Cette valeur élevée ne peut être expliquée que par l'effet de l'évaporation, en plus de "l'emprisonnement" de l'eau entre les deux chaussées à buses, ce qui empêche son échange avec le reste de la lagune.



Vue de Sebkhath Korba

Alimentation de la lagune par les eaux douces

La lagune de Korba était le réceptacle des eaux usées domestiques et industrielles brutes de la ville. Dès la construction de la STEP au niveau de Oued Sidi Othman et de la Station de Pompage attenante à l'abattoir Municipal (Septembre 2002), ce rejet a été dévié. Cette nouvelle donnée a impliqué un déséquilibre hydrique de la lagune avec un manque d'apports liquide d'environ $5000\text{m}^3/\text{jour}$. Les études de diagnostic réalisées par le projet ont préconisé d'aménager une conduite qui ramène les eaux traitées de la Station d'épuration vers la lagune ce qui a permis de résoudre les problèmes de déficit et de stagnation des eaux dans la lagune.

Turbidité

La turbidité de l'eau de la lagune est directement influencée par l'agitation de la lame d'eau, l'activité biologique et les apports hydriques. Elle varie entre 20 et 600 NTU, l'eau est considérée turbide à très turbide à l'exception de certaines zones qui paraissent plus ou moins claires.

La turbidité la plus élevée est enregistrée dans les zones de déversement des rejets (abattoirs et conserveries), la partie centrale enregistre aussi des valeurs relativement élevées, dues essentiellement au développement des algues vertes en suspensions.

	Déc 2000	Juin 2001	Juillet 2004	Sep-Nov 2005	Juin 2006	Sep 2006	Juillet 2007
Turbidité (NTU)	21.5	44.4	20-80	70-600	30-180	20-70	20-150

Oxygène dissous

Les taux en oxygène sont faibles, le milieu passe à l'anoxie marquée. Les taux mesurés au cours de la campagne du mois de juillet 2007 varient entre 0.01 et 4 mg/l. Ces valeurs traduisent l'état de stagnation des eaux en absence de brassage de la masse d'eau vu la faible profondeur. Ces valeurs indiquent aussi que le milieu tend vers la phase d'anoxie, elle est marquée par le changement de couleur des algues à la couleur jaunâtre et parfois de couleur mauve.

Ces algues constituent une bande de dizaine de mètres le long des berges Ouest.

	Déc 2000	Juin 2001	Juillet 2004	Sep-Nov 2005	Juin 2006	Sep 2006	Juillet 2007
O. dissous (mg O ₂ /l)	8.8	4	2-3.5	3-5	3-5	0.8-3	0.01-4

Sels nutritifs

Les nitrates : la concentration moyenne mesurée en 2006 est de 70 mg/l.

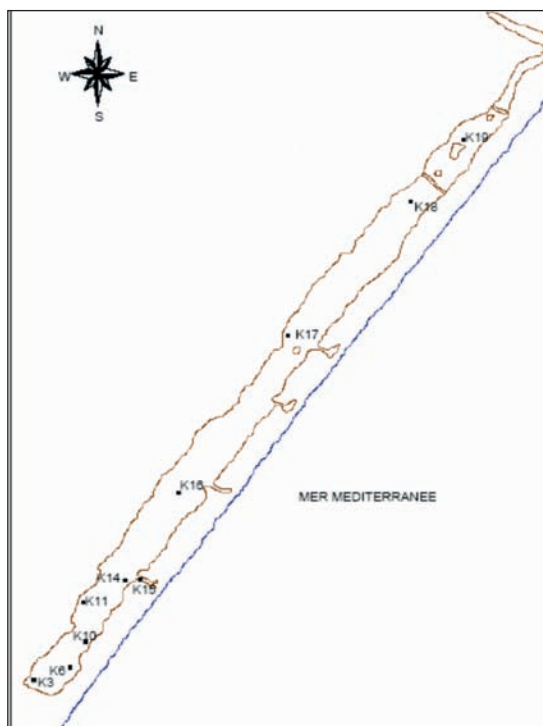
Les orthophosphates: les valeurs varient entre 8 et 19 mg/l.

Les valeurs les plus importantes en sels nutritifs (nitrates et phosphates) ont été mesurées dans la zone Sud vue sa proximité de l'urbanisation.

