

Pollution des eaux de la nappe alluvionnaire d'El-Milia (Nord-Est algérien) par des éléments chromeux et composés azotés d'origine industrielle

BOURZAMA Abdelhafid

Laboratoire de géologie et environnement, Département des sciences de la terre, Faculté des sciences de la terre et de l'aménagement du territoire, Université Frères Mentouri Constantine 1

Reçu le 28/12/2016 – Accepté le 07/04/2017

Résumé

Le présent cas de pollution des eaux souterraines intéresse essentiellement les pollutions organiques dues au traitement industriel des peaux animales dans un cadre géomorphologique fermé et un bassin versant encaissant géologiquement et hydrogéologiquement étanche.

Mots clés: Pollution, chrome, composés azotés, nappe alluviale, milieu poreux.

Abstract

The present case of underground waters pollution interests primarily organic pollution due the industrial treatment of the animal skins within a closed geomorphological framework, and a waterproof geologically and hydrogeologically catchment area.

Keywords: Pollution, chromium, nitrogen composed, alluvial tablecloth.

ملخص.

هذا النموذج يعرض تلوث المياه الباطنية خصيصا التلوث العضوي من جراء المعالجة الصناعية للجلود الحيوانية في وسط جيومورفولوجي مغلق إلى جانب حوض سيلان المياه السطحية ذا مكونات جيولوجية كتيمة لا يسمح بالنفوذ.

الكلمات المفتاحية: التلوث ، الكروم ، المركبات النتروجينية ، الماء الباطنية السهلية ، الوسط المسامي .

Présentation géologique et hydrogéologique du milieu

La nappe alluviale de l'oued El-kébir aval , se situe à 10 Km de la mer avec une altitude moyenne de 35 m tout en étant ceinturé par les reliefs de nature variée (socle kabyle , dômes granitiques , couverture sédimentaire .) l'oued El-kébir , principal cours d' eau de la région sillonne ces reliefs, développe des terrasses alluviales avec des remplissages quaternaires , pour confluer avec oued bou-siaba à El-Milia et se détache par les gorges nord de la plaine alluviale pour se jeter dans la mer.

Cette plaine est influencée pour un microclimat très humide et tempéré appartenant au climat méditerranéen donnant lieu à un réseau hydrographique dendritique dense et encaissé. La géologie du milieu a montré un substratum

imperméable encaissant une vallée remplie de matériels détritiques quaternaires qui constituent un aquifère superficiel unique.

La carte piézométrique élaborée a montré l'existence d'un cône de dépression piézométrique qui s'expliquerait par l'existence d'une batterie de forages d'alimentation de la ville d'El-Milia constituant le champs de captage principal de la nappe.

