

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Réf :

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf de Mila

Institut des Sciences et de Technologie

Département de sciences et Technique

Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme

LICENCE ACADEMIQUE

En Hydraulique

Spécialité : Sciences Hydrauliques

Thème

**Etude de la pollution des nappes phréatiques et
barrages**

Préparé par :

HAMLAOUI DJAHID

KERKAB HICHAM

LAIB ABDERRAOUF

Dirigé par :

Dr : M. Bensouici

Année universitaire : 2014/2015

Dédicace

Ce travail n'a pas pu être réalisé sans l'appui et les efforts fournis par les personnes chères à mon cœur, c'est pour cela que je dédie en premier temps ce modeste travail à mes chers parents.

À mes frères et mes sœurs, en lui souhaitant la réussite dans leurs vies.

À toute ma famille proche soit-elle ou lointaine.

À tous les administrateurs de départements de sciences et technique.

Et à toutes les personnes qui me connaissent de loin ou de près.

Remerciements

Avant tout nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

En second à nos parents qui n'ont épargné aucun effort pour nous éduquer et nous fournir tous les moyens nécessaires pour présenter devant vous ce mémoire.

Au terme de ce travail nous tenant à remercier tout d'abord notre Encadreur : Mr BENSOVICI moumtez, enseignant au département des sciences et technologies, pour son encadrement, sa précieuse aide et ses conseils.

*Nous tenant également à exprimer nos remerciements :
A tous le corps de l'université de Mila, particulièrement aux enseignements, et tout mes enseignants à travers tout les cycles pour leur précieuse aide et leur appui.*

Enfin, nous remercions les amis et les étudiants du département pour leur soutien en particulier les amis les plus proches de notre promotion, ainsi à tous ce qui contribue de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.

merci

Sommaire

	Page
Introduction et objectif de travail	01
 Chapitre I: Barrages et nappes phréatiques	
I.1 Les barrages.	02
I.2 Les nappes phréatiques.	06
 Chapitre II: La pollution des barrages et nappes phréatiques et les techniques de dépollution	
II.1 Introduction.	08
II.2 Les principales causes de pollution.	08
II.2.1 L'agriculture.	08
II.2.2 Domestique.	09
II.2.3 L'Industrie.	11
II.3 Les techniques de dépollution.	15
Conclusion générale.	18
Références bibliographiques.	19

Introduction et objectif de travail

Introduction et objectif de travail

L'eau C'est une composante vitale de l'existence humaine joue un rôle important dans notre vie quotidienne, élément indispensable et irremplaçable, L'eau est nécessaire pour l'hydratation du corps humain, pour l'hygiène personnelle et domestique. Sans eau, l'homme ne pourrait pas vivre plus de trois jours. Nous l'utilisons en permanence: pour nous laver, jouer, cuisiner, boire et même travailler.

La majorité des produits que nous consommons nécessite l'utilisation d'eau dans leur processus de production et leur transport. Nos villes sont d'ailleurs construites à proximité d'industries implantées sur les rives de fleuves ou de rivières, La pollution des fleuves des rivières et des nappes phréatiques par les rejets agricoles et industriels est un effet des formes de développement adoptées au le XXIe siècle. Ces différentes formes de pollution, par le rejet de produits toxiques, de déchets organiques, par le ruissellement d'engrais chimiques et de pesticides, les forages affectent les cours d'eau, les vases qui en tapissent les fonds, ainsi que les végétaux et les animaux aquatiques, toutes ces pollutions aboutissent à les eaux de surface et les eaux sous terrain comme les barrages et les nappes phréatiques.

En effet, l'eau étant en interaction avec l'ensemble des activités humaines et des écosystèmes, la pollution fait peser des risques, en particulier sanitaires, tant aux végétaux et aux animaux qu'aux humains. En outre, à l'échelle de la planète les eaux polluées est à l'origine de 80 % des cas de maladies.