Pollution organique, exprimée en DCO

Les principales sources de pollution organique sont les rejets hydriques des unités de conserveries, de l'abattoir municipal et les eaux usées traitées.

	Déc 2000	Juin 2001	Juillet 2004	Sep-Nov 2005	Juin 2006	Sep 2006	Juillet 2007
DCO (mg O ₂ /l)	117	1320	325	650	-	-	-



Carte des points de prélèvement



Carte des points de prélèvement

Lagune de Halg El Mengel

La lagune de Halg El Mengel, se situe à quelques kilomètres du Nord de la ville de Sousse, il s'agit d'un milieu hydrique peu profond en communication avec la mer de côté de la zone Sud-Est. Une activité d'aquaculture est développée au niveau de la partie d'intercommunication.

Le fond de la lagune est formé généralement de sédiments argilo-sableux avec parfois des coquilles. Ce type de matériaux reflète la coloration blanchâtre de la lagune.

Ce milieu constitue un écosystème peuplé surtout par plusieurs espèces d'oiseaux ainsi que quelques espèces des végétations halophiles occupant les berges de la lagune.

La lagune est un exutoire de plusieurs cours d'eau temporaires, le seul oued à écoulement permanent est oued Essid. Cet Oued reçoit les rejets hydriques de la station d'épuration de Sidi Bou Ali (450 m³/jour) et de la centrale laitière « Tunisie Lait ».

L'eau de la lagune est caractérisée par une salinité relativement très élevée, elle varie entre 40 et 80g/l, un pH entre 7,8 et 8,5 et une concentration en nitrates entre 10 et 40 mg/l. L'Oued Essid qui a pour exutoire la lagune reçoit des rejets pollués riches en éléments nutritifs, minéraux et organiques.

Température

	Novembre 2004	Novembre 2005	Juin 2007
Température [°C]	13-19	18-25	25-29

pH

	Novembre 2004	Novembre 2006	Juin 2007
pH	7-8	7,8-8,3	7,8-8,5

Salinité

	Novembre 2004	Novembre 2005	Juin 2007
Salinité (mg/l)	85-92	80-113	40-73

Turbidité

	Novembre 2004	Novembre 2005	Juin 2007
Turbidité (NTU)	20-450	20-150	5-120

Oxygène dissous

	Novembre 2004	Novembre 2005	Juin 2007
O. dissous [mg O ₂ /l]		5-8,5	7-8,4

Nitrates

L'Azote et le Phosphore sont les deux paramètres essentiels responsables de l'eutrophisation, la sebkha ne présente pas le phénomène d'eutrophisation par contre la partie aval d'Oued Essid est marquée par une forte prolifération d'algues donnant à l'eau la coloration verdâtre et un



Vue de Sebkat Halg El Mengel



Vue de Sebkhah Halg El Mengel

dégagement d'une odeur nauséabonde. Cette zone reçoit des eaux usées traitées et les rejets de la société tunisienne du lait chargés en éléments nutritifs.

	Novembre 2004	Novembre 2005	Juin 2007
Nitrates (mg/l)	14-35	12-40	11-40

Pollution organique, exprimée en COT

Le seul paramètre analysé est le carbone organique total, la concentration en COT de l'eau de la sebkha est de l'ordre de 18mg/l.

Le COT mesuré au niveau de la partie aval de l'oued Essid est de 243mg/l.

Cyanures

Les concentrations en cyanures au niveau de la lagune ont montré un dépassement de la norme NT 106.02 (0,05 mg/l). L'eau de l'oued Essid qui est partiellement stagnante suite à l'intrusion des eaux de la sebkha enregistre aussi un dépassement à la norme, les valeurs sont de l'ordre de 0,09mg/l.

Fluore

La concentration en fluor des eaux de la sebkha est de 1,5 à 1,8 mg/l, elle est de l'ordre de 2,2 mg/l au niveau de l'oued Essid.

Lagune de Bizerte

La lagune de Bizerte est un milieu recevant des rejets hydriques très hétérogènes en nature et en quantité, dus essentiellement aux différents secteurs d'activité tels que les secteurs agro-alimentaire, chimique, électrique et électronique, textiles, traitement de surface, mécaniques et métallurgiques situées à Menzel Abderrahmen, Menzel Jemil et Menzel Bourguiba.

L'activité commerciale au niveau des ports constitue une source diffuse de pollution engendrant un effet direct sur la qualité des eaux par leur pollution par les hydrocarbures.

