

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

003/2002

Centre universitaire de Jijel  
Institut des sciences de la nature

01  
02

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme  
Universitaire D'études appliquées en Biologie

Option : contrôle de qualité et analyses

Thème

**Recherche du plomb, des nitrates  
et des cyanures dans l'eau d'alimentation  
de la ville de Jijel.**

Encadreur :

Dr, LAHOUEL Mesbah

Présenté par ;

- BOUGHELLOUT Toufik  
- BOULEKHM AIR Sofiane  
- ABBOUD Samir

JUIN 2002

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

003/7003

01/02

## Remerciements et Dédicaces

Nous tenons en premier lieu à remercier notre encadreur Dr LAHOUEL Mesbah pour nous avoir dirigé dans l'élaboration de ce travail, pour sa confiance, sa disponibilité et sa compréhension, tout en lui exprimant nos profonds respects.

Nous remercions également :

- Les membres du Jury pour nous avoir honoré en acceptant de juger notre travail l'ensemble du personnel du laboratoire de Biologie du C.U. de Jijel enfin nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail avec tout le respect que nous devons à tous les enseignants qui nous ont assisté durant toute notre formation scolaire et universitaire sans oublier les sacrifices de nos parents

## Dédicaces

s. Abboud

إلى  
أمي وأبي  
إلى عائلتي كل باسمه  
إلى كل أصدقائي  
وأحبابي كل باسمه  
إلى الأستاذ الفاضل  
لحلول مصباح  
حفظه الله  
أهدي هذا العمل  
المتواضع

سمير

T. Boughellout

إليك أبي  
إليك أمي  
إلى كل العائلة  
خاصة الإخوة  
و الأخوات  
إلى كل أصدقائي  
زملائي  
وزميلاتي  
أهدي هذا العمل  
المتواضع

توفيق

S. Boulekhmair

إلى أمي وأبي  
وكل عائلتي  
أهدي  
جهدي هذا

سفيان

# SOMMAIRE

## I- INTRODUCTION.

## II- ANALYSES BIBLIOGRAPHIQUES.

II-1- Les propriétés physico-chimiques de l'eau.

II-2- Les types des eaux.

II-3- Réglementation de la qualité des eaux destinées à la consommation.

II-4- Origine et sources de contamination des eaux.

II-5- Toxicocinétique des plomb, des cyanures et des nitrates.

II-6- Conséquences de la contamination de l'eau d'alimentation par les substances toxiques.

## III- MATERIEL ET METHODES

### III-1- MATERIEL

III-1-1- Rappel sur la localisation des sources de l'eau d'alimentation de La ville de Jijel.

III-1-2- Nature de l'environnement agricole et industriel des sources d'eau.

III-1-3- Prélèvement et conservation des échantillons.

### III-2- METHODES.

#### III-2-1 ANALYSE TOXICOLOGIQUE.

III-2-1-1- Dosage du Plomb.

III-2-1-2- Recherche des cyanures.

III-2-1-3- Dosage des nitrates.

#### III-2-2- ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE.

III-2-2-1- Température.

III-2-2-2- PH.

III-2-2-3- Détermination de l'alcalinité.

## IV- RESULTATS

## V- DISCUSSION

## VI- CONCLUSION

**ANNEXE  
BIBLIOGRAPHIE**

## **I - INTRODUCTION**

L'eau est essentielle dans l'alimentation humaine. En plus de l'eau de constitution des aliments solides, de celle provenant des réactions du métabolisme d'origine interne, l'eau de boisson constitue la source principale des apports hydriques de l'organisme. Elle doit alors obéir à certaines normes de qualité. En effet, les conséquences d'une contamination micro biologique, chimique ou toxicologique sont souvent dramatiques. C'est pour prévenir les répercussions des eaux contaminées que les organismes chargés de l'hygiène et de la santé effectuent des contrôles réguliers de la qualité des eaux de consommation. Cependant, si la réglementation internationale (FDA, OMS, CEE, OCDE) exige un triple contrôle micro biologique, chimique et toxicologique, la plupart des laboratoires nationaux ne s'intéressent qu'aux deux premiers. Or, la présence d'une seule substance toxique tels que les cyanures, métaux... constitue un réel danger pour la vie humaine.

C'est ainsi que nous nous sommes intéressé à la qualité toxicologique de l'eau d'alimentation de la ville de Jijel. Notre étude vise plusieurs objectifs :

- De vérifier la qualité de l'eau destinée à la consommation de la ville de Jijel, par une analyse toxicologique.
- De montrer l'intérêt de l'analyse toxicologique dans le contrôle de la qualité comme complément des analyses micro biologiques et physico-chimiques.
- Mettre au point des méthodes de recherche des toxiques dans l'eau comme le plomb, les cyanures et les nitrates pouvant être exploités par les laboratoires concernés.
- De réaliser un travail conforme au profil de notre formation de technicien supérieur en contrôle de qualité.

## II – ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUES

### II- 1 – Les propriétés physico-chimiques de l'eau

-La polarité de la molécule d'eau et ses possibilités d'association pour liaison hydrogène sont responsables de plusieurs anomalies caractéristiques de propriétés physiques.

-Les propriétés optiques : qui sont utilisées dans le contrôle et la mesure de certains formes de pollution.

-Les propriétés chimiques : l'eau est un excellent solvant donc facilement polluée, le processus de dissolution d'une substance est une destruction de la cohésion interne qui est due à des forces inter-atomiques (liaison chimique forte) ou intermoléculaires (liaisons de cohésion entre molécules de type hydrogène et vanderwals).

### II-2- Les types des eaux :

Quelque soit l'origine des eaux servant à l'alimentation, elles peuvent provenir : des sources (eau souterraine), des cours d'eau : eau de surface, lac, de pluie ou l'eau de mer). Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau du milieu environnement.

#### a- Les eaux de surface :

On peut répartir les eaux de surface en deux catégories ; eau de rivière (partie amont et partie aval), eau de lac. La dureté de toutes ces eaux est modérée.

Une partie en amont d'une rivière est généralement située dans une région montagneuse, où la densité de population est faible et les industries pratiquement inexistantes, les principales caractéristiques de ces eaux sont présentées ci-dessous :

- Turbidité élevée : le régime des rivières étant torrentiel, les eaux transportent de grandes quantités de matières en suspension.

- Température froide : Ces eaux proviennent soit de sources soit de la fonte des neiges.

- Indice de couleur faible; ces eaux n'ont pas eu le temps de dissoudre des matières végétales, principales sources de couleur avec une contamination bactérienne faible.

- La partie en aval d'une rivière est généralement située dans une région où la population est dense. L'agriculture est développée et les industries plus ou moins nombreuses. Ces eaux sont donc de moins bonne qualité, elles sont caractérisées par :

- une contamination bactérienne élevée.
- Une contamination organique et inorganique élevée.
- Indice de couleur peut être élevé.

