

République Algérienne Démocratique et Populaire
Université Abderrahmane Mira de Béjaia
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques de l'Environnement

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Option : Environnement et Santé publique

Thème

Etude corrélative des MTH et du climat (température et précipitation) du bassin versant de la SOUMMAM

Réalisé par :

- M^{elle} HAMADI Meriem
- M^{elle} MAOUCHE Sihem

MEMBRES DU JURY

Présidente :

M^{me} ZEBBOUDJ A.

Examinatrices :

M^{me} BOULILA F.

M^{me} OULEBSIR-KASSAMA F.

Promoteur:

M^r. MADANI K.

Co-promoteur:

M^r. BENHAMICHE N.

Promotion 2012

Remerciements

Nous exprimons toute notre gratitude à Monsieur Benhamiche N., pour l'effort fourni, les conseils prodigués, sa patience et sa persévérance dans le suivi.

Nous adressons également nos remerciements, à Monsieur Madani K., qui a accepté de nous encadrer et nous a facilité la tâche.

Nous remercions très sincèrement, Madame Zebboudj qui nous a honoré en acceptant d'être présidente de ce jury.

Nos remerciements vont également à Madame Boulila et Madame Kassama, qui ont accepté d'être examinatrices de notre travail. Nous remercions à l'occasion le personnel de l'A.N.R.H d'Alger (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques), surtout Monsieur Behloui et Monsieur Bey.

Merci à toute personne qui a participé de près ou de loin pour l'accomplissement de ce modeste travail.

DÉDICACES

Tout d'abord, louange à « Allah » qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et les justes reflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.

A

Mon très cher père et ma très chère mère
en témoignage de ma reconnaissance envers le soutien, les sacrifices et tous les efforts qu'ils ont fait pour mon éducation ainsi que ma formation

A mes très chers frères Samir et Nassim,
Mes chères sœurs Kenza, Naima et son mari
pour leur affection, compréhension et patience

A mes belles sœurs Kahina et Fazia

Mes neveux Hani, Elias, et Raouf

A ma nièce maya

A mes grands parents

A mes tantes et oncles

A mes cousins et cousines Nawel et Sabrina

A mes amies Amel, Biba, Djahida, Lilia et Nadjia

A mon binôme Meriem pour sa patience

A toute la famille Maouche et Yessad

A toute la promotion ESP 2012

Vous avez de près ou de loin contribué à ma formation.

Affectueuse reconnaissance

Je dédie ce travail

Sihem...

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents.

Mes deux frères.

Mon fiancé.

Mes belles sœurs.

Mes cousins et cousines.

Mes amies.

Ma camarade Sihem ainsi que toute sa famille.

Toute la promotion ESP 2012

Tous les enseignants qui ont marqué ma scolarité.

Meriem...

Sommaire

Liste des figures.....	1
Liste des tableaux.....	2
Introduction.....	3

Chapitre I : Généralités sur les MTH

I. Définition d'une maladie à transmission hydrique.....	7
I.1. Le risque sanitaire d'origine biologique.....	7
I.2. Le risque sanitaire d'origine chimique	13

Chapitre II : Changement climatique et MTH

I. Dérèglement climatique	20
I.1. Qu'est-ce que l'effet de serre naturel ?.....	21
I.2. L'effet de serre additionnel.....	21
II. Evolution du climat en méditerranée.....	22
III. Les paramètres climatiques ayant un rapport avec les MTH.....	23
III.1. La température.....	23
III.2. Les précipitations.....	23
IV. L'effet du changement climatique sur les maladies causées par l'eau	24
IV.1. Quel impact le changement climatique aura-t-il sur l'eau ?.....	24
IV.2. Comment les précipitations affectent la qualité de l'eau ?.....	24
IV.3. Quel impact la température a-t-elle sur les maladies liées à l'eau ?.....	25

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude

I. Présentation du site d'étude.....	26
1. Climat	27
2. Démographie.....	27
3. Santé.....	28

4. Ressources hydriques.....	30
5. Origine de la pollution de l’oued Soummam.....	31

Chapitre IV : Méthodologie générale

1. Méthodologie	32
1.2. Collecte de données.....	32
1.2.1. Population cible.....	32
1.2.2. Variables étudiées.....	32
1.3. Analyse des données	33
1.4. Difficultés rencontrées pour la réalisation de l’étude.....	33