Température

La température mesurée au mois de septembre 2005 varie de 25 à 29°C, alors que les mesures du mois de mai 2006 varient entre 19 et 23°C.

La température de l'eau varie entre 12.5°C en hiver et 26°C en été (Revue FSB 2-2003).

	Octobre 2004	Septembre 2005	Mai 2006	Juin 2007
Température (°C)	23-28	24-29	19-23	24-28

pH

Le pH mesuré au niveau de la zone d'El Fouleth est directement influencé par les rejets de cette usine ; en effet, on note en septembre 2005 un rejet blanchâtre et basique de pH 9.93 alors qu'en octobre 2004 et mai 2006, le rejet était de couleur rouille et acide de pH respectivement de 2.70 et 6.7.

	Hiver 2001	Été 2001	Octobre 2004	Septembre 2005	Mai 2006	Juin 2007
pH	8.3	8.2	7.5-8	7.9-8.3	8-8.3	8.3-8.5



Vue de la lagune de Bizerte
[activité conchylicole]

Salinité

Le suivi effectué par la Faculté des Sciences de Bizerte en 2001 a montré que la salinité n'a fluctué que légèrement entre les deux saisons (hiver : 38 g/l et été :39,2 g/l).

	Octobre 2004	Septembre 2005	Mai 2006	Juin 2007
Salinité (mg/l)	35.8-36.1	33-38	29.4-34	34.7-35.5

Turbidité

La turbidité des eaux de la lagune de Bizerte varie de 1 à 25 NTU. La plus grande valeur a été mesurée au niveau de la zone Sud (Menzel Bourguiba/SCOMINA) et qui indique une eau plus turbide. L'usine d'El fouleh rejette une eau rouille et parfois blanchâtre qui est très turbide, la turbidité dépasse 1000 NTU. A titre indicatif la turbidité mesurée en 2001 dans la zone Sud était de 24 NTU en hiver et de 16 NTU en été.

	Octobre 2004	Septembre 2005	Mai 2006	Juin 2007
Turbidité (NTU)	1-25	1-25	1-25	1-25

Oxygène dissous

	Octobre 2004	Septembre 2005	Mai 2006	Juin 2007
O. dissous (mg O ₂ /l)		4-6	4-8.6	7-8.5

Nitrates

La concentration en nitrates varie entre 10 et 70 mg/l, et on note une concentration relativement élevée dans la partie sud et sud-est de la lagune. Aux berges de la lagune, on a observé le développement des phytoplanctons et des micro-algues.

	Octobre 2004	Septembre 2005	Mai 2006	Juin 2007
Nitrates (mg/l)	15-25	10-70	10-34	18-55