La volonté de lutte contre la pollution est dorénavant partagée par les associations, les pouvoirs publics, les collectivités, les entreprises, les chercheurs, les agriculteurs et les particuliers, afin de trouver des solutions durables pour maintenir de bonnes sources d'eau potable contre la pollution.

Notre objectif du travail et l'étude de la pollution des nappes phréatiques et barrages

Notre mini projet se compose de deux chapitres :

Le chapitre I présente des définitions générales des barrages et nappes phréatiques.

Le chapitre II présente la pollution dans les barrages et les nappes phréatiques et comment lutter contre cette pollution.

Chapitre I

Barrages et nappes phréatiques

Chapitre I: Barrages et nappes phréatiques

Dans notre étude on donne des définitions sur les barrages et les nappes phréatiques

I.1 Les barrages

Un barrage est un ouvrage d'art construit en travers d'un cours d'eau et destiné à réguler le débit du cours d'eau et/ou à en stocker l'eau pour différents usages tels que: contrôle des crues, irrigation, industrie, hydroélectricité, pisciculture, réserve d'eau potable, etc.

Un Barrage est la pierre angulaire dans le développement et la gestion des ressources hydrauliques. Les barrages polyvalents sont des projets très important pour les pays en développement, puisqu'un seul investissement permet aux populations de recevoir des bénéfices à la fois domestiques et économiques.



Ils existent deux types de barrages qui sont:

- Barrage en béton
- Barrage en remblais

a. Barrage en béton

La construction de ces barrages est réalisée par le béton qui est constitué par de gros éléments de dimensions inférieures à 250 mm généralement. Les barrages en béton sont catégorisés selon leur équilibre statique et correspondent à l'une des catégories suivantes:

a.1 Barrage-poids

Les barrages-poids sont très anciens mais leur conception a beaucoup évolué notamment depuis un siècle.

De façon très schématique, un barrage-poids est un bloc (en maçonnerie ou en béton), assez lourd pour résister à la poussée qui cherche à le faire glisser sur sa base ou à la faire basculer.



a.2 Barrage à contreforts

Les barrages à contreforts sont des barrages en béton constitués: des murs, généralement de forme triangulaire, construits dans la vallée parallèlement à l'axe de la rivière. Ces murs sont les contreforts.

Ces barrages offrent un avantage considérable pour la quantité de béton nécessaire: il faut 4 à 5 fois moins de béton pour un barrage à contreforts par rapport à un barrage-poids de même hauteur.



a.3 Barrage voûte

Les barrages-voûtes sont des ouvrages remarquables par leurs dimensions, leur finesse. Ils tirent au maximum partie de la capacité de résistance des matériaux et du rocher de fondation. C'est le type de barrage le plus achevé en ce sens que c'est celui qui utilise le mieux les matériaux employés. Leur conception est aussi plus complexe que pour les autres types de barrages.



a.4 Barrage compacté au rouleau(BCR)

Les plus récents sont en béton compacté au rouleau: le barrage est construit par couches successives mises en place par des engins de terrassement et compactées avant de passer à la couche suivante. Les barrages sont ainsi construits très rapidement, ce qui apporte pour les chantiers un intérêt économique certain.



a.5 Barrage mobile

Les barrages mobiles sont essentiellement constitués de piles parallèles à l'axe de la rivière et de vannes, parfois de grande largeur, entre ces piles. Un radier général sous l'ouvrage permet de protéger le fond du lit contre les affouillements qui pourraient notamment se produire pendant le passage des crues avec des vitesses importantes du courant.



b. Barrages en remblais

On appelle barrage en remblais tous les barrages construits avec des matériaux terreux. Cette catégorie de barrages regroupe plusieurs catégories différentes par les types de matériaux utilisés et la méthode employée pour assurer l'étanchéité. Ainsi les matériaux de construction peuvent avoir une granulométrie étendue avec une gamme de grains allant du très fins au grossier.

b.1 Barrages en terre

Un barrage en terre est le type de barrage le plus simple et sans aucun doute le plus ancien, la conception de ces ouvrages est fortement dépendantes de la quantité de remblai de qualité suffisante disponible sur le site ou à proximité immédiate.



b.2 Barrage en enrochement

En général, sous types de barrage sont composés d'enrochements de volume compris entre 0.1 et 10 m³ (0,25 à 25 tonnes). les barrages en enrochements sont largement utilisés dans les zones éloignées où le ciment est coûteux et les matériaux pour un barrage en terre ne sont pas disponibles.