### **b-Les eaux de lac :**

Un lac est considéré comme un bassin naturel de décantation dont la période de rétention est longue. La contamination bactérienne habituellement est peu importante et la turbidité de l'eau est faible. Les caractéristiques des eaux de lac varient très lentement au cours de l'année. Les substances nutritives (phosphore et azote) présentes dans les eaux de ruissellement et dans les eaux usées domestiques favorisent la croissance d'algues et de plantes aquatiques, ce qui accélère l'eutrophisation du lac. (Raymond ). Durant l'été ces algues et ces plantes aquatiques entraînent la dégradation des caractéristiques chimiques et physiques de l'eau comme turbidité, l'indice de couleur. Les goûts et les odeurs augmentent. (Raymond)

### **c-Les eaux de pluie :**

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées d'oxygène (O<sub>2</sub>) et nitrogène (N<sub>2</sub>) et ne contiennent aucun sel dissous, comme les sels de Mg et Ca ; elles sont donc très douces. Dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être contaminées par des poussières atmosphériques qui peuvent contenir des substances toxiques comme le plomb, l'aluminium, le mercure..... etc.

### **d-Les eaux souterraines :**

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Les principales caractéristiques de ces eaux sont :

- Turbidité faible : elles bénéficient d'une filtration naturelle dans le sol
- Contamination bactérienne faible.
- Température constante parce qu'elles sont à l'abri du rayonnement.
- Indice de couleur faible, elles ne sont pas en contact avec les substances végétales.
- Dureté souvent élevée, les eaux peuvent être en contact des formations rocheuses contenant des métaux bivalents (Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup>...) responsable de la dureté.

## **II-3- Réglementation de la qualité des eaux destinées à la consommation :**

Pour que l'eau soit considérée comme potable, elle doit répondre à un certain nombre de critères concernant la qualité chimique : les ions minéraux doivent être à des concentrations comprises entre certaines valeurs fixées réglementairement. Donc il ne doit pas y avoir un excès de substances toxiques comme les métaux lourds (Plomb, Mercure, Zinc...), les cyanures et les détergents. (joffin;2001).

La valeur guide pour le plomb dans l'eau potable est fixée à 50µg/l par l'OMS de même façon que la réglementation française (J.O.RF - 4 Janvier;1989) et par la directive européenne 80/778 (RODIER;1971) en plus, cette dernière précise que la teneur en plomb ne doit pas dépasser 100µg/l [ J.R. VAILLANT;1973 Paris ]. Concernant les cyanures, la norme est fixée à 50 µg/l par l'ensemble des organismes internationaux comme l'OMS, la CEE (etiennes;1993) [ J.R. VAILLANT;1973 Paris ] on recommande pour qu'une eau de consommation soit de bonne de qualité elle ne doit contenir aucune trace de cyanures [ RODIER 1971]. Aussi, pour les nitrates les

normes françaises recommandent une valeur inférieure ou égale à 50 mg/l (etiénné;1993) alors que l'OMS et la CEE la fixent à 45 mg/l (cosno;1991)

#### II-4 – Origine et sources de contamination des eaux de consommation :

La consommation résulte du rejet dans les eaux d'une grande variété de substances toxiques. Celles-ci peuvent être d'origines diverses : influés urbains ou industriels....

La contamination minérale des eaux résulte de la libération dans ces dernières de divers toxiques tels les nitrates, les cyanures et divers métaux lourds comme le plomb, le mercure, le fluor, le cadmium...

En effet, dans la plupart de s pays industrialisés les problèmes de pollution des cours d'eau atteignent aujourd'hui des dimensions catastrophiques. Ce sont des millions de matières solides, d'anhydride sulfureux, des engrais et de plomb qui sont rejetés chaque année dans la nature, la qualité de l'eau destinée à l'alimentation se trouve ainsi fortement affectée. (BOUNAIL et KHILA;1997) Le contrôle de la qualité des eaux de boisson se trouve plus que jamais nécessaire pour la protection du consommateur. Le problème de la contamination par les nitrates, les cyanures et le plomb est préoccupant.(Commoner; 1970) a montré que la qualité de nitrates charriés par une rivière est en corrélation directe avec la période en se fait l'apport d'engrais chimique aux cultures.

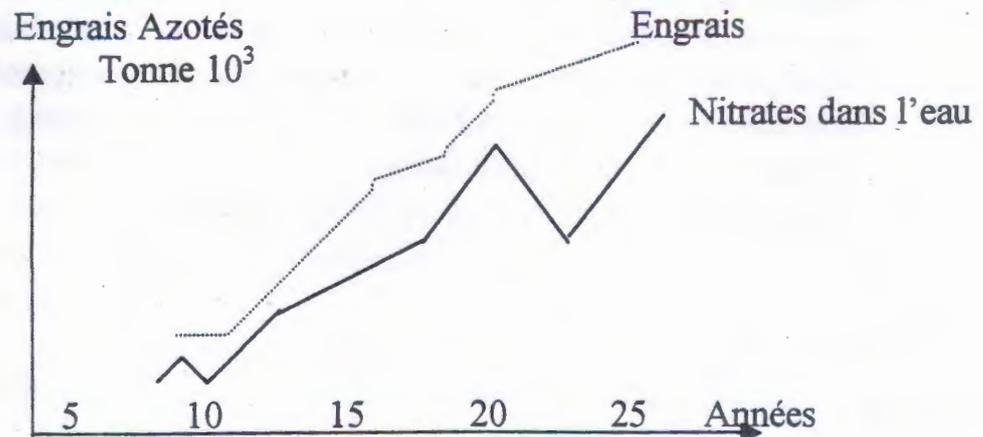


Fig 1 : corrélation entre usage des engrais et contamination par les nitrates ( d'après commoner 1970)

la contamination de l'eau par les métaux mérite une mention particulière cause de la haute toxicité de certains de leurs dérivés. En effet, outre le plomb, les autres déchets industriels comme le Zn, Cu, Ag, Fe, Cd... sont de véritable poisons.

Ainsi, le plomb peut être apporté à l'eau par voie atmosphérique, les principales sources de contamination par ce métal sont l'industrie métallurgique et la incinération d'ordures. Aussi le plomb utilisé comme adjuvants des moteurs de bateaux, ces derniers sont reconnus par leurs rejets de divers composés dans les eaux, de plus le plomb utilisé pour la fabrication des canalisations joue un rôle important dans la contamination des eaux d'alimentation. (L. LEVESQUE ; 1976 ).I très nombreux sels minéraux sont rejetés dans les cours d'eau par l'industrie chimique et l'agriculture. Les engrais comme les superphosphates utilisés en agriculture contiennent de quantités appréciables d'éléments toxiques comr

l'arsenic ( 2 ppm ), le chrome (60 à 250 ppm ), le Zinc ( jusqu'à 1500 ppm ) ainsi que le cuivre, le plomb... les déchets industriels sont également à l'origine de la contamination des sels et des cours d'eau.

Certains de ces sels comme les cyanures et l'arsenic sont extrêmement toxiques. Les dérivés de l'arsenic sont encore largement utilisés dans le traitement des parasites de la vigne et des arbres fruitiers.