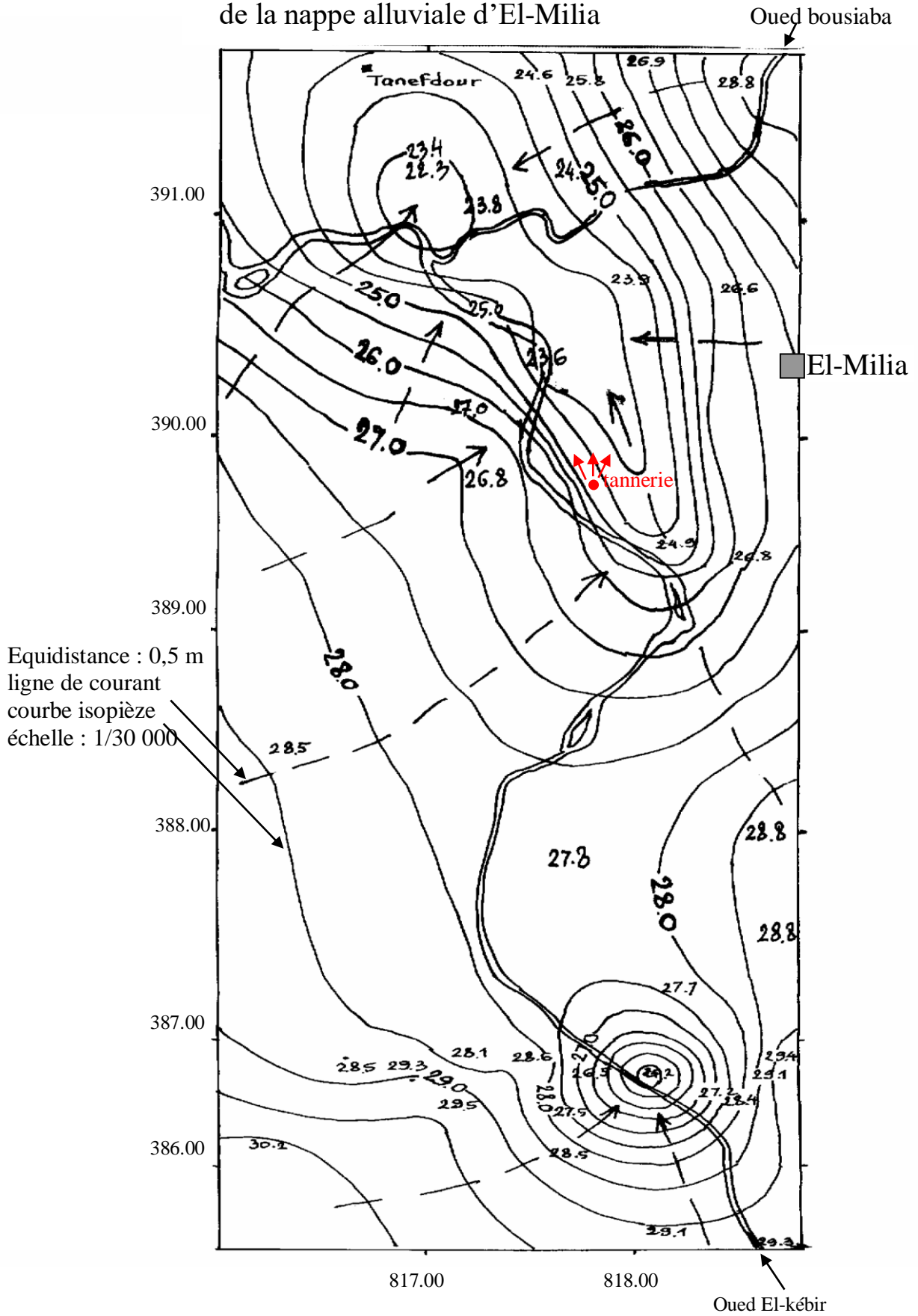
Les analyses chimiques de ces eaux ont montré une forte salinité qui va grandissante du sud vers le nord avec des valeurs élevées ponctuellement au sud où se localisent les rejets industriels d'une unité de production de céramique et d'une autre unité de traitement des peaux animales.

Les problèmes de la protection des eaux souterraines deviennent de plus en plus sérieux car d'un côté la consommation augmente avec la démographie et d'autre part sa pollution aussi progresse malgré la sensibilisation sur le caractère vital de l'eau consommable par l'homme.

Ces problèmes sont toujours considérés comme moins graves que la pollution des eaux superficielles. On explique cela par le fait que les eaux souterraines sont protégées naturellement par les formations géologiques (roches). On a tendance à penser aussi que cela assurerait la pureté des eaux d'autant plus que la pollution des eaux souterraines n'est pas tout de suite remarquable.

Très souvent il faut attendre beaucoup de temps pour s'apercevoir de ses effets. Au contraire la pollution des eaux superficielles est vite remarquée soit par le changement de la couleur de l'eau soit par la réaction des la faune et de la flore aquatique. Ce qu'il faudrait retenir et souligner est que la pollution des eaux souterraines est durable et même parfois regrettamment irréversible.

Carte piézométrique de la nappe alluviale d'El-Milia



12. La stratigraphie el-milienne

Les formations géologiques composant spécifiquement le sous-bassin versant étudié sont successivement comme suit :

121 principales formations en présence

a) le socle kabyle.

Les formations du socle kabyle à El-Milia constituent une unité charriée sur les terrains mésozoïques et cénozoïques par l'intermédiaire d'une zone broyée et minéralisée dont l'épaisseur dépasse 50 mètres et parfois ils sont séparés par des failles tardives subverticales. Ces formations correspondent à de vastes terrains métamorphiques. On note pour l'essentiel un ensemble de gneiss surmonté par des schistes « satinés » ou phyllades .

b) La dorsale kabyle (ou chaîne calcaire)

Elle vient en couverture méridionale du socle kabyle. Elle comporterait des formations depuis le permotrias jusqu'au Lutétien englobant les fractions:

Interne, médiane et externe.

c) Le domaine des flyschs .