Chapitre V : Résultats et discussion

1. Résultats	34
1.1. Secteur sanitaire de Béjaïa.....	34
1.2. Secteur sanitaire d’Akbou.....	36
1.3. Secteur sanitaire de Sidi Aich.....	38
1.4. Secteur sanitaire d’Amizour.....	40
2. Discussion.....	43
Conclusion	45
Référence bibliographique.....	47
Annexes.....	53

Liste des figures

Numéro	Liste des figures	Page
1	Carte schématique de la zone d'étude avec localisation des secteurs sanitaires	20
2	Evolution de la population de la wilaya de Béjaïa de 1977 à 2008	21
3	Répartition de la population par groupe d'âge et sexe	22
4	Evolution des MTH à Béjaïa de 1990 à 2009	27
5	Evolution de la température à Béjaïa de 1990 à 2009	28
6	Evolution de la pluviométrie à Béjaïa de 1990 à 2009	28
7	Evolution des MTH à Akbou de 1990 à 2009	29
8	Evolution de la température à Akbou de 1990 à 2009	30
9	Evolution de la pluviométrie à Akbou de 1990 à 2009	30
10	Evolution des MTH à Sidi Aich de 1990 à 2009	31
11	Evolution de la température à Sidi Aich de 1990 à 2009	32
12	Evolution de la pluviométrie à Sidi Aich de 1990 à 2009	32
13	Evolution des MTH à Amizour de 1990 à 2009	33
14	Evolution de la température à Amizour de 1990 à 2009	34
15	Evolution de la pluviométrie à Amizour de 1990 à 2009	34
16	Evolution des MTH dans le bassin de la Soummam de 1990 à 2009	35

Liste des tableaux

Numéro	Liste des tableaux	Page
I	Répartition des communes par secteur sanitaire	22
II	Répartition de la population par secteur sanitaire	23
III	Infrastructures sanitaires par habitants	23

Introduction

Introduction

Les infections à transmission hydrique sont causées par l'eau ou par la nourriture contaminées par des micro-organismes pathogènes pour l'homme (El Aouad, 2009). La rareté de l'eau provoque aussi ces infections en obligeant les gens à boire de l'eau impure (Organisation Mondiale de la Santé, 2012).

Les trois quarts de la terre sont constitués d'eau. Seul 2,5% de l'eau qui existe sur notre planète est douce (Carrasco, 2009).

Il est certain que sur la terre, l'eau est très mal distribuée. Dans certaines régions, cet élément est abondant et fait défaut dans d'autres (Carrasco, 2009).

Les plus grandes quantités d'eau se trouvent en Amérique du Nord, au Canada principalement, dans le Sud-est de l'Asie et en Amazonie. Actuellement 26 pays manquent gravement d'eau et 400 millions de personnes seraient affectées par ce que nous appelons le stress hydrique. Des rapports présentés en 2003 par l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture (UNESCO) et de l'Organisation des Nations Unies (ONU), indiquent qu'en 2050, le nombre de pays manquant d'eau aura doublé. Cela concerne les pays d'Afrique, du Moyen Orient, le Sud-est des Etats-Unis, le Mexique, la plateforme de l'Océan Pacifique en Amérique Latine, l'Asie centrale, y compris l'Iran et une partie de l'Inde (Carrasco, 2009).

Il y a des facteurs qui aggravent les problèmes issus du manque d'eau parmi lesquels: le gaspillage, la pollution (industrielle, agricole et urbaine) et les changements que nous faisons subir à l'environnement (Carrasco, 2009).

D'après l'OMS, le vrai développement des sociétés ne se mesure pas en nombre de lits d'hôpitaux mais en nombre de robinets d'eau potable qui fonctionnent correctement dans les foyers.

Une eau insalubre et porteuse de maladies, comme la diarrhée, le choléra, la typhoïde, la poliomyélite, la méningite et les hépatites, fait 8 millions de victimes par an, soit 15 morts par minute ou 22 000 par jour, dont la moitié sont des enfants. Parmi ces derniers, 6 000 meurent de diarrhées chaque jour (Gagebi, 2006). La répartition des maladies à transmission hydrique concerne particulièrement les pays pauvres ou en voie de développement (Benayada, 2009). Selon l'OMS, le choléra affecte chaque année un demi million de personnes et en tue 12 000. Les gastro-entérites tuent, chaque année, 6 millions d'enfants de moins de 5 ans (Eau Seine Normandie, 2009).

En Europe, le choléra disparaît au début du siècle et la typhoïde en son milieu. Salmonelloses et Shigelloses deviennent beaucoup plus rares et l'amplitude des épidémies est généralement plus faible (Lesne, 1999).

