

Etude environnementale de la contamination des eaux souterraines par des effluents liquides industriels

Khaled Mnaouer¹, Redouane Mghaiouini², Mahmoud El Mouden¹

¹ Laboratory of Engineering Sciences for Energy (LabSIPE), National School of Applied Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco.

² National Schools of Applied Sciences of Kenitra, ENSA-Kenitra, Morocco



Abstract

ENVIRONMENTAL STUDY OF GROUNDWATER CONTAMINATION BY INDUSTRIAL LIQUID EFFLUENTS

Uncontrolled industrial wastewater diversion sites constitute a potential source of contamination of groundwater, surface water, neighboring soils and the atmosphere. This contamination occurs through the infiltration of very toxic heavy metals from waste and materials and through the emission of biogas. The quality of groundwater deteriorates when it receives contaminated water which infiltrates into the ground and which is not sufficiently filtered or which has not undergone any natural purification. Once the aquifer is contaminated, all the wells it supplies are at risk of being polluted. Contamination of a well can threaten human health and result in significant cleanup costs. In the present work, we analyzed nine wells bordering the liquid effluent dump of the city of Berrechid by ICP analysis spectroscopy, in order to study the influence of these discharges on the water table, particularly heavy metals. The results obtained are very positive given that the soil in this region is very sandy and rich in silica and calcite, which allowed natural filtration of these wastes.

Le déversement non contrôlé des eaux usées industrielles constitue une source potentielle de contamination des eaux souterraines, des eaux de surfaces, des sols limitrophes et de l'atmosphère. Cette contamination se fait par l'infiltration des métaux lourds très toxiques issus des déchets, des matériaux et par l'émission des biogaz. La qualité de la nappe phréatique se dégrade lorsqu'elle reçoit de l'eau contaminée qui s'infiltré dans le sol et qui n'est pas suffisamment filtrée ou qui n'a subi aucune épuration naturelle. Une fois que le réservoir aquifère est contaminé, tous les puits qu'il alimente risquent d'être pollués. La contamination d'un puits peut menacer la santé humaine et entraîner d'importants frais de nettoyage. Dans le présent travail, nous avons analysé neuf puits limitrophes du dépotoir des effluents liquides de la ville de Berrechid par spectroscopie d'analyse ICP, afin d'étudier l'influence de ces rejets sur la nappe phréatique, particulièrement les métaux lourds. Les résultats obtenus sont très positifs car le sol de cette région est très sableux et riche en silices et en calcites, ce qui a permis une filtration naturelle de ces rejets.

INTRODUCTION

Les pollutions engendrées par la présence de métaux dans les eaux souterraines sont dues généralement aux activités industrielles par rejets d'effluents et par lessivage de produits stockés sur le sol. Certains de ces métaux peuvent être toxiques (cadmium, chrome, mercure, plomb...), d'autres éléments sont considérés comme indésirables et peuvent présenter des inconvénients d'ordre organoleptique pour le consommateur: goût, saveur, coloration. C'est le cas pour le cuivre, le zinc, le fer, le manganèse, l'aluminium. Trois principaux facteurs ont un effet sur les risques de contamination des eaux souterraines et

des puits: la texture du sol, la profondeur de la roche-mère et le niveau de la nappe phréatique. La texture du sol est le facteur qui a le plus d'effet sur la facilité et la vitesse de déplacement de l'eau et des contaminants vers la nappe phréatique. Dans les sols à texture grossière, comme les sables, les pores entre les particules sont plus volumineux et permettent à l'eau de s'infiltrer rapidement jusqu'à la nappe phréatique; la filtration et l'épuration naturelle ont donc très peu de temps pour agir. Par contre, les sols à texture fine, comme les argiles, ralentissent beaucoup l'écoulement de l'eau et des contaminants. Ils agissent donc comme un filtre naturel qui permet aux bactéries et aux autres

organismes terricoles de dégrader les contaminants avant qu'ils n'atteignent la nappe phréatique. Par conséquent, les sols à texture fine constituent une bien meilleure protection naturelle des eaux souterraines que les sols à texture grossière. Les fissures de la roche-mère permettent à l'eau et aux contaminants d'atteindre rapidement la nappe phréatique. Si la roche-mère est recouverte d'un sol peu épais, celui-ci et les organismes qu'il contient ont peu de temps pour épurer l'eau. Après avoir touché la roche-mère, l'eau et les contaminants atteignent souvent très rapidement la nappe phréatique. L'épuration des eaux contaminées se déroule principalement dans le sol au-dessus de la nappe phréatique (zone de sol non saturé). Lorsque la nappe phréatique est à faible profondeur, l'eau et les contaminants traversent rapidement la couche de sol non saturé et l'épuration naturelle a peu de temps pour faire son effet. Le niveau de la nappe phréatique peut varier considérablement d'une saison à l'autre ; généralement, il est à son maximum au printemps ou en automne. Dans la présente étude, nous avons effectué le prélèvement des eaux souterraines de 9 puits situés aux alentours d'un dépotoir des eaux usées industrielle (Figure 1), et effectué des analyses détaillées par ICP afin d'étudier l'éventuelle contamination de ces eaux de puits normalement considérées comme potable [1-6].



Photo 1: site dépotoir des rejets liquides.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Le lac servant aux rejets liquides, que ce soit urbains, industriels, médicaux et autres, est figuré par la photo 1. Le prélèvement des eaux souterraines a été effectué au niveau de neuf puits situés aux alentours du lac dépotoir des effluents liquides comme le montre la figure 2 par des cercles rouges. Ces échantillons liquides ont été soigneusement placés dans des bouteilles hermétiques à 5°C et conservés à l'abri de la lumière pour éviter toute éventuelle modification physico-chimique [7-8].