De manière indifférenciée, les flyschs viennent en position suprakabyle.

* Le flysch maurétanien :

Il est très varié (série interne, médiane et externe) notons toutefois que l'aspect lithologique global est argilo gréseux à calcaires microbréchiques.

On y distingue un trias rouge gréseux et radiolaritique et un Jurassique calcaireux.

d) La série tellienne.

Elle est représentée par un faciès marneux à boules jaunes et marno-calcaire entre les différents dômes micro granitiques plus ou moins coalescents depuis le néocomien jusqu'au lutétien. Au lias, on distingue des dolomies dessus lesquelles reposent des calcaires à silex. Ils affleurent assez mal car leur nature favorise l'implantation des cultures . Le Malm, quant à lui offre des calcaires fins et des radiolarites.

e) Les séries stratigraphiques .

* L'oligo-miocène kabyle (L'OMK)

Il constitue la série de couverture transgressive et discordante du socle kabyle.

C'est une formation détritique comprenant à sa base un terme conglomératique discordant sur le socle kabyle, un terme médian sous forme de lithiques micacés et un troisième terme supérieur pélitique et siliceux à radiolaires et diatomées dites silexites

* Le nummulithique II

Il est baptisé ainsi , toutes les formations constituant la couverture stratigraphique de la chaîne calcaire et des flyschs maurétaniens et ce, jusqu'à l'oligocène supérieur essentiellement représenté par un flysch à micro brèches rousses calcaireux .

* Le numidien

Venant sur le flysch maurétanien, il débute par des argiles sous numidiennes de teinte rouge et pouvant aller jusqu'à 50 mètres d'épaisseur .

On a ensuite des grès grossiers, blancs jaunâtres et puis des argiles à intercalations de silexites.L'épaisseur de la série pourrait atteindre 400 m.

f) Les formations post-nappes.

1/ Le miocène marin : On en distingue deux types.

* Le premier cycle se compose de marnes grises et bleues, sables et marnes à débris argileux. La série est transgressive et discordante sur les structures précédentes . Ces marnes feraient 150 m .

* Le second cycle à dominante gréseuse est transgressif faisant jusqu'à 50mètres d'épaisseur .

2/ Le pliocène .

L'étage est représenté par des marnes .On les retrouve au niveau de l'oued Bou-siaba bien stratifiées à pendage parfois assez relevé, d'aspect fluviatile .

g) Les formations éruptives miocènes.

Les roches éruptives microgrenues recouvrent d'importantes surfaces.Elles constituent les compartiments éruptifs d'El-Milia.Ces formations recoupent et métamorphisent très légèrement les formations sédimentaires encaissantes. Ces intrusions microgrenues sont disposées morphologiquement en dômes de diamètre moyen de l'ordre du kilomètre.

A une échelle plus importante (photo aérienne), les massifs paraissent formés par la coalescence de tels dômes qui semblent se recouper par endroits.

Le affleurements au niveau d'El-Milia-ville (c'est à dire, les reliefs qui la ceignent) se présentent sous la forme de dômes micro granitiques quelque peu coalescents affichant un schéma général de massif éruptif débité en plusieurs buttes de nature donc micro granitique et d'âge miocène entre lesquelles on retrouve par endroits des lambeaux de terrains sédimentaires occupant une position élevée structurellement du moment qu'ils sont recouverts par du Miocène post-nappes .

122. Hydrolithologie alluviale (lithologie du réservoir)

El Milia se place sur la retombée septentrionale de l'empilement des nappes de charriage. Le plaine est occupée par les alluvions de l'oued el kebir et de ses affluents, largement étendue dans la très large plaine principale que domine El-Milia.

Le complexe alluvionnaire essentiellement limoneux type basse vallée se compose pour l'essentiel du sommet à la base comme suit :

Superficiellement le tout venant renferme de la terre végétale, matériaux argileux à argilo sableux ou encore argilo gavelo-sableux sur une épaisseur allant jusqu'à 4 mètres .