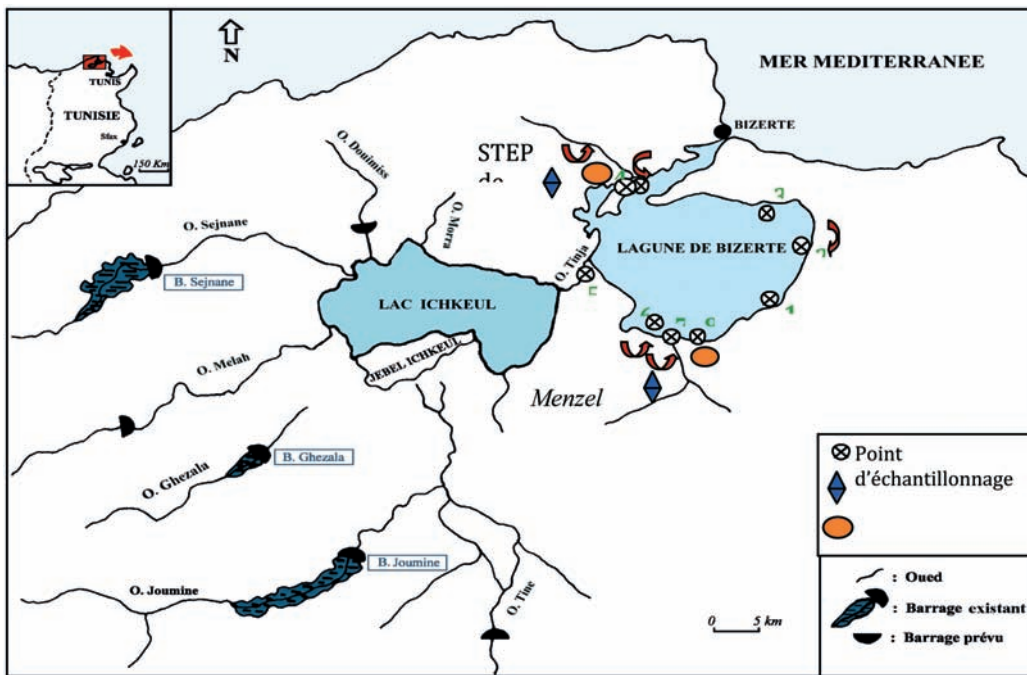
Métaux lourds

On a jugé nécessaire de déterminer la concentration en fer, plomb, cadmium, chrome, nickel et cuivre vu l'importance de l'impact présumé de l'usine d'El Fouleth.

L'apport d'El Fouleth en fer subit une dilution et une oxydation dans la lagune et cela aboutit à une concentration moyenne qui ne dépasse pas 0.9mg/l.

Les concentrations relativement élevées en cadmium (dépassant 0.01 mg/l) ont été mesurées au niveau de la zone sud de la lagune (SOCOMENA) et dans la zone Nord Ouest au niveau de la cimenterie.

	Octobre 2004	Septembre 2005	Mai 2006	Juin 2007
Fer (mg/l)	0.25-0.5	0.08-0.2		0.1-0.9
Plomb (mg/l)	0.01-0.07	0.25-0.4	<0.1-0.75	0.3-0.4
Cadmium (mg/l)	<0.003	<0.01-0.04	<0.01	<0.01-0.02
Chrome (mg/l)	<0.08	-		
Nickel (mg/l)	<0.005	-		
Cuivre (mg/l)	<0.01	0.05-0.07	<0.1-0.65	<0.1-0.4



Carte des points de prélèvement

Lagune de Ghar El Melh

La lagune de Ghar El Melh est un milieu semi fermé dont la communication avec la mer ne se fait qu'au niveau d'El Boughaz qui est instable sous l'effet de l'ensablement. Cette situation engendre une stagnation des eaux de la lagune et une salinité nettement supérieure à celle de la mer avec une différence de plus de 10g/l en été, et un pH basique proche de 9 dans certaines zones. On observe aussi une eutrophisation locale parallèle à l'urbanisation de la ville de Ghar El Melh.

La lagune est un milieu favorable au développement des phytoplanctons qui favorisent une richesse halieutique et une activité de pêche qui a connu une régression par rapport aux dernières années.

Les sources de nuisances à la qualité des eaux de la lagune de Ghar El Melh proviennent essentiellement des eaux usées brutes de la ville de Ghar El Melh, de la zone industrielle d'Utique avec des rejets hydriques très concentrés en polluants organiques et les canaux de drainage de la plaine.

Température

Ces températures sont mesurées à des profondeurs variants entre 30 et 40 cm.

	Octobre 2004	Novembre 2005	Juillet 2006	Mai 2007
Température (°C)	20-25	17-22	27-31	20-25

pH

Les valeurs de pH les plus élevées ont été mesurées au niveau de la partie Nord-Est de la lagune, à proximité de la ville de Ghar El Melh. Dans cette partie on constate un important développement d'algues qui forment une bande parallèle à la côte.

	Octobre 2004	Novembre 2005	Juillet 2006	Mai 2007
pH	7.5-8	7.9-9	7.5-9	8.3-9.4



Vue de la lagune de Ghar El Melh



Carte des points de prélèvement

salinité

La salinité mesurée à côté de la berge nord de la lagune de Ghar El Mleh est variable dans l'espace c'est à dire que pendant la même période de mesures on note un écart de plus de 7g/l, cette variation est due au débit d'eau de la mer entrant au niveau d'Fhougaz.

D'après les mesures antérieures faites par la Faculté de Science de Tunis (entre 1999 et 2000), la variation saisonnière de la salinité est importante.

- Novembre: Salinité la plus faible (36 g/l) (pluie).
- Août: Salinité la plus forte (51 g/l) (Évaporation).

	Octobre 2004	Novembre 2005	Juillet 2006	Mai 2007
Salinité (mg/l)	37-51	37-40	37-54	33-40

Turbidité

La turbidité de la lagune de Ghar el Melh est variable, l'eau est claire la partie limitrophe du port et turbide dans les berges Nord.