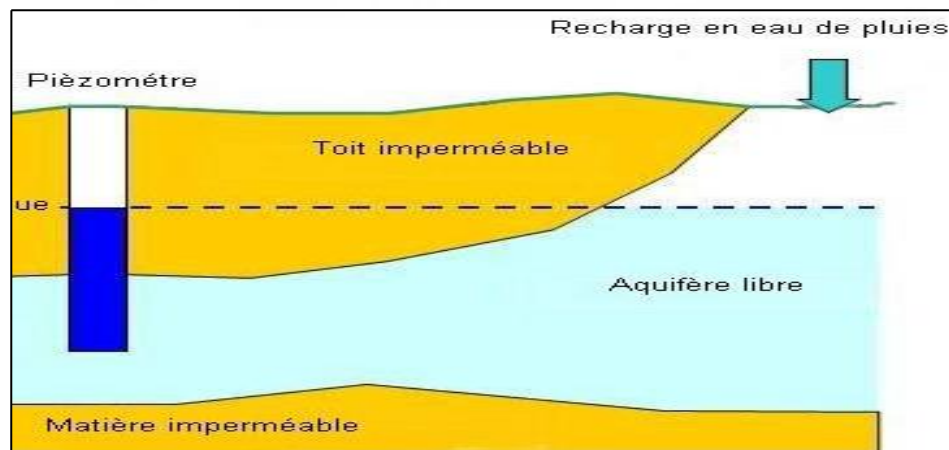
I. 2 Les nappes phréatiques

La nappe phréatique (on l'appelle aussi nappe aquifère) est une réserve d'eau qui se trouve sous la surface de la terre au-dessus d'une poche de terre imperméable. La terre recouverte à 70% par l'eau, mais cette eau est en grande partie salée et donc impropre à la consommation. Seule l'eau douce, notamment présente dans les rivières et les lacs peut être consommée par l'homme. Environ 95% de l'eau douce est stockée dans les nappes aquifères. Une grande partie de l'eau que nous consommons est donc issue de ces nappes.