On passe à des argiles sableuses graveleuses par endroits de couleur brune, assez plastiques avec des passages sableux entre 7 et 8 m de profondeur ; Viennent dessous de argiles sablo graveleuses de teinte grise à brunâtre et plastique en alternance avec des argiles sableuses molles et grises jusqu'à 15 m de profondeur. On passe à des sables fins puis des argiles sablo graveleuses et des argiles grises puis des passages gréseux et enfin des sables fins et des blocs de grès allant à une profondeur de 30 m.

A partir de 30 m de profondeur jusqu'à 50 m on retrouve épisodiquement une argile plastique peu silteuse et très molle par banc de 20 à 25 m et des sables fins ou sables argileux puis un passage de 2 m de sables gris grossiers puis on revient plus ou moins aux argiles grises plastiques silteuses qui tendent de plus en plus vers les teintes noirâtres jusqu'à la profondeur de 80 m qui est l'intensité maximale des alluvions.

Conclusion :

De l'étude piézométrique ainsi que des coupes hydrogéologiques, il ressort les remarques suivantes :

° Une alimentation de la nappe liée essentiellement à la pluviométrie et aux apports des formations géologiques repartis sur l'ensemble du bassin versant à l'amont.

° Une nappe aquifère de type libre avec un écoulement souterrain orienté Sud-Nord avec un gradient hydraulique très faible ($2^{\circ}/\text{°}$)

° Les conditions géomorphologiques (nappe en forme de cuvette), conditions géologiques (sédiments détritiques perméables) un substratum cristallophyllien imperméable et un front d'alimentation important favorisent l'accumulation des eaux souterrain (0,400 Km³ environ).

Principaux polluants de la nappe : les sels de chrome , composés azotés et autres dérivés d'hydrocarbures et solvants .

Définition de l'impact pollutionnel potentiel sur le milieu naturel

La principale source de pollution de la nappe engendrée est de type organique due aux traitements des peaux animales (tannerie) en plus des nitrates, composés azotés et autres dérivés d'hydrocarbures et solvants utilisés dans cette activité industrielle .Les principales opérations polluantes de cette industrie et leur impact pollutionnel sont les suivantes :

La mise en trempe ou reverdissage:

Cela consiste à la réhydratation des peaux animales en atelier humide dans un but de recouvrer la souplesse selon l'état de dessiccation de ces peaux . Elles sont trempées dans des coudres usés pendant 1 ou 2 journées au maximum.

La peau est ainsi lavée de toutes ses impuretés.

1.2. Epilage - délainage :

Par le moyen de saupoudrage par les sulfures du sodium et également de chaux , on procède à la séparation des poils ou de la laine du derme .

1.3. Echarnage :

L'opération consiste à débarrasser la peau de la graisse ou de la chaire résiduelle et ainsi la peau est prête à subir le tannage.

1.4. Tannage au chrome :

C'est une série d'opérations qui permettent de transformer la peau brute en une matière imputrescible, résistante aux intempéries appelée cuir . Ces principaux procédés successifs sont résumés comme suit :

a) Le déchaulage .

cette étape du procédé est relative à la substitution par fixation de la chaux par les sulfates d'ammonium (NH_4)₂ SO₄ .

b) Le confitage .

L'opération est décrite comme étant une étape de l'usinage consistant à dégraisser les peaux de tout ce qu'elles peuvent contenir comme fibres indésirables . Elle permet donc le passage et la fixation de l'élément chrome (Cr) lors de l'étape suivante .

c) Le tannage au chrome .

Cela se fait grâce à l'application de sels de chrome, de tanins végétaux, synthétiques, de sel minéraux et de résine (selon le produit). Ce qui permet d'améliorer la tenue du cuir .

listing des produits chimiques utilisés

n°	Désignation du produit utilisé	quantité (tonnes/an)
1	chaux hydratée	5
2	chlorure de sodium	20
3	acide sulfurique	0,8
4	sulfures de sodium	5
5	bisulfite de sodium	0,6
6	sulfates de chrome	20
7	acide formique	1,5
8	sulfate d'ammonium	1,5
9	diluants	10
10	pétrole	100
11	durcisseur	0,5
12	teinte laquée	1,5
13	laque polyuréthane	5
14	pigments	1,2
15	huiles de dosage	20
16	teintures additives	5
17	émulsions de cire	1,4
19	colorants de retannage	16
20	résines de retannage	5
somme pondérale (kg)		218,5 tonnes /an