	Octobre 2004	Novembre 2005	Juillet 2006	Mai 2007
Turbidité (NTU)	2-25	10-25	1-140	2-200

Oxygène dissous

	Octobre 2004	Novembre 2005	Juillet 2006	Mai 2007
O. dissous (mg O ₂ /l)			1-8.7	6-9.4

Nitrates

Vu l'aspect géomorphologique de la lagune qui est un milieu semi fermé, la partie Nord-Est de la lagune forme un milieu contenant des zones mortes et dont le renouvellement des eaux est faible. On observe des nappes de prolifération des algues qui constituent une bande parallèle aux berges.

	Septembre 2004	Décembre 2005	Mars 2006
Nitrates (mg/l)	15-25	<20	<20

Lac Ichkeul

Température

	Avril 2005	Décembre 2005	Mars 2006	Avril/Mai 2006	Avril 2007
Température (°C)	13-23	11-16	8.5-13	20-25	18-21

pH

Le pH de l'eau du lac est en grande partie basique, les valeurs élevées sont celles de la zone ouest du lac. L'augmentation du pH s'explique par le développement des plantes aquatiques ainsi que le faible renouvellement des eaux qui engendre une stagnation et favorise par la suite une eutrophisation. Dans les oueds, le pH varie entre 7,5 et 8,5.

	Avril 2005	Décembre 2005	Mars 2006	Mai 2006	2007		
					Mars	Avril	Mai
pH	8.3-8.8	8.2-9.2	8-8.3	8.5-9.3	7-8	8-9	8-9.8



Lac de l'Ichkeul

Salinité

Au cours du mois d'avril 2005, l'eau du lac était douce suite aux apports d'eau cumulée du bassin versant et aux lâchés des barrages. Cette salinité augmente progressivement en s'approchant de la delta d'échange de l'oued Tinja.

Durant la saison pluvieuse les marais sont collés au lac au niveau des zones sud et sud-est, les eaux sont douces.

	Avril 2005	Décembre 2005	Mars 2006	Avril/Mai 2006	2007		
					Mars	Avril	Mai
Salinité (g/l)	1.1-1.5	6-30	3-3.3	3-3.6	6.4-8.2	6.7-8.3	7.3-8.1

Turbidité

La turbidité dans le lac est relativement élevée à cause des éléments fins en suspension,

	Avril 2005	Décembre 2005	Mars 2006	Avril/Mai 2006	Mai 2007
Turbidité (NTU)	150-350	2-200	200-300		35-250

Oxygène dissous

	Avril 2005	Décembre 2005	Mars 2006	Avril/Mai 2006	Mai 2007
O.dissous (mgO ₂ /l)	6-7.5	5.5-7.5	7-8	7-8	6-8

Nitrates

La valeur élevée correspond à celle de l'oued Joumine. Des concentrations importantes en nitrates et en ammonium ont été enregistrées au niveau de cet oued (à proximité de la ville de Mateur).

	Avril 2005	Décembre 2005	Mars 2006	Avril/Mai 2006	Mai 2007
Nitrates (mg/l)	10-20	10-20	10-25	10-20	12-21

Pollution organique , exprimée en DCO

	Avril 2005	Décembre 2005	Mars 2006	Avril/Mai 2006	Mai 2007
DCO (mgO ₂ /l)	<30	<30	<30	<30	

Métaux lourds

	Décembre 2005		Mars 2006		Mai 2007	
	O.Joum	O.meleh	O.joum	O.meleh	O.joum	O.meleh
Fer (mg/l)	0.21	0.04	0.47	0.19	0.076	0.038
Plomb (mg/l)	0.33	2.61	0.27	0.37	0.64	0.21
Nickel (mg/l)	0.45	0.39	0.65	0.26	0.36	
Cuivre (mg/l)	0.2		0.34	0.2	0.24	
Chrome (mg/l)	0.04					
Cadmium (mg/l)	<0.01					



Vue de lac de l'Ichkeul



Carte de l'Ichkeul [communiquant avec la lagune de Bizerte]

Campagnes effectuées suite à des accidents de pollution



Vue de Barrage Bezirk



Eau de couleur verdâtre

Matière flottante (relargage du fond)



Barrage Bezirk: baisse du niveau de l'eau suite à la vidange des eaux du fond

Exemple 1 : Barrage Bezirk

Problématique

Une vidange du fond du barrage Bezirk a été réalisée, Le responsable a constaté une eau de couleur noirâtre avec un dégagement de mauvaises odeurs, ainsi que des poissons morts. Le 23 mai 2007, une campagne de mesure a été effectuée au barrage cité ci-dessus, et on a remarqué une coloration verdâtre suite à une prolifération des microalgues sous forme d'un flagelle, des zooplanctons de taille inférieure à un millimètre et de couleur blanchâtre, des boues flottantes ont été observées à la surface de l'eau.