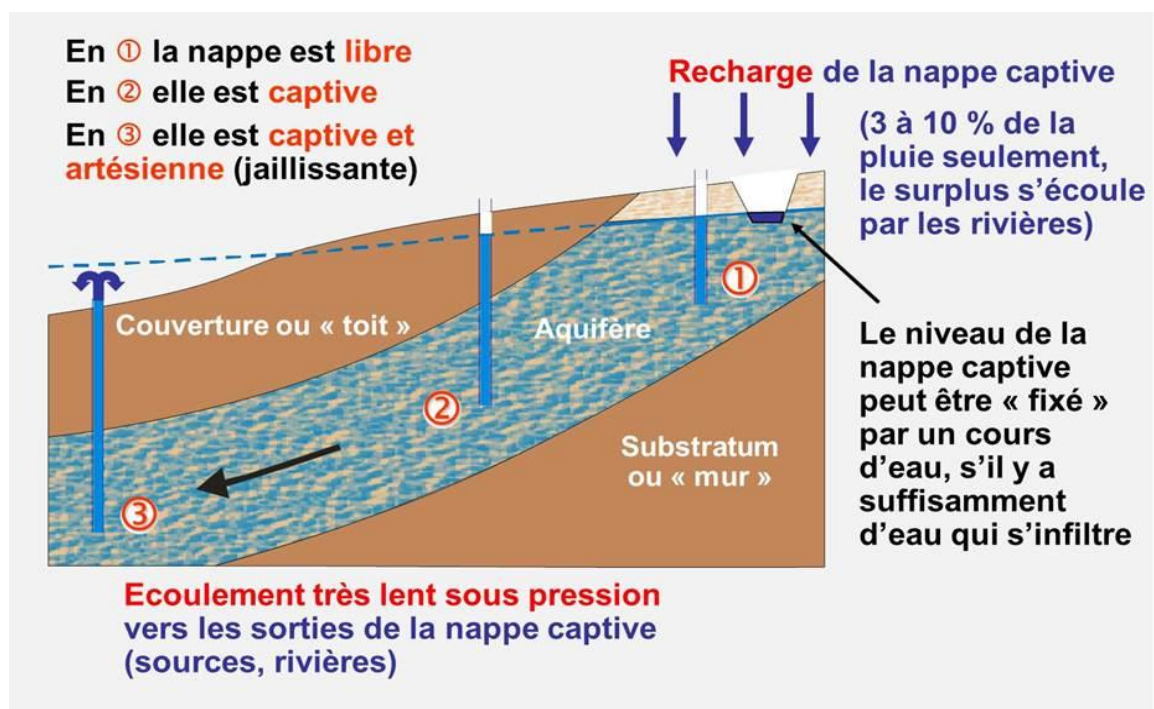
Les nappes phréatiques sont le plus gros réservoir d'eau potable de notre planète. Elle alimente traditionnellement les puits et les sources en eau potable. C'est la nappe la plus exposée à la pollution en provenance de la surface.

En fonction des couches qui la structurent, il est possible de classer les nappes en trois types:

- *Nappes libres*: La nappe est dite libre lorsque le niveau de l'eau peut varier sans être bloquée par d'autres couches imperméables. Si on crée un puit dans une telle nappe, le niveau de l'eau reste inchangé.



- *Nappes semi captives*: Il existe également les nappes semi-captives. Le toit ou le substratum (parfois les deux) de l'aquifère sont fréquemment constitués par des formations semi-perméables. Lorsque les conditions hydrodynamiques sont favorables, il peut y avoir échange d'eau avec l'aquifère superposé ou sous-jacent.
- *Nappes captives*: Elle est « sous pression » ce genre de la nappe est capturé par des couches de terre. En perçant captive, l'eau remonte jusqu'à la surface et peut même jaillir de la terre, c'est le phénomène. Les nappes captives sont peu nombreuses mais souvent mieux protégées des pollutions.



Chapitre II

La pollution des barrages et nappes phréatiques

et les techniques de dépollution

Chapitre II: La pollution des barrages et nappes phréatiques et les techniques de dépollution

II.1 Introduction

Du fait de ses activités, l'homme est souvent à l'origine d'une pollution. Les industries rejettent des produits chimiques, de l'eau polluante, ainsi que des déchets nocifs pour l'environnement et la santé. La pollution de l'eau est une modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et les eaux souterraines (nappes phréatiques). Elle se manifeste principalement, dans les eaux de surface par une pollution chimique ou par des virus et des bactéries pathogènes. Un cours d'eau est considéré comme étant pollué lorsque la composition ou l'état de ses eaux sont, directement ou indirectement, modifiés du fait de l'activité de l'homme dans une mesure telle que celles-ci se prêtent moins facilement à toutes les utilisations auxquelles elles pourraient servir en leur état naturel ou à certaines d'entre elles.