Selon le diagramme de fabrication, chaque opération conduit à un flux de pollution caractéristique de type organique , minéral toxique ou bactérien résumé comme suit :

Diagramme résumant les effets polluants en industrie du cuir

Etape du traitement	Type de rejet polluant	Evaluation du polluant
Trempe	Chlorure de sodium (Na Cl) sang , urine , crotte et excréments	dangereux
Pelanage	Na Cl , chaux , Na ₂ SO ₄	toléré
Echarnage	chaux , sulfures , graisses , protéines	toléré
Pickelage-tannage	Na Cl , acides , sels de chrome trivalent	très dangereux
Refendage-essorage	déchets de peaux tannées contenant du chrome	très dangereux
Teinture	colorants , huiles	sérieux
Finissage	solvants , pigments , bouts de cuir fini	toléré

De l'étape de la trempe au finissage les rejets liquides issus des différents bains ou traitements sont estimés à 200 m²/j et atteignent les concentrations de pollution suivantes :

Demande biologique en oxygène (DBO ₅)	75 à 90 Kg par tonne de peaux
Demande chimique en oxygène (DCO)	200 à 220Kg par tonne de peaux
Chrome (Cr)	5 Kg par tonne de peaux
Sulfures	10 Kg par tonne de peaux
MES	140 Kg par tonne de peaux

Ces valeurs réparties par phase de traitement des peaux se résument comme suit :

type de traitement	DBO ₅	DCO	MES	Toxicité
Mise en trempe	10 %	15 %	5 %	néant
Pelanage	70 %	60 %	60 %	75 %
Déchaulage + confitage	2 %	2 %	-	-
Dégraissage + pickelage + tannage	1 %	1 %	-	25 %
Divers effluents	17 %	22 %	35 %	-

32. Vecteur de pollution :

La pollution est propagée principalement par l'eau qu'elle soit superficielle ou souterraine . Ainsi l'écoulement des eaux (oueds et nappes souterraines) constituent le moyen de transport le plus important de pollution.

Le court d'eau de l'oued El-Kébir est particulièrement vulnérable . Les effluents chimiques et biologiques l'atteignent directement en un temps de concentration rapide et y séjournent . Leur effets néfastes atteignent leur paroxysme en période d'étiage qui favorise la concentration des éléments polluants.

La nappe de l'oued El-Kébir est soumise au même titre à la pollution mais à un degré moindre. Les eaux polluées l'atteignent par infiltration dans le sol constitué de différentes couches de sédiments détritiques argileux , sableux et graveleux . Ces sédiments constituent un filtre naturel ayant un pouvoir épurateur naturel qui protège la nappe mais n'écarte pas complètement le risque de dégradation de celle-ci.

33. Conclusion : les effets de la pollution :

Les effluents de la tannerie mégisserie même à faible concentration exercent une action toxique sur le milieu récepteur ; l'organisme victime que ce soit une bactérie , une algue , un poisson ou un être humain manifeste une perturbation du métabolisme dont la gravité est fonction de la toxicité due à l'influence des sels de chrome et des sulfures.

331. Toxicité du chrome :

L'élément minéral qu'est le chrome à valence multiple engendre une toxicité diverse qui se manifeste :

- chez l'homme par l'affection grave des voies respiratoires depuis le sinus jusqu'aux poumons qui parfois contractent même le cancer. Dans le cas moindre , il provoque les maladies de la peau telle que la kaposi.

- chez les algues on a observé des effets inhibiteurs sur la photosynthèse

- chez les poissons les sels de chrome qui présentent un effet cumulatif au niveau des tissus intoxiquent ces organismes.

332. Toxicité des sulfures :

Ce composé chimique polluant est surtout présent lors du pelanage. Il remplit un rôle important dans le déséquilibre de l'activité enzymatique et microbienne en delà du seuil de 100 mg/l.

Aussi chez les poissons et autres organismes aquatiques , les sulfures dépassant le seuil déjà de 3 mg/l provoque des lésions graves surtout en milieu acide.