En Jordanie, une récente analyse de l'impact de la rareté de l'eau sur la santé a révélé que la disponibilité réduite de l'eau était liée à une augmentation de la prévalence de la diarrhée dans la population urbaine (Comité régional de la Méditerranée orientale, 2008).

En Afrique, on enregistre chaque année 16 millions de nouveaux cas de typhoïde (Eau Seine Normandie, 2009).

Au Maroc, L'incidence de ces maladies à savoir le choléra, la typhoïde et les hépatites épidémiques (A et E) sont en nette diminution (Maazouzi et al, 2006).

L'application d'une stratégie basée sur la détection précoce, la déclaration obligatoire et l'intervention rapide contre les flambées épidémiques, a permis un meilleur contrôle de ces maladies qui sont enregistrées sous forme de cas essentiellement épisodiques avec une diminution du risque d'épidémie (Maazouzi et al, 2006).

En Algérie, il est à noter des disparités régionales dans l'incidence de ces maladies, du fait de l'éclosion ici et là de foyers épidémiques. La persistance de ces maladies à transmission hydrique (M.T.H), s'explique notamment par la dégradation de l'hygiène du milieu liée, à l'insuffisance et à la vétusté du réseau d'adduction de l'eau potable, au réseau d'évacuation et de traitement des eaux usées, au développement de l'habitat précaire et de l'urbanisation anarchique. Si aucun cas de choléra, introduit en Algérie en 1970, n'a été déclaré depuis 1997, la fièvre typhoïde persiste avec cependant une nette diminution ces dernières années, de son incidence annuelle qui est passée de 9 cas pour 100 000 habitants en 2000 à 2 cas pour 100 000 habitants en 2007.

Les hépatites virales A demeurent une des principales infections virales d'origine entérique, avec un taux d'incidence annuelle d'environ 3 cas pour 100 000 habitants en 2002 et 2 cas pour 100 000 habitants en 2004. Quant aux toxi-infections alimentaires (TIA), chaque année, 3500 à 5000 cas sont déclarés (Mesbah, 2009).

Toutes ces données montrent qu'il y a bien une relative maîtrise du problème des maladies à transmission hydriques ou alimentaire qui s'explique notamment par une amélioration assez nette des indicateurs de l'assainissement et de l'hygiène. Mais la disponibilité de l'eau, qui risque d'être précaire dans un contexte de changement climatique, nous incite à dire que la vulnérabilité aux

maladies à transmission hydrique ou alimentaire est encore réelle (Stratégie d'Adaptation du Secteur de la Santé au Changement Climatique. Tunisie., 2010).

Selon le quotidien Algérien El Watan du 15-04-2006, Béjaïa à l'instar des autres wilayas du pays, n'échappe pas aux incidences de ces affections, puisque nous enregistrons encore des situations épidémiques. Une épidémie de fièvre typhoïde a été rapportée par les services de santé de la wilaya. Cette épidémie a touché principalement le secteur sanitaire de Kherrata (75 % des cas) et à un moindre degré le secteur sanitaire de Béjaïa (27,3 %). Le taux d'incidence mensuelle de Béjaïa est le plus élevé. Il est de 5 cas pour 100 000 habitants (Institut National de santé publique, 2005). Le taux d'incidence des toxi-infections alimentaires est de 12 cas pour 100 000 habitants. Les cas ont été notifiés au niveau de deux communes: Tamridjt (92 % des cas) et Souk El Tenine (8 %), relevant du secteur sanitaire de Kherrata (Institut National de santé publique, 2005).

Selon les rapports de L'OMS, le changement climatique a été responsable d'environ 2,4 % des cas de diarrhées (El Aouad, 2009). L'essentiel de ce changement est attribué à l'augmentation de la concentration atmosphérique des gaz à effet de serre, générés par l'activité humaine (Institut national de la recherche agronomique, 2007).

L'augmentation d'épisodes de forte précipitations et l'élévation de la température provoquée par le changement climatique ainsi que la multiplication des mares d'eaux stagnantes, pourrait rendre plus fréquentes les maladies à transmission hydrique. En effet, les fortes précipitations peuvent entraîner les bactéries des eaux usées, des engrais et d'autres déchets organiques dans les cours d'eau. Ce qui pourrait provoquer, faute de traitement adéquat, la contamination directe des sources d'approvisionnement en eau potable (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) et le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) ,2011).