II.2 Les principales causes de pollution

II.2.1 L'agriculture

a. Pollution par les phosphates

La pollution par les phosphates ou les nitrates enclenche un processus d'eutrophisation de l'eau.

b. Pollution par les nitrates

Présents à l'état naturel dans le sol par décomposition des végétaux, et par l'apport artificiel d'engrais chimiques azotés, les nitrates peuvent atteindre les eaux souterraines lors de fortes précipitations sur un sol pauvre en humus (terre polluée, érodée par des traitements chimiques comme les herbicides, pesticides, fongicides ou engrais chimiques) et se déversent dans les cours d'eau. L'apport se fait aussi éventuellement via les pluies qui contribuent aussi à l'acidification des eaux douces. Les nitrates (formule chimique: NO_3) sont l'une des causes de la dégradation de la qualité de l'eau, et par là des écosystèmes par eutrophisation. Des systèmes de mesure en continu de la pollution par les nitrates existent mais sont peu utilisés.

Le problème environnemental sur les écosystèmes se caractérise essentiellement par eutrophisation (asphyxie des animaux, des plantes, prolifération d'algues vertes néfastes)



II.2.2 Domestique

a. Pollution par les déchets plastiques

Les déchets plastiques sont déversés en grande quantités dans les océans. plus de 50 millions de tonnes de déchets se trouvant entre 0 et 250 m de profondeur dans les mers, 15 000 tonnes de sacs plastiques circulent entre deux eaux et 50 000 tonnes de ces mêmes sacs reposent au fond du golfe.

Le stade ultime de la fragmentation de ces déchets consiste en ce que l'on appelle les larmes de sirène, granulés de plastiques omniprésents et indestructibles de dimension.



b. Pollution bactériologique

Cette pollution peut provenir des effluents d'élevage (dans ce cas on observe un taux élevé de nitrates), des rejets domestiques...

On observe une pollution bactériologique par exemple par le taux élevé de coliformes fécaux 5. (J.S.B), Le taux des bactéries coliformes est utilisé pour mesurer la qualité de l'eau.

Impact négatif d'un rejet contenant des germes bactériens d'origine intestinale, à l'échelle mondiale, la pollution bactériologique (choléra, typhoïdes, diarrhées) est une des principales causes de décès.



c. Pollution par les eaux usées

Ces eaux sont généralement formées du sous-produit d'une utilisation humaine, soit domestique, soit industrielle, d'où l'usage de l'expression « eaux usées ».

Les eaux usées sont des eaux altérées par les activités humaines à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être traitées.



II.2.3 L'Industrie

a. Pollution par les médicaments

Depuis quelques années, nous sommes confrontés à une nouvelle forme de pollution: celle des résidus médicamenteux. Une fois ingéré, le médicament se retrouve dans les selles et les urines, et rejoint les stations d'épuration. Or, les stations d'épuration ne dégradent pas totalement les médicaments et une partie se retrouve dans les rivières puis dans l'eau que nous buvons. Plusieurs études scientifiques ont fait le lien entre la présence de résidus médicamenteux dans l'eau potable, l'autisme et des troubles du comportement. D'autres ont montré des effets sur l'hermaphrodisme dans l'écosystème, les troubles de la reproduction ou encore la résistance bactérienne. Une association de médecins et Santé Environnement, s'inquiète des effets sanitaires de cette pollution émergente.



b. Pollution par les métaux lourds

La pollution de l'eau de surface par les métaux lourds (plomb, mercure, arsenic, cuivre, zinc et le cadmium) due à des émissions provenant des activités humaines est diverse. Essentiellement, elle a pour origine les fonderies de la métallurgie et les incinérateurs d'ordures, ainsi que les installations minières abandonnées. Avec les pluies et le lessivage, ils se retrouvent dans les océans. La facilité avec laquelle les polluants sont emportés par l'eau de lessivage dépend fortement de conditions spécifiques (surface spécifique, forme, taille des grains...)