L'intoxication chez l'homme peut être provoquée directement par inhalation d'arsenic en poudre ( arséniate de plomb, arséniate de calcium ou de magnésium ) soit par consommation d'eau et de végétaux souillés par les résidus arsenicaux. Il a été montré que même à faible doses, l'arsenic comme le plomb demeure immobile dans le sol plusieurs années. L'acide cyanhydrique utilisé en fumigation dans le traitement des parasites est préparé en traitant la cyanure de sodium par l'acide sulfurique dilué, mais c'est surtout le cyanure de potassium qui est à l'origine des empoisonnement qui peut être apporté dans l'eau Par les déchets de cyanure rejeté près de nappes d'eau, et parfois à l'origine criminelle. (BOUNAIL et KEHILA; 1997). En plus la liste des contaminants chimiques de l'eau est longue, ils sont presque tous dangereux pour la santé humaine et pour l'environnement. De ce fait, une eau de bonne qualité ne doit pas contenir de contaminant toxique. Il a été signalé que la contamination chimique ainsi que la contamination micro biologique des eaux de surface sont plus fréquentes que la contamination des eaux souterraines. (JOFFIN; 2001)

Le recours aux antiseptiques pour le traitement des eaux de consommation peut être parfois à l'origine d'une contamination chimique ( ETIENNE; 1993).

## **II-5- Toxicocinétique de plomb, des cyanures et des nitrates, Voies de pénétration et devenir dans l'organisme :**

Quelque soit la nature d'exposition de l'organisme à ces éléments toxiques la pénétration se fait soit par voie respiratoire, cutanée ou par voie digestive (OLIVIER; 1969).

Le plomb absorbé est véhiculé par le sang (les globules rouges). Plus de 90% se fixe sur les hématies sous forme non diffusible. Le plomb plasmatique (moins de 10%) comprend une fraction liée aux protéines et une diffusible qui se répartit dans l'organisme en trois secteurs: le secteur vasculaire et le secteur parenchymateux regroupant les organes-cibles, et le secteur profond osseux. (CONSO; 1991). Le plomb des deux premiers compartiments est facilement échangeable alors que le plomb fixé dans l'os est très peu mobile. Le plomb inactive divers systèmes enzymatiques par fixation sur les groupes SH ou par déplacement d'autre métaux. Au plan hématologique, le plomb agit au niveau des systèmes enzymatiques de la biosynthèse de l'hème. 80% du plomb absorbé sont éliminés par les urines, le reste s'éliminant par les fèces, les phanères (cheveux, ongles...) (ESKA; 1998).

Pour sa part, l'ion cyanure peut pénétrer dans l'organisme par inhalation, par voie percutanée ou par absorption. Pour les faibles concentrations, l'acide cyanhydrique est éliminé par voie pulmonaire, le reste est métabolisé par l'organisme (OLIVIER, 1969). Il se fixe dans le sang, les poumons et les centres nerveux. L'acide cyanhydrique détermine une asphyxie tissulaire par blocage respiratoire cellulaire malgré un apport d'oxygène plus que suffisant. Un blocage par les aldéhydes et en particulier les oses sous forme de nitrile-alcool. Par ingestion, une phase d'excitation avec saveur amère ou alcaline avec brûlures, suivie de vertiges et parfois de vomissements (OLIVIER, 1969).

Les nitrates sont aussi des substances toxiques après absorption orale, ils sont réduits partiellement dans l'organisme en nitrites. Leur action oxydante en fait des substances toxiques Méthémoglobinisants et hémolytiques. Les nitrates présentent également une action diurétique et parfois une difficulté respiratoire. (OLIVIER, 1969).

## **II - 6- Conséquences de la contamination de l'eau d'alimentation par les substances toxiques :**

Les conséquences de la contamination sont très dangereuses pour l'homme, on cite par exemple :

Le plomb a un effet sur les groupements thiols surtout au niveau du rein, au niveau digestif, l'intoxication par le plomb est objectivée par la formation d'un liseré bleu et occupant le bord des gencives ; il est constitué de sulfure de plomb fermé par l'action des composés soufrés de la salive sur le plomb éliminé dans cette sécrétion (BOUNAIL, et KEHILA; 1997).

Le plomb avec l'arsenic, est l'un des poisons le plus anciennement connus. D'ailleurs, l'intoxication chronique par le plomb ou « saturnisme » a été la première maladie professionnelle officiellement reconnue en France (toxicité des métaux).

• Nous pouvons constater les effets dominants :

Pour le groupe plomb, mercure, manganèse, bismuth, aluminium sur le cerveau. Pour le groupe mercure, cadmium, uranium – sur le rein modèles Précédents d'intoxication métallique chronique. (ETIENNE; 1993).

Parmi les dérivés de cyanures les plus dangereux, on cite le cyanure de mercure ; sous forme de sel, il est rapidement absorbé. Et comme la plupart des métaux lourds, le mercure peut provoquer des lésions rénales localisées spécifiquement au niveau des tubules entraînant ainsi une urémie. (MUSSINI; 1978)

L'action toxique des dérivés du « cyanure » porte sur la respiration cellulaire. Elle est inhibée par blocage des enzymes ferrugineuses en particulier la cytochrome oxydase entraînant ainsi une mauvaise utilisation de l'oxygène au niveau des tissus (BOUNAIL et KEHILA, 1997).

La toxicité du cyanure se manifeste par sa grande affinité pour l'hémoglobine. Cette action ressemble à celle de l'oxyde de carbone.

En effet, il a été montré la possibilité de liaison de coordination entre l'atome de fer de l'hème et celui du CO ou du CN ; (ETIENNE; 1993).

Par ailleurs, le nitrate, le cyanure, l'arsenic... sont responsables d'intoxications aiguës, ou chroniques graves. (BOUNAIL et KEHILA, 1997).

Les dérivés azotés sont de vrais poisons du sang, les nitrites comme les nitrates sont des méthémoglobinisants. En plus de nitrites et nitrates le chrome et le chlore sont aussi méthémoglobinisants.

Il a été montré que l'intoxication chronique par le chrome (surtout les chromates) se traduit par des lésions cutanées, nasales et gastriques ainsi qu'une action cancérogène.

Le chlore est un hématinisateur par dédoublement de l'hémoglobine en globine + hème et formation de chlorhydrate d'hématine. En plus le fluor peut être responsable d'intoxications chroniques (fluorose) sérieuses chez les sujets consommant une eau de boisson riche en fluor ( $[F] > 2 \text{ mg/l}$ ).

Tous les métaux capables de liaisons ioniques associées à des liaisons de coordination peuvent se fixer sur des sites cellulaires, modifier des macromolécules en les rendant antigéniques, entrer en rotation avec le DNA (selon les cas réaction simple extérieure à l'hélice, en les hélices entre les tours de l'hélice, entre macromolécules (histones ou autre) et DNA par exemple : le cisplatine ammoniacal. (ETIENNE 1993).

### **III- MATERIEL ET METHODES :**

#### **III-1- Matériel :**

##### **III-1-1- Rappel sur la localisation des sources d'alimentation de la ville de Jijel :**

La ville de Jijel est alimentée par les eaux provenant des nappes alluviales des oueds Nil, Djendjen et Mencha (BOUANIL et KEHILA 1997). Ces cours d'eau siègent de transport d'éléments de diverses natures verront leurs paramètres physico-chimiques fortement influencés par la nature géologique des terrains drainés.

L'étude géologique a montré que les bassins du Nil et de Djendjen sont composés de roches métamorphiques et éclatés (BOUANIL et KEHILA 1997). Les marnes et les argiles continentales prédominent au niveau du bassin de Mencha (Boulassel 1986). Le socle de la nappe côtière est cristallin.