Il est à signaler que le barrage Bezirk a été achevé en 1959 et surélevé en 1974. Les caractéristiques du barrage sont comme suit :

Situation

- cours d'eau : Oued Bézirk
- Gouvernorat : Nabeul
- Ville la plus proche : Menzel Bou Zelfa
- Destination principales secondaires du barrage : irrigation

Caractéristiques hydrologiques

- Aire du bassin versant : 84 Km²
- Précipitations annuelles moyenne : 560 mm
- Apport annuel moyen de la rivière : 4.600 ,000 m³ /an

Caractéristiques principales de la retenue

- Côte de la retenue normale NGT : 54,60
- Aire de la retenue : 102 ha
- capacité de la retenue normale : 6,5 106 m³

Caractéristiques principales du barrage

- Type : barrage en terre à zones :
- Hauteur du barrage au dessus du terrain naturel : 21 m
- Longueur en crête : 311 m
- Largeur en crête : 6 m
- Volume du corps du barrage : 211.200 m³

Ouvrages annexes :

Ouvrages d'évacuation des crues

- Type : puits, organisé en seuil déversant, en rive gauche à proximité du pied amont du barrage
- Débit maximal : 320 m³ /s

Ouvrages de prises

- Type : tour de prise d'eau
- Débit maximal : 0,4 m³ /s

Ouvrages de vidange

- Type : à la base de la prise d'eau
- Débit maximal : 30 m³ /s

Etat du barrage

L'apport annuel moyen de l'oued Bezirk est de $4.6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ /an.

La capacité du réservoir est de $6,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Les eaux du barrage sont exploitées pour l'irrigation dont la prise se fait à deux niveaux (côte 48 et 43 c'est-à-dire à des profondeurs 6 et 11 m). La hauteur du plan d'eau est de l'ordre de 15m.

L'opération de vidange a diminué le niveau de l'eau de 50 cm ce qui a laissé une bande verdâtre sur la versant amont de la digue, cela indique que le milieu a subi une prolifération importante d'algues. Au niveau de l'évacuateur de crue, l'eau avait une couleur noirâtre et de mauvaises odeurs se dégagèrent, les sédiments riches en matières organiques fermentent au fond.

Trois échantillons ont été prélevés, le premier est pris à une profondeur de 6 m qui est le niveau de prise d'eau pour l'irrigation, la deuxième et la troisième sont prélevés au niveau de la surface.

La mesure de l'oxygène à la surface est de l'ordre de 8.8 mg/l qui est une concentration normale (présence des poissons, des tortues, zooplanctons...) par contre à 6 m de profondeur l'oxygène est de 2.6 mg/l. On observe donc une stratification au niveau de la retenue, et on peut la subdiviser en tenant compte du taux d'oxygène dissous en trois tranches (tranche aérobie, tranche facultative et tranche anaérobie).

Le pH est de l'ordre de 8.5 à la surface et 7.3 à 6 m de profondeur. Cette variation confirme la stratification de la retenue; la tranche supérieure aérobie caractérisée par une eutrophisation et un fond confiné et caractérisé par une mauvaise odeur (fermentation anaérobie).