La pollution par les métaux lourds, notamment l'arsenic est un problème majeur au niveau mondial (notamment par l'extraction de minerais rares comme le néodyme pour exemple).



c. Pollution par les PCB

Les polychlorobiphényles (PCB) sont des substances chimiques interdits depuis 1987 mais que l'on retrouve encore aujourd'hui dans l'eau car ils se désagrègent très peu dans l'environnement. Ils constituent un problème de santé publique car ils sont suspectés d'être cancérogènes, reprotoxiques et neurotoxiques. L'Association Santé Environnement France et le WWF ont mené en 2009 une enquête sur l'imprégnation aux PCB des riverains du Rhône. Les résultats ont mis en évidence l'association entre la consommation de poissons ainsi que le lieu de vie et le niveau d'imprégnation aux PCB.



d. Pollutions radioactives

Les pollutions par contamination radioactive sont effectuées volontairement lors de guerre (notamment les bombardements atomiques d'Hiroshima et Nagasaki), de tests (essais nucléaires notamment français), gestion des déchets radioactifs, et involontairement par inconséquence (catastrophes de Tchernobyl et de Fukushima), négligence (l'extraction d'uranium d'Areva notamment), etc.:

- liste des accidents nucléaires

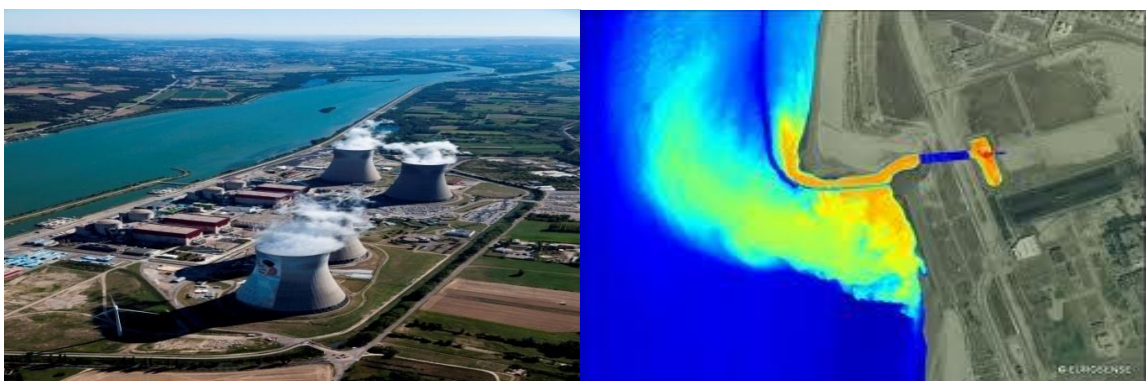
L'extension de cette contamination, dont les conséquences dans le temps se mesurent jusqu'en milliard d'années, a fini par amener une certaine prise de conscience et l'organisation du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires.



e. La pollution thermique

Le rejet de chaleur dans l'environnement, notamment les milieux aquatiques, constitue une forme de pollution physique qui, en modifiant le facteur écologique primordial qu'est la température, peut provoquer de sérieux bouleversements dans les populations animales et végétales.

Cette pollution thermique a pour origine principale la production d'énergie électrique, qu'elle soit d'origine thermique classique ou nucléaire. Elle peut, dans une moindre mesure, être liée à certaines industries comme les aciéries. Il est nécessaire de refroidir les condenseurs utilisés pour augmenter le rendement des centrales thermiques. Ce refroidissement se fait avec de l'eau prélevée soit dans les fleuves, soit dans la mer. Par la suite, l'eau ainsi réchauffée est rejetée dans le milieu naturel et contribue à augmenter la température moyenne des cours d'eau.



f. Pollution par les hydrocarbures

Une autre cause de la pollution des eaux par l'hydrocarbure est la marée noire. La marée noire est une catastrophe écologique et industrielle. C'est un déversement accidentel d'une très grande quantité de pétrole brut ou de produits pétroliers par les navires, dans la

mer. Quand la nappe créée par ces produits a atteint la côte, c'est la marée noire. Le pétrole à des constituants qui sont toxiques pour les animaux et végétaux marins.



g. La pollution par le gaz de schiste

C'est un gaz non conventionnel composé essentiellement de CH_4 (95%), He et H_2S . extrait de la roche de schiste par La technique d'exploitation du gaz de schiste consistant en un forage horizontal et une fracturation hydraulique. La technique de fracturation hydraulique requiert pour chaque puits de gaz de schiste des volumes d'eau très importants entre 10.000 et 20.000m³, (de quoi alimenter jusqu'à 500 habitants par an en milieu rural ou irriguer 5 à 10ha) auxquels sont mélangés 100 à 150 tonnes de produits chimiques divers et 1 000 à 1 200 tonnes de sable.