( Boulassel 1986). La ville de Jijel doit à sa position, un climat de type méditerranéen et maritime. Elle est humide et bien arrosée.

##### **III-1-2- Nature de l'environnement agricole et industriel des sources d'eau :**

Les robinets comme les réservoirs concernés par l'étude sont alimentés par (Nil, djendjen, et Mencha ) qui sont des régions à vocation agricole. Elle reçoivent les déchets Domestiques des agglomérations de Taher et de Chekfa (BOUANIL et KEHILA 1997). L'autre source de contamination des sources d'eau peut être apportée par les déchets de la centrale thermique ainsi et surtout par les engrais fertilisants utilisés par les agricultures.

##### **III-3- Prélèvement et conservation des échantillons :**

Le contrôle a été réalisé au laboratoire de l'université durant la période allant du 15 au 30 Mai 2002. Deux prélèvements ont été effectués à 15 jours d'intervalle au niveau des :

- robinets de Ouled Aissa et Centre ville
- Réservoir de la zone III et de la crête

##### **Prélèvement des échantillons**

L'eau est prélevée dans des flacons en verre de 500 ml préalablement rincés puis stérilisés dans l'étuve à température  $>$  à  $100^{\circ}\text{C}$ , au moment du prélèvement les flacons seront de nouveau rincé trois (03) fois avec de l'eau

analyser, puis sont remplis jusqu'au bord, une fois l'eau coule pendant 05 minutes, ensuite les flacons sont remplis (RODIER. J; 1971).

### **B - Transport des échantillons :**

L'eau à analyser est prélevée directement au niveau des robinets ou des réservoirs de la ville de Jijel.

Aussitôt, remplis puis fermés, les flacons sont transportés jusqu'au laboratoire de l'université.

### **C- Conservation des échantillons :**

Généralement les mauvaises conditions de conservation peuvent provoquer une contamination d'origine, par contre une conservation à 4°C sera sans effet sur les analyses chimiques sauf si la température est plus élevée qui peut influencer sur les contenants de l'échantillon et surtout les cyanures qui sont volatile. D'abord une bonne (meilleure) conservation assure des résultats précis.

## **III - 2 – Méthodes**

L'analyse toxicologique consiste à rechercher la présence dans l'eau des cyanures et à doser le plomb et les nitrates. Elle est complétée par des déterminations physico-chimiques du TA, TAC du PH et de la température.

### **III-2-1- Analyse toxicologique :**

#### **III-2-1-1- Dosage du Plomb :**

Après minéralisation de l'eau à analyser, le plomb est titré par complexométrie à la dithizone qui donne avec un certain nombre d'ions métalliques Pb, Cu, Zn, Cd...etc. des complexes très colorés. La spécificité est satisfaisante à condition d'opérer sous les trois impératifs suivants.

1°) Présence des cyanures qui assimile les métaux complexables par cet ion (le plomb ne l'est pas)

2°) Milieu tamponné entre pH 9 et 11.5 car ce pH seul, le complexe est stable et coloré en rouge.

3°) Présence ce citrate qui empêche la précipitation des hydroxydes de Plomb floculé par l'ammoniaque.

La minéralisation est réalisée par l'addition de 1 ml du mélange minéralisant ( $H_2SO_4 + HNO_3$ ) et de 5 ml d'eau à analyser qu'on laisse macérer à froid pendant 1 heure.

Le dosage du plomb est effectué par volumétrie. Deux béchers(un dosage et un témoin) sont placés côte à côte et dans lesquels on verse successivement :

- **Bécher de dosage :**

1 ml de minéralisat – 1 ml de citrate d'ammonium 30% - 2 ml des cyanures 2% d'ammonique 100%

• **Bécher témoin :**

1 ml de mélange minéralisant ( $H_2SO_4 + HNO_3$ ) , 1 ml de citrate d'ammonium 30%, l'ammoniaque 100%-2 ml de cyanures 2 %

**a- Dans le bécher de dosage**

On introduit à la burette, la solution fille de dithizone 1/40<sup>e</sup> par fraction de 0.5 ml jusqu'à ce que la coloration de la couche chloroformique soit intermédiaire entre le violet et lilas. On note alors le volume V de solution fille de dithizone

**b- Dans le bécher témoin :**

On verse un volume de la solution fille de dithizone identique à celui ajouter dans bécher de dosage. Après agitation et décantation, la coloration de la couche chloroformique doit être d'un vert franc.

Le dosage consiste à ajouter à l'aide d'une burette une solution fille de plomb à 2  $\mu g/ml$  pour observer une coloration violet-lilas de la couche chloroformique identique à celle de dosage.

La concentration de plomb est calculée à partir de la chute de la burette sachant 1 ml de cette dernière correspond à 2  $\mu g$  de plomb/ 1 ml d'eau analysée.

**III-2-1-2- Recherche de cyanures :**

Les cyanures sont des substances volatiles très toxiques, ils sont recherchés dans le distillat de l'eau analysée. Ainsi 100 ml d'eau sont distillées à l'aide d'un distillateur (ballon + colonne réfrigérante) pendant 10 minutes.

Sur le distillat nous avons effectué la réaction de Guiguard (OLIVIER 1969) 1ml de distillat est additionné de 10 gouttes de carbonate de sodium 2N et de 1 ml d'acide picrique 1%. Après chauffage au bec bunsen une couleur rouge intense apparaît en présence de cyanures.

L'intensité de la réaction de chaque échantillon est comparée à une gamme étalon de cyanures préparé dans les conditions allant de 1  $\mu g/l$  à 5  $\mu g/l$ . La solution mère de cyanures est de 2  $\mu g/l$  ( 2 mg KCN dans 100 ml d'eau distillée ).

**III-2-1-3- Dosage des nitrates :**

Les nitrates en présence de composés phénols et l'acide sulfurique se transforment en dérivés nitrés du phénol et donnent en milieu alcalin une coloration jaune susceptible d'un dosage colorimétrique ( RODIER Jy 1971 ).

Dans un tube à essai 10 ml d'eau à analyser sont évaporés à sec à l'étuve, après refroidissement 1 ml de réactif sulfophénique est additionné. Le mélange est trituré à l'aide d'une baguette en verre puis laissé en contact pendant 15 minutes. Ensuite 5 ml d'eau distillée et 10 ml d'ammoniaque diluée au 1/2 sont

ajoutés au mélange. La lecture de la densité optique de chaque échantillon est effectuée au spectrophotomètre à 440 nm.

Selon le tableau, une courbe étalon est préparée dans les mêmes conditions que l'échantillon et la concentration en nitrate de l'eau exprimée en mg/l est déterminée directement de ce dernier.

### Dosage des Nitrates

**Tableau I** GAMME ETALON DES NITRATES

Tubes	T	I	II	III	IV	V
Solution fille étalon de Nitrate 0.1 g/l... ( ml )	0	1	5	10	15	20
Evaporation à sec à l'étuve à 100 °C						
Réactif sulfophénique.....( ml )	1	1	1	1	1	1
Repos 15 minutes						
Eau distillée	5	5	5	5	5	5
Ammoniaque dilué ½ .....( ml )	10	10	10	10	10	10
[ NO <sub>3</sub> ].....mg/l	0	0.1	0.5	1.00	1.50	2.00

### III-2-2- Analyse physico-chimique :

#### III-2-2-1- Température :

La mesure de la température est effectuée sur place au moment du prélèvement à l'aide d'un thermomètre. La lecture est faite par une immersion de dix (10) minutes dans le flacon d'eau.