Les résultats des analyses par la technique d'inductance couplage plasma (ICP) en µg/l sont donnés par le tableau 1.

Pour mieux visualiser ces résultats, il est très intéressant de les présenter sous forme des histogrammes suivants (Figure 3).



Figure 2: Prélèvements des eaux souterraines (puits).

Tableau 1: Teneurs en métaux lourds dans les eaux des puits.

	As	Cd	Cr	Ni	Pb	Hg	Zn
Puits 1	4	5	2	7	2	4	8
Puits 2	4	6	2	3	2	4	4
Puits 3	4	5	2	2	2	4	9
Puits 4	4	5	2	2	3	4	6
Puits 5	4	8	2	2	2	4	5
Puits 6	4	4	2	2	2	4	4
Puits 7	4	5	1	1	5	4	4
Puits 8	4	5	2	2	2	4	3
Puits 9	4	9	2	2	2	4	8

La présence de cet élément non métallique dans l'environnement est due aux rejets d'eaux résiduaires industrielles, traitement de minerais arsenicaux (cuivre), combustion de charbon ou de déchets, utilisation d'engrais phosphatés, d'herbicides, d'insecticides et de détergents [9-12]. Dans les eaux minérales, l'arsenic d'origine naturelle atteint parfois des teneurs de 10 mg/L.

Lorsque des teneurs élevées de cadmium sont rencontrées dans les eaux des nappes phréatiques, son origine doit être recherchée dans des effluents industriels (galvanoplastie, en particulier). Le cadmium peut être entraîné par les pluies à partir des fumées industrielles. De plus, la présence de cadmium comme contaminant dans les engrais et les boues de station d'épuration utilisées en agriculture peut contribuer à la pollution de l'aquifère [13-16].

La présence du chrome est liée aux rejets des ateliers de galvanoplastie, suite aux rejets des eaux de rinçage et de bains par une usine de chromage dans un bassin. Les ateliers de traitement de surface, faute d'avoir un cours d'eau, ont déversé leurs effluents bruts, non détoxiqués, dans la nappe. Ces rejets liquides sont acheminés vers les unités d'épuration industrielles et/ou collectives qui infiltrent les eaux épurées en nappe [17-22].

Le nickel entre dans la composition de nombreux alliages et dans la

fabrication d'éléments de batteries. Son emploi comme catalyseur dans l'industrie chimique est important. Dans les pollutions d'origine industrielle, on le retrouve généralement associé aux cyanures, au mercure, à l'arsenic, au chrome, etc. [23-26].

Ce métal est très répandu et très utilisé dans l'industrie ; les possibilités de pollution sont extrêmement nombreuses et variées. Les activités humaines (emploi de plomb tétraéthyle dans les carburants comme antidétonant, utilisation de combustibles fossiles) entraînant la formation d'aérosols plombifères constituent, actuellement, la principale source de plomb dans l'eau. Le dépassement des concentrations autorisées en plomb au robinet du consommateur est généralement dû à la présence de tuyaux en plomb ou de brasures de plomb [27-28]. Le mercure est présent dans les rejets de certaines activités industrielles : raffinerie, cimenterie, sidérurgie, traitement des phosphates, raffinage du mercure, combustion des hydrocarbures fossiles et du charbon, industries de la pâte à papier, etc. Il entre dans la fabrication d'appareillages électriques, d'instruments de contrôle, de peintures marines et de certains fongicides. Les sels de mercure divalents sont solubles pour la plupart [29-30].

Le zinc est employé dans de nombreux alliages, pour la galvanisation des pièces métalliques, dans la fabrication de

pigments de teinture, de vernis, comme raticide et dans la fabrication de produits phytosanitaires. Dans l'eau, la solubilité des chlorure et sulfate de zinc est importante, leur hydrolyse conduit à une diminution de pH. En présence d'excès d'hydrogencarbonate, la solubilité du zinc est contrôlée par la solubilité du carbonate qui est relativement soluble et de l'hydroxyde qui l'est peu. Le zinc retrouvé dans les eaux de distribution à des teneurs pouvant dépasser 1 mg/L provient des canalisations de laiton ou de fer galvanisé, attaquées par les eaux agressives ou riches en chlorures et sulfates [31-32].

CONCLUSION

Les mesures de la granulométrie, de la porosité, et de la perméabilité du sol limitrophe de la grande nappe dépotoir des rejets liquides, ainsi que l'analyse minéralogique effectuée par fluorescence X, nous ont permis de conclure que le sol sableux et argileux très riche en silices et en calcites a contribué fortement et efficacement à une filtration naturelle des rejets liquides industriels. Les analyses par la technique d'absorption atomique ICP ont montré que les teneurs en métaux lourds les plus toxiques, dans les différents puits de la nappe phréatique avoisinants les eaux usées, sont très faibles. ●



HAUTS-DE-FRANCE

29-30 MAI 2024 | GAYANT EXPO DOUAI

**VENEZ À LA RENCONTRE DES ACTEURS DE L'EAU
DU BASSIN ARTOIS-PICARDIE !**



+70 OFFREURS DE SOLUTIONS



CONFÉRENCES INSTITUTIONNELLES & ATELIERS



VILLAGES D'EXPERTS
PARTENAIRES · ÉCONOMIE CIRCULAIRE

LES GRANDES THÉMATIQUES DE CETTE ÉDITION 2024

GESTION DES EAUX PLUVIALES · EAU ET AGRICULTURE · TARIFICATION ·
REUT · ÉCONOMIES D'EAU · GESTION DE LA RESSOURCE...