Vue du Barrage Bezirk



Vue de l'Oued El Melah / Gafsa

Résultats

Points de prélèvements	1: surface (Côte 54)	2: profondeur 6m (Côte 54)	3: surface (Digue)
Fate			
Heure	23/05/2007	23/05/2007	23/05/2007
Temps	16h	15h30	16h30
	Sec	Sec	Sec
couleur	Verdâtre	Verdâtre	Verdâtre
Température [°C]	25.6	21.4	25
pH	8.5	7.3	8.5
Conductivité [μ s/sec]	360	361	364
Salinité [g/l]	0.2	0.2	0.2
T des Sels [mg /l]	180	180	181
O. Dissous [mg /l]	8.6	2.6	8.3
Nitrates [mg /l]	14	9	
Nitrates [NO ₂ NO ₃ N] [g /l]	0.06 0.02	0.15 0.04	
Sulfates [mg /l]	38	31	
Sulfures [mg/l]	0.01	0.012	
Cyanure [mg/l]	<0.05	<0.05	
DCO [mg O ₂ /l]	75	44	
Fluore [mg/l]	0.32	0.33	
Azote Kjeldahl [mg/l]	3.05	4.9	
Phosphore total	<0.05	<0.05	
Coliformes /100 ml		2.3 10 ³	
Escherichia Col /100 ml		2.3 10 ³	



Vue de l'Oued El Melah / Gafsa

Exemple 2 : Oued El Meleh - Gafsa

Points de prélèvement	1: Oued El Melah; au niveau d'Aiddia (route Tozeur Tamerza)		2: Oued El Melah; au intersection avec route Tozeur-Gafsa		3: Oued El Melah (avant rejet des laveries)	Norme de rejet
	Eau	Sédiment	Eau	Sédiment	Claire	
Date Heure Temps	29/03/2007 10h 30 Sec	29/03/2007 11h Sec	29/03/2007 13h 30 Sec	29/03/2007 14h Sec	29/03/2007 14h 30 Sec	
Couleur	Jaunâtre	Noirâtre	Jaunâtre	Noirâtre		
Température [°C]	14.1		17.8		18.2	
pH	5.6		7.4		7.9	
Conductivité (ms/cm)	10.8		4.8		21.9	
Total des sels dissous	5.4		2.4		10.9	
Salinités [g/l]	6.0		2.6		13.1	
O. dissous (mg O ₂ /l)	3.2		2.8		4.2	
Turbidité (NTU)	>1000		>1000		10	
Sulfates (mg/l)	3360		1826			600
Chrome (mg/l)	<0.01		<0.01			0.1
Nickel (mg/l)	1.8		1.8			0.2
Plomb (mg/l)	3.4 libre		3.4 libre			
	4.3 tot		4.6 tot			0.1
PO ₄ (mg/l)	1	65,2 g/kg	0,5	81,6 g/kg		
Cadmium (mg/l)	< 0,05	56,8 mg/kg	< 0,05	52 mg/kg		
Fluore (mg/l)	0,76	3,510 ³ mg/kg	0,98	3,610 ³ mg/kg		
Cyanures (mg/l)	< 0,05		< 0,05			
	312	56,4 g/kg	48	44,6 g/kg		

Conclusion

Cette publication du 1^{er} rapport relatif au contrôle de la pollution des eaux a mis en exergue les résultats des campagnes effectuées depuis 2004 (mois d'avril). Ces résultats ont permis d'avoir une idée sur l'état des milieux contrôlés. L'accent a été mis surtout sur les trois principaux Oueds déversant à la mer (Oued Medjerda, Oued El Bey et Oued Méliane) vu leurs intérêts économique et géographique ainsi que d'autres plans d'eau (lagunes, sebkhas...) du Nord de la Tunisie.

Cependant les résultats restent encore limités. Le Projet COPEAU vient renforcer les efforts déployés par l'ANPE dans le domaine de surveillance de la qualité des eaux afin d'augmenter la fréquence de contrôle des milieux sensibles qui ont fait déjà l'objet de campagnes de contrôle et pour couvrir d'autres milieux au Centre et au Sud Tunisien en se basant notamment sur le manuel de procédures qui vient d'être achevé et sur l'étude élaborée dans le cadre du Projet PISEAU.

Une attention plus particulière sera attribuée à l'assurance qualité et à l'interprétation des résultats à travers l'analyse du cadre normatif européen et la collecte d'un nombre plus important de données qui serviront d'historique.

Finalement, il est à noter que la mise en place d'un système pertinent pour le contrôle de la pollution des eaux passera par la coopération de tous les intervenants dans le domaine considéré parmi les objectifs à long terme du Projet et de sa continuité.





www.anpe.nat.tn



Agence Nationale de Protection de l'Environnement
Centre urbain nord, 15 rue 7051 cité Essalem - 2080 Tunis - B.P. : N°52 le Bélvédère.
Tél. : 71 233 600 - Fax : 71 232 811