#### III-2-2-2- Le PH :

La mesure est effectuée à l'aide d'un PH-mètre dès l'arrivée au laboratoire après ajustage de l'appareil par les solutions tampons aux PH 4, 7 et 9.

#### III-2-2-3- Détermination de l'alcalinité :

Les valeurs relatives du titre alcali métrique (TA) et du titre alcali-métrique complet (TAC) permettent de connaître les doses d'hydroxyde de carbonates ou de bicarbonates alcalins ou alcalino-terreux contenus dans l'eau (RODIER, 1971). L'alcalinité se mesure à l'aide d'une solution titrée acide en présence de l'indicateur coloré, phénol phtaléine (pour le TA) et le méthyle orange (pour le TAC). En effet si nous tenons un acide fort H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ou HCL, une eau de PH élevé, nous obtenons une courbe de neutralisation présentant 2 points de neutralisation. Correspondante l'une au virage de méthyle orange et l'autre au virage de phénol phtaléine à chacun de ces virage correspondant un titre alcali métrique (DEGREMMENT, 1966).

### Mesure du TA (Titre alcali métrique)

C'est le premier point de neutralisation par la phénol phtaléine, qui est une mesure de la teneur en alcalis libres, la chaux et carbonates dans l'eau (RODIER, 1971).

#### Mode Opérateur

On verse 2 gouttes de phénol phtaléine à 1% dans 100 ml d'eau à analyser

- Si la solution est incolore : TA=0
- Si la solution prend la couleur rose TA>0, et dans ce cas on ajoute à l'aide d'une burette de l'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (N/10) jusqu'à décoloration complète de la solution.

Le titre alcali métrique est déterminé selon la relation

$$\text{TA} = n^{\circ}\text{F} \text{ (degré Français)}$$

n : nombre de ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> additionnée

1° F : correspond à 10 mg de CaCO<sub>3</sub>/litre

### Mesure du titre alcali métrique complet (TAC)

Le titre alcali métrique complet est le deuxième point de neutralisation pour le méthyle orange, sa détermination est la mesure de la teneur en alcalis libres, carbonates et bicarbonates (RODIER, 1971).

#### Mode Opérateur

100 ml d'eau à analyser sont ajoutés 2 gouttes de méthyle orange, une couleur jaune développe le titrage est réalisé par addition d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (N/10) jusqu'au virage du jaune ou jaune orange.

Le titre alcali métrique complet est déterminé selon la relation suivante :

$$\text{TAC} = n^{\circ}\text{F}$$

n : nombre de ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> additionné

## IV – RESULTATS

Notre contribution à l'étude de l'évaluation toxicologique de l'eau de la ville de Jijel nous a permis de faire deux types d'analyses : toxicologique et physico-chimique.

Les résultats de deux prélèvements successifs effectués à deux semaines d'intervalle sont enseignés soit dans des tableaux, soit reproduits sous forme de courbes ou d'histogrammes.

Remarque : On note que (R1, RV1) est (Robinet, Réservoir) de ouled aissa  
(R2, RV2) est ( Robinet, Réservoir) de la crête (Ville)

### IV-Variation des concentrations de plomb dans l'eau de Jijel :

#### IV-1-1- Dans l'eau de robinet :

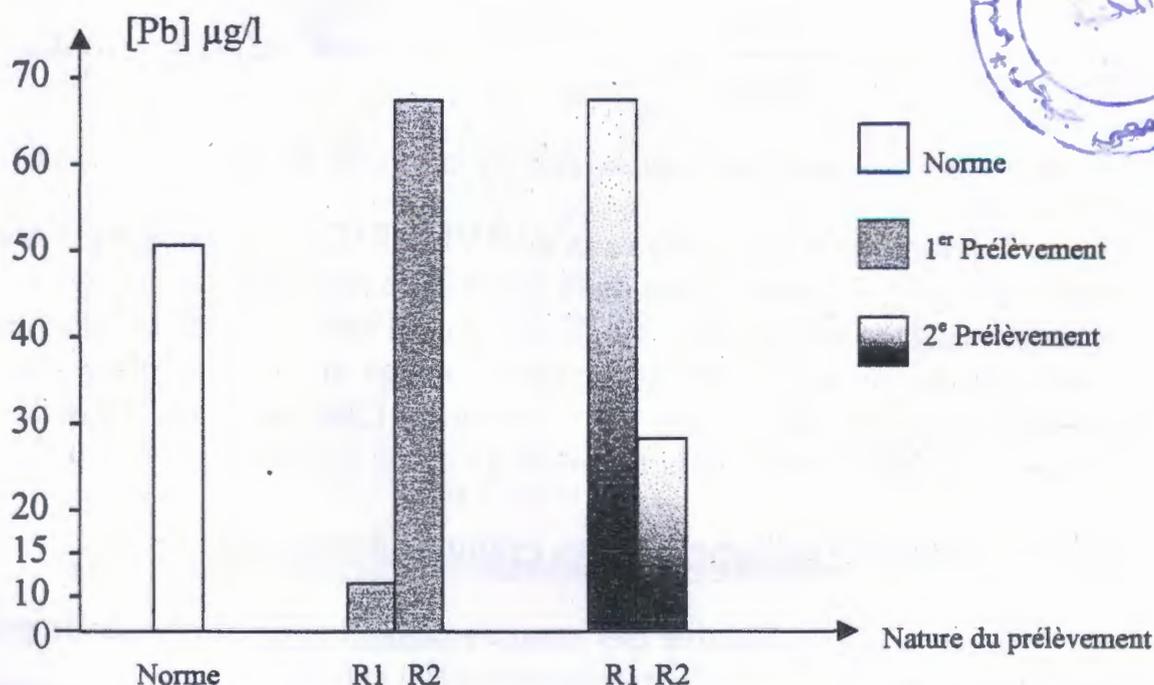


Fig 2 : Taux de plomb dans l'eau de robinet de la ville de Jijel

La moyenne de deux types de prélèvements montre une valeur de concentration du plomb qui atteint une limite inférieure ou égale à la limite admise par les normes internationales qui est de 50 µg/l

La concentration du plomb est augmenté dans le robinet n°2 du premier prélèvement et le robinet n°1 du deuxième prélèvement et atteint une limite supérieure 70 µg/l à celle du robinet n°1 du premier prélèvement et le robinet n°2 du deuxième prélèvement qui se situe entre 15 µg/l et 30 µg/l.