Les centaines de produits chimiques utilisés comme additifs dans l'opération de fracturation dont la plupart sont toxiques ou cancérigènes, sont des polluants qui peuvent s'infiltrer dans les nappes phréatiques et contaminer l'eau qui est destinée à la consommation.

Les impacts sur la faune et la flore sont néfastes voir cette photo tirée du site de Ain Salah puits AHT1- H2



II.3 Les techniques de dépollution

a. Au niveau de l'agriculture

- Lorsqu'une nappe est polluée, il n'est plus possible d'exercer une action curative efficace. Seule, la prévention ici est possible pour éviter d'éventuelle pollution.
- Il est donc recommandé la surveillance accrue des points de mesure contaminés et des autres forages non analysés pour apprécier la qualité des eaux. Une protection immédiate, sérieuse et continue des forages présentant une bonne qualité, et de contrôler de l'eau au point de production.
- En agriculture, il est possible de limiter l'utilisation des intrants chimiques en agriculture (comme cherche à le faire la Directive Nitrate européenne), et dans certains cas, les intrants chimiques sont supprimés (agriculture biologique). L'azote dans le sol peut être lessivé par la pluie et c'est comme ça qu'il se retrouve en quantité dans les rivières et les nappes phréatiques, et qu'il est ensuite nécessaire d'en réincorporer dans les sols. Pour lutter contre ce lessivage, les agriculteurs utilisent des techniques d'intercultures, et plutôt que de laisser les sols nus ils sement des plantes appelés « pièges à nitrates » qui n'ont pas vocation à être récoltées : elles sont détruites lorsque l'agriculteur commence sa culture, elles sont laissées sur place et libèrent le nitrate progressivement pendant leur dégradation.
- Développement des techniques de protection biologique des cultures, substitut possible de la lutte chimique.

b. Au niveau des zones urbaines

- Il s'agit d'optimiser le rendement des stations d'épurations en améliorant le raccordement des réseaux dans leurs fonctions de transport des rejets vers les stations d'épurations existantes dans le bassin versant.
- De créer d'autres stations afin d'optimiser les débits traités et d'assurer une bonne protection du milieu récepteur.
- Utiliser des produits sanitaires et cosmétiques écologiques (le plus économique étant de les faire soi-même, il en existe cependant de large gamme dans le commerce)
- Utiliser des détergents écologiques et les agents de nettoyage.

- Installer aussi des stations d'épuration afin de traiter les eaux usées domestique avant de les rejeter dans le cours d'eau, les barrages.



c. *Au niveau des industries*

- Il est question de séparer les rejets urbains des rejets industriels en installant des stations d'épuration adaptées à la nature des rejets et en contrôlant les rejets au moyen d'analyses régulières. L'auto mesure est un moyen très efficace.
- La formation de personnel qualifié pour la gestion des stations est nécessaire.
- Réduire sa consommation de produits industriels (l'industrie étant un grand consommateur d'eau potable et polluant à nombreuses échelles) et notamment de produits de haute technologie (pollution aux métaux lourds)
- Diminuer la pollution de l'eau faite par les usines. À ce propos les industriels de L'EXCERA soucieux de ce problème ont fait réaliser une étude sur des détecteurs de film d'hydrocarbure à la surface de l'eau par afin de connaître les moyens de détection et leur fiabilité.
- La réduction de l'extraction du pétrole. Empêcher l'extraction du gaz de schiste.
- L'exploitation des énergies renouvelables telles que l'énergie solaire, L'exploitation des barrages à la production d'énergie électrique.
- Certaines usines utilisent puis rejettent de l'eau polluée se doit d'être équiper d'une station d'épuration. Un traitement primaire élimine les matières en suspension (ex: résidus de lavage, corps gras, huile), puis un traitement secondaire élimine les matières en solution (ex: produits chimiques, métaux lourds).
- Mise en place d'une filière de récupération des emballages vides et des produits phytosanitaires non utilisés.