#### IV-1-2- Dans l'eau des réservoirs :

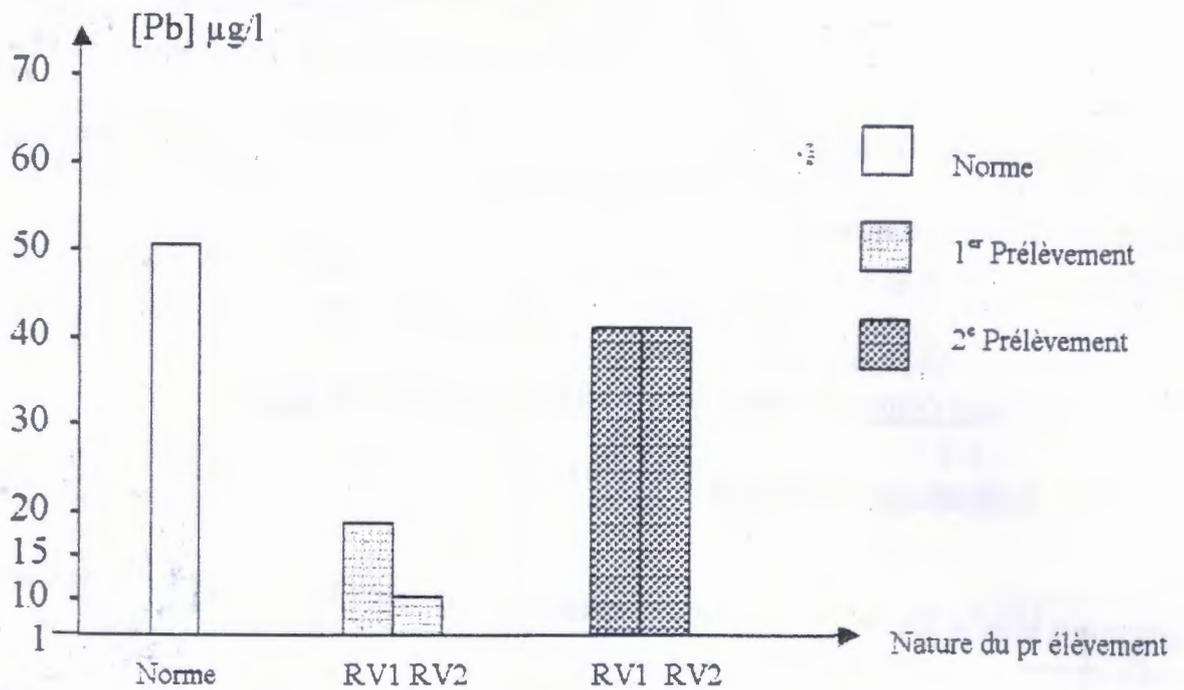


Fig 2 : Taux de plomb dans l'eau de réservoir de la ville de Jijel

La concentration plombique des eaux de RV1 et RV2 du deuxième prélèvement est la même ( 40 µg/l ). Elle est proche de la limite fixée par l'OMS ( 50 µg/l ).

On note que la concentration du plomb dans l'eau de réservoir n'est pas la même que celle du robinet et n'est pas la même si on compare les deux prélèvements des réservoirs durant deux semaines. Elles se situent entre 10 et 40 µg/l et n'atteignent pas la limite supérieure de 50 µg..

#### IV-2- Résultats de la recherche des cyanures dans l'eau :

La recherche qualitative des cyanures dans l'eau est objectivée par leur présence ou leurs absence comme le montre le tableau suivant :

**Tableau 2 :** Les cyanures dans l'eau de consommation de la Ville de Jijel

Types de Prélèvements	1er Prélèvement				2e Prélèvement			
	C	E	E		R1	R2	RV1	RV2
CN- µg/l	50 µg/l				Absence		Absence	

R : Robinet

RV : Réservoir

Même si les différents organismes internationaux ( CEE, OMS ) et nationaux fixent les normes de cyanures dans l'eau à 50 µg/l, on enregistre leur absence totale dans les eaux de robinets et de réservoirs alimentant la population de Jijel.

### IV-3 – Evaluation des taux de nitrates dans l'eau de Jijel :

La concentration des eaux par les nitrates pour les robinets et les réservoirs au cours de deux prélèvements varie entre 1.8 mg/l et 3.66 mg/l ( Fig 3). Ces résultats montrent une faible contamination des eaux de Jijel par les nitrates. En effet, la norme nationale et internationale admet un taux de 50 mg/l de nitrates dans l'eau potable.

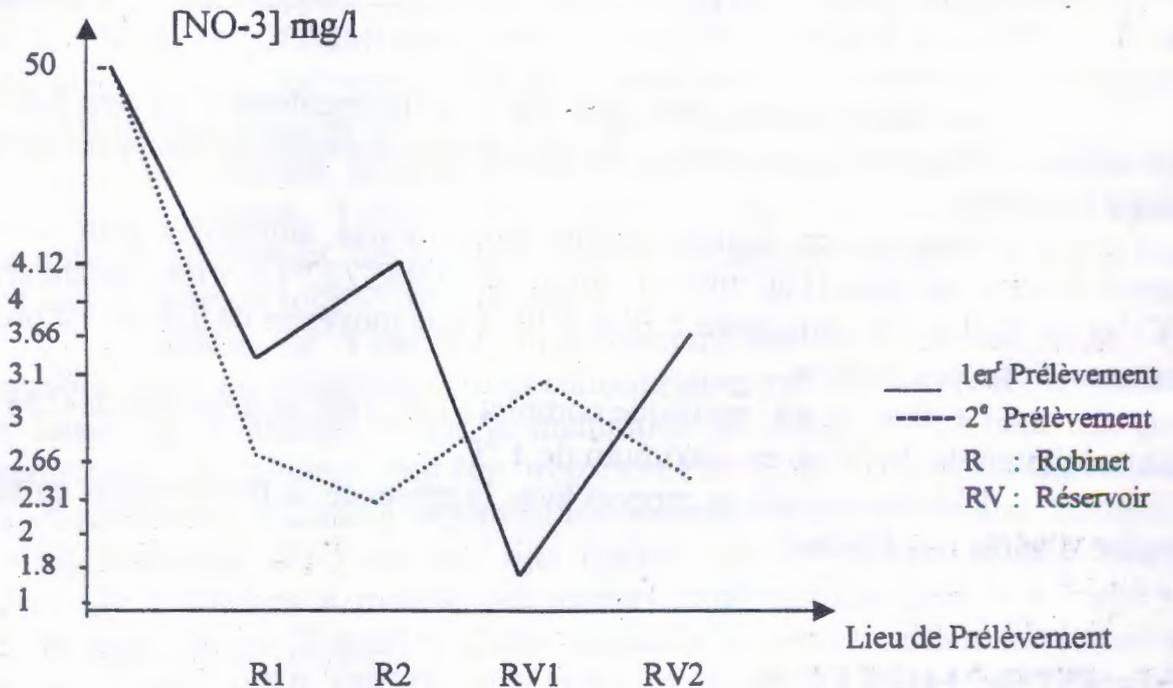


Fig 4 : Evaluation du taux de nitrates dans l'eau de robinet et de réservoir de la Ville de Jijel

### IV-4 – Les caractères physico-chimiques de l'eau de Jijel :

#### IV-4-1- Les eaux de robinets

Tableau3 : Paramètres physico-chimiques de l'eau de robinet de la ville de Jijel

		T°C	PH	TA °F	TAC °F
1 <sup>er</sup> Prélèvement	R1	20	7.57	0	0.30
	R2	20	6.30	0	0.20
2 <sup>e</sup> Prélèvement	R1	24	7.51	0	0.13
	R2	24	7.45	0	0.15

#### IV-4-2- Les eaux de réservoirs

Tableau 4: *Les Paramètres physico-chimiques de l'eau de réservoirs de la ville de Jijel*

		T°C	PH	TA °F	TAC °F
1 <sup>er</sup> Prélèvement	RV1	19.5	7.90	0	0.20
	RV2	20	7.12	0	01
2 <sup>e</sup> Prélèvement	RV1	21	7.10	0	0.1
	RV2	19	7.12	0	01

Les températures sont des mesures momentanées et sont fonction de variations climatiques. Les écarts de température enregistrés atteignent parfois 4°C durant 15 jours.

Nous notons également des températures ambiantes pour la saison assez élevées par rapport au niveau guide de l'OMS (12°C). Elles varient entre 19.°C et 24 °C. Le PH varie entre 7.10 et 7.90 d'une moyenne de 7.5 qui est proche de normes d'une eau potable.

Le titre alcali métrique complet (TAC) est en moyenne de 0.38 °F avec un minimum de 0.1 °F et un maximum de 1 °F.

L'alcalinité est en rapport avec la présence de bicarbonates qu'elles sont nulles d'après nos résultats.

## **V- DISCUSSION**

Les principales sources de contamination chimique des eaux sont les pesticides par l'utilisation des engrais chimiques, sans oublier de citer les hydrocarbures et les rejets domestiques. Aussi, la présence dans l'eau de boisson de plomb qui est nocive non seulement sur l'environnement mais et surtout sur le consommateur. Ces deux éléments soulignent l'importance du contrôle toxicologique des eaux d'alimentation. C'est dans ce cadre toxicologique que s'inscrit notre étude consacrée à l'analyse de l'eau d'alimentation de la ville de Jijel.

Nos résultats, sur le plan toxicologique et chimique montrent une eau peu altérée. Un élément toxique : le plomb est présent à des concentrations dans les limites admissibles, et qui dépassent parfois les limites, comme l'eau de robinet de la ville durant le premier prélèvement

([Pb]= 70 µg/l).

La contamination de l'eau d'origine industrielle est à écarter dans notre étude parce que l'activité industrielle est faible dans les alentours des plaines alluviales des zones où se trouvent les sources d'eau ( Nil, djendjen, et Mencha).

La présence anormale d'une concentration élevée du plomb dans l'eau de consommation peut avoir des graves conséquences sanitaires sur le consommateur. Pour le plomb les effets sur les tissus sanguins et rénaux sont bien connus (ESKA 1998).

Les manifestations rénales sont caractérisées par nécroses cellulaires secondaires à l'action du plomb sur les groupements thiols (cystéine, glutathion...) (CONSO; 1991).

A long terme le plomb se concentre dans la moelle osseuse et le foie. Cette intoxication chronique (Saturnisme) est également à l'origine d'anémies graves avec souvent des altérations morphologiques profondes des globules rouges (FABRE et TRUHAUT ; 1971).

Quelle est la source de contamination par le plomb ? en l'absence d'industrie Métallurgique dans les régions d'étude nous laisse admettre l'hypothèse d'un apport atmosphérique. Cet apport évoqué par plusieurs auteurs (MOOR; 1970) et (COMMONER; 1971) peut être favorisé par certains facteurs climatiques, comme les vents, les pluies... sans oublier l'apport du plomb venant de la combustion des essences des véhicules riche en plomb tétraéthyl. <sup>Faible</sup>

Les résultats de notre étude montrent également une contamination de l'eau par les nitrates, l'utilisation des produits chimiques en agriculture a permis d'accroître le rendement des cultures. Cependant, les conséquences de leur présence dans l'eau de boisson sont souvent fatales

L'analyse de l'eau de Jijel, montre une présence des nitrates pour l'ensemble des Prélèvements même en concentration pas trop élevée et surtout durant cette saison de printemps (avant la maturation des cultures). On peut dire que la concentration des nitrates peut être trop élevée au cours de la saison agricole d'où cette concentration dépassent largement les concentrations maximales admissibles. En effet, l'analyse de l'eau de Jijel réalisé par BOUNAIL et KEHILA; 1997 pendant le printemps a montré des teneurs en nitrates plus élevés ( 4.2 mg/l ) que celle de notre étude ( 3 mg/l ). Cette concentration est en parfaite corrélation avec celle de COMMONER (1971), ce dernier a remarqué que les teneurs maximales en nitrates s'observent après la période de crûes. On peut dire que les nitrates apparaissent bien comme un paramètre de pollution responsable de la dégradation de la qualité de l'eau. Pour les cyanures, l'absence totalement de ces substances extrêmement

toxique, dans les eaux de Jijel nous a permis de juger l'absence d'une source de contamination par les cyanures.

Nos résultats montrent une modification des températures. Ces dernières peuvent être due à un changement de la météo parce que les services de protection de l'environnement de divers pays et la FAO fixent à 15 °C la température de l'eau Pour le PH, on enregistre un PH=7.5 qui est en norme admissible de 7.6 pour l'eau potable (RODIER; 1971). Ce dernier est en rapport avec l'alcalinité, donc un PH neutre nous donne une TA nul ( nos résultats) qui expliquent l'absence de bicarbonates dans l'eau de la ville de Jijel, de même un TAC varie entre 0.1 °F et 1 °F est généralement acceptable.

## **VI - CONCLUSION**

Notre étude consacrée à la recherche des cyanures, des nitrates et du plomb dans l'eau d'alimentation de la ville de Jijel, nous a permis de constater que la contamination par les éléments toxiques (plomb, nitrates) n'est certainement pas d'origine industrielle mais serait due à la diffusion des substances agricoles dans le sol et transportées vers les sources d'eau, ou par contact de vieilles tuyauteries en plomb affectant ainsi la qualité de l'eau de boisson.

De plus, cette contamination peut constituer un sérieux problème de santé publique, on serait alors en droit d'interpeller les responsables de la prévention d'hygiène et les pouvoirs publics par la mise en œuvre d'un plan visant à protéger le consommateur.

## ANNEXE

*à la fin du mémoire*

### Préparation des réactifs

#### • Solution de dithizone

##### o Solution mère de dithizone

- Dithizone ..... 0.05 g
- Tétrachlorure de carbone (CCl<sub>4</sub>)..... 100 ml

#### • Solution fille 1/40

- Solution mère de dithizone..... 1 ml
- Chloroforme..... 39 ml

#### • Solution de phénol phtaléine à 5%

- Phénol phtaléine ..... 5 g
- Alcool à 90 ° ..... 100 ml

#### • Solution mère étalon de nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) à 1 g/l

- Nitrate de potassium..... 163 mg
- Ou
- Nitrate de sodium..... 137.13 mg
- Eau distillée ..... QSP 1000 ml

#### • Solution fille étalon de (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) à 0.1 g/l

- Solution mère étalon à 1 g/l..... 10 ml
- Eau distillée ..... QSP 100 ml

#### • Réactif sulfophénique

- Phénol ..... 12 g
- Acide sulfurique pur ..... 78.65 ml

Le mélange est porté pendant 2 heures au bain-marie bouillant.