- le recyclage des déchets produits par les industries.



- Réalisation des barrages anti-pollution pour parer aux besoins actuels de prévention des risques de pollution. Ces barrages sont conçus pour la rétention de tout type de pollution : hydrocarbures et polluants liquides. Ils sont prévus pour favoriser la protection de l'environnement et plus particulièrement le littoral (même en cas de mer agitée), les fleuves, les ports (fluviaux et maritimes) comme les rivières, fleuves et lac.



Conclusion générale

Conclusion Générale

L'eau paraît comme une ressource vitale, essentielle et ses usages sont variés, une matière précieuse surtout avec l'accroissement démographique, l'effet de l'industrialisation, et la mise en valeur des terres agricoles.

La pollution de l'eau, considérée comme la plus grave avec celle de l'air, a atteint au cours des dernières années des seuils alarmants. A ce titre, les principales sources de pollution restent les rejets sans traitement ou mal traités. C'est le cas des rejets d'eaux domestiques provenant des utilisations de l'eau par les grandes concentrations urbaines notamment, à la pollution par les rejets urbains s'ajoute une pollution par les effluents d'industries raccordés généralement aux réseaux d'égouts des agglomérations. La pollution d'origine agricole n'est pas à écarter ici puisque la contamination décelée dans les eaux superficielles et les eaux souterraines par les nitrates est une preuve tangible suite à une pratique irrationnelle de l'agriculture intensive surtout.

Note étude à pour objectif de déterminer les différents sources de pollution touchant les barrages et les nappes phréatiques et apporter des solutions leurs dépollution.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] **Doyle, M. P. and M. C. Erickson.** 2006. "Closing the door on the fecal coliform assay."
- [2] **Fresno** County Department of Public Health. Fresno, CA (2009). "E. coli or Fecal Coliform Bacteria Contamination in Your Water Supply."
- [3] **Michel Noël (M.)** Mémorial alphabétique des matières des eaux et forêts, pesches et chasses.
- [4] **François Galgani, Ifremer,** « Bon état écologique - Descripteur 10 « Propriétés et quantités de déchets marins ne provoquant pas de dommages au milieu côtier et marin ».
- [5] Fecal coliforms#Fecal coliforms as indicator of water quality.
- [6] **Brigand Sylvain, Lesieur Vincent,** (2008). Assainissement non collectif.
- [7] **Goubert, J.-P,** La Conquête de l'eau, Paris : Robert LAFFONT, 1986.
- [8] www.lepoint.fr/editos-du-point/anne-jeanblanc/l-eau-du-robinet-est-elle-dangereuse-pour-la-sante-21-03-2013-1643900_57.php
- [9] **Gerbert,** Pollution à l'arsenic par les stériles d'une ancienne mine d'or .
- [10] <http://www.metronews.fr/x/metro/2009/04/07/SaHa483Po9Two>
- [11] **Jean-Claude Van Duysen,** Le développement durable, 1^{er} mars 2008, 173 p.(ISBN 978-2-296-05248-2), p. 56.
- [10] **Jean-Daniel TROYAT,** « Pollution par hydrocarbures et transport maritime », 2006 (consulté le 2 novembre 2011).
- [13] **Andret Picot,** bilan toxicologique & chimique de l'association toxicologie-chimie Paris, le 20 juillet 2011.
- [14] **Moratoire-de-gaz-schiste-insalah_2601380** février 2015.
- [15] **Kerdoud souhila,** « le bassin versant de Beni Haroun eau et pollution ».