#### • Solution du plomb 100 µg/ml

- nitrate de plomb ( NO<sub>3</sub> )<sub>2</sub> Pb ..... 80 µg
- acide nitrique ( HNO<sub>3</sub> )..... 25 ml
- eau distillée ..... jusqu'à 500ml

#### • solution fille du plomb 2µg/l

- solution mère du plomb..... 1ml
- eau distillée..... 49ml

#### • solution cyanure 2%

- cyanure de potassium ( KCN )..... 2g
- eau distillée..... 100ml

#### • citrate d'ammonium 30%

- citrate d'ammonium..... 30 g
- eau distillée..... 100ml

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] BOUNAIL et KEHILA ; 1997 - Analyse toxicologique et Chimique de l'eau d'alimentation de la ville de Jijel. (Mémoire d'ingénieur en chimie) C.U de Jijel.
- [2] CHERITIS et MIMOUN.Y; 1995 - Existe t-il une relation entre la lithiase rénale et la qualité de l'eau de la ville de Jijel ? Mémoire D.E.S. Biochimie U.Constantine.
- [3] COSNO F; 1991- Intoxication par le plomb physiopathologie, épidémiologie, diagnostic Rev. part., 41, 1509 - 1512.
- [4] DEGUMENT ; 1989 - memento technique de l'eau : ed. degrement Paris Tome I-
- [5] DEGUMENT; 1989- memento technique de l'eau : ed. degrement Paris -Tome II.
- [6] H.R. OLIVIER ; 1969 - traite de biologie appliquee - tome ii édition masson (Paris).
- [7] BENEDICTE .R; 1971- Hygiène Alimentaire Ed Nathan (paris).
- [8. RODIER . J; 1971- l'analyse chimique et physicochimique de l'eau - Ed. dunod.(paris).
- [9].CORDONNIER.J - BARBIER J.P; 1994 limitation du plomb dans les eaux.
- [10] LEVESQUE.L; 1976- Les micropolluants minéraux dans les eaux superficielles continentales. Rapport n°3. le plomb - l'étain.
- [11]: JOFFIN J.N; 2001- Microbiologie Alimentaire . 5<sup>e</sup> Edition
- [12] OUALI . M-S; 2001 - cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux (OPU alger).
- [13.FABRE] R, et TRUHAUT R; 1971 -Précis toxicologie Tome III.
- [14] DESJARDINS. R le traitement des eaux 2<sup>e</sup> Edition. Masson (paris).
- [15] TESTUD . F - Pathologie toxique en milieu de travail - Paris ESKA LAC ASSANAGNE; 1998 - 2<sup>e</sup> Edition 447 P : métaux 4<sup>e</sup> Partie : P 159 - 178.
- [16] ETIENNE. F; 1993 - toxicologie Ed :ellipses (paris).
- [17] VAILANT.J.R; 1973 - protection de la qualité des eaux et maitrise de la pollution contrôle de déversement des eaux polluées.
- [18] BOUDENE . CL - toxicité des métaux .

## Summary :

The control of water's quality as it is carried out by the Algerian labs remains insufficient. Added to that some microbiological and physico-chemical controls which are also accomplished and completed by toxicological analyses. That's why we are interested in searching for certain substances in drinking water in the town of Jijel such as : lead, cyanide and nitrate.

Our toxicological analysis is made on the water of stoges (reservoirs) and of taps, so two samplings are spaced out of 15 days.

Our study allowed us to determine the nature and the importance of the chemical contamination of the water of Jijel.

This study is important because we know that these contaminations : lead, cyanide and nitrate can be harmful in water contamination as normally. If the lead concentration is proportional with lead ore or with certain industrial metallurgicals in some industrial countries, our study proved that the contamination source is due to the contact of the old piping lead or by lead used as a supplement in gas cars.

For the nitrates, the concentrations are nearly acceptable, even that cyanides are recorded absent. That makes us feel reassured and cheer the consumer.

**Key words:** Intoxication, lead, nitrate, cyanide, drinkable water

## Abréviation :

O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé.

C.E.E : Communauté Economique Européenne.

F.D.A : Food Drug Administration.

O.C.D.E : Organisation Communautaire Des pays de L'Est.

<b>Réaliser par</b> Boughlout Toufik	<b>Thème :</b> recherche du plomb, des nitrates	<b>Soutenance:</b> juin 2002
Boulkhmaïr Sofiane	des cyanures dans l'eau	
Abboud Samir	d'alimentation de la ville de Jijel	

### Résumé :

Le contrôle de la qualité de l'eau tel qu'il est effectué dans les laboratoires algériens reste insuffisant. En plus des contrôles microbiologiques et physico-chimiques effectués, il doit être complété par des analyses toxicologiques. C'est alors que nous nous sommes intéressés à la recherche de certaines substances dans l'eau de boisson de la ville de Jijel telles que le plomb, les cyanures, et les nitrates.

Notre analyse toxicologique a porté sur les eaux des réservoirs et des robinets.

2 prélèvements espacés de 15 jours ont été ainsi effectués.

Notre étude nous a permis de déterminer la nature et l'importance de la contamination chimique des eaux de la ville de Jijel. Cette étude est capitale puisqu'on sait que les contaminants Plomb, nitrates, et cyanures peuvent être nocifs à des concentrations aussi faibles que les normes.

Si la contamination par le plomb est en rapport avec les minerais de plomb ou certaines industries métallurgiques dans certains pays industrialisés, notre étude que la source de contamination est due au contact de vieilles tuyauteries en plomb, ou par le plomb utilisé comme additifs des essences des automobiles. Pour le nitrate, les concentrations sont presque acceptables suivant les normes, de même que pour les cyanures qu'on enregistre leur absence. Ceci nous rassure et rassure le consommateur.

**Les mots clés :** Intoxication, plomb, nitrate, cyanure, eau potable

الملف من:

إن مراقبة جودة المياه التي تتم على مستوى المخابر الجزائرية تبقى غير كافية. بالإضافة إلى المراقبة الميكروبيولوجية و الفيزيوكيميائية المجراة لا بد أن تدعم بمراقبة تسممية، و لهذا كان اهتمامنا بالبحث عن بعض المواد السامة في ماء الشرب لمدينة جيجل، كالرصاص، و السيانور. إن التحاليل التسممية التي أجريناها كانت على ماء الحنفية و ماء الخزان، حيث قمنا بأخذ عينتين بين الأولى و الثانية 15 يوما. سمح لنا هذا العمل بمعرفة طبيعة و أهمية التلوث الكيميائي (الرصاص، النترات، و السيانور) يمكن أن تكون مؤدية بتراكيز ضعيفة.

إذا كان التلوث بالرصاص في البلدان المصنعة له علاقة بالملوثات الصناعية فإن عملنا هذا أثبت أن مصدر التلوث بهذا المعين يعود إلى قدم شبكة نقل المياه المصنوعة من الرصاص أو بواسطة الرصاص المضاف لبنزين المركبات. أما بالنسبة للنترات فتراكيزه مقبولة حسب المقاييس العالمية كما سجلنا غياب مادة السيانور، الشيء الذي يريحنا ويطمئن المستهلك.

كلمات المفاتيح : تسمم، رصاص، سيانور، نترات، ماء صالح للشرب