L'objectif de notre travail est d'expliquer la relation qui existerait entre les séries chronologiques de températures et de précipitations (de 1990 à 2009) et l'apparition des MTH dans la vallée de la Soummam.

Pour cela, nous avons divisé notre travail en trois parties essentielles :

La première partie aura pour objet principal d'impliquer les lecteurs de ce document dans le sujet, à travers une synthèse bibliographique sur les différents travaux ayant trait aux maladies liées à l'eau et le changement climatique en s'appuyant sur deux paramètres climatiques précipitations et températures.

La deuxième partie portera sur la description de la zone d'étude et à la collecte de la base de données relatives aux différentes maladies à transmission hydrique, ainsi que les précipitations et les températures de la région.

La troisième partie consiste en l'analyse des données et la recherche d'une éventuelle relation entre les données climatiques et les MTH.

Chapitre I

Généralités sur les MTH

I. Définition d'une maladie à transmission hydrique

Une maladie d'origine hydrique est définie comme toute maladie de nature infectieuse ou d'origine physicochimique causée, ou présumée causée, par: ingestion d'eau, contact avec l'eau ou inhalation de vapeurs ou de gouttelettes d'eau.

Les maladies liées à la contamination de l'eau représentent une charge considérable pour l'humanité.

Le risque hydrique survient de manière directe ou indirecte ; dans le premier cas, il résulte d'un contact avec l'eau contaminée elle-même (eau usée, ressources, eau de loisir ou de boisson) ; dans le second cas, il survient par l'intermédiaire d'aliment ou d'air contaminé par une eau de qualité impropre (végétaux consommés crus, glaces, poissons, coquillage, crustacés (Guérin et al.2003).

Les maladies liées à l'eau sont une tragédie humaine. Il s'agit de plusieurs groupes d'affections qui tuent encore des millions de personnes et empêchent d'autres à mener une vie saine et productive.

A partir du 19^{ème} siècle que l'on a pris des mesures pour l'assainissement du milieu. En 1855 à Londres, John SNOW fait la relation entre le choléra et l'eau potable. Les possibilités d'intervention sont apparues lorsque les bactéries ont été identifiées (Kaced, Iratni, 2007).

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2004, Les contaminants hydriques sont essentiellement de nature biologique ou chimique.

I.1. Le risque sanitaire d'origine biologique

❖ Bactérien

1. choléra

Le choléra est une maladie aiguë qui résulte de l'envahissement de l'intestin grêle par *vibrio cholerae*. La maladie se caractérise par une survenue épidémique et l'apparition d'une diarrhée massive avec une déplétion rapide des liquides extracellulaires et des électrolytes (Carpenter, 1988).

• Mode de transmission

-Direct : de personne à personne par le mécanisme des mains sales, mais est plutôt rare compte tenu de l'inoculum nécessaire au développement : 10^6 à 10^9 germes. Mais la contamination intra-hospitalière est classiquement une preuve de transmission directe inter-humaine.

-Indirect : par l'eau, le lait, les légumes verts, les objets souillés, la transmission par les mouches est également possible. (Benzemma et al, 2011).

2 .La fièvre typhoïde :

La fièvre typhoïde est une maladie aiguë systémique résultante de l'infection par *salmonelle typhi*. La maladie est propre à l'homme. Elle est caractérisée cliniquement par un malaise, une fièvre, une gêne abdominale, une éruption transitoire ; une splénomégalie et une leucopénie. Les complications majeures les plus marquantes sont les hémorragies et les perforations intestinales

La maladie représente l'exemple classique de fièvre intestinale due aux salmonelles. Cependant une fièvre intestinale analogue à la typhoïde peut aussi être causée par d'autre sérotype de salmonelle et, est appelée fièvre paratyphoïde (Guerrant, 1988).

- **Mode de transmission**

-Direct : par les mains sales de matière fécale,

-Indirect : la contamination hydrique est le plus souvent en cause : eau de puits, eau de distribution urbaine contaminée accidentellement ou contamination alimentaire (lait et dérivés, légumes crus souillés, fruits de mer consommés crus, ou insuffisamment cuits) (Bezzaoucha, 2004).

3. Dysenterie bacillaire ou Shigellose

On appelle shigellose une infection bacillaire aiguë du tractus intestinal due à l'une des quatre espèces de *shigella* (*S.dysentria*, *S.flexneri*, *S.sonnei*, *S.boydii* (Pearson *et al.* 1988 ; Denis *et al.*2010).

C'est une maladie contagieuse qui se manifeste par une inflammation du gros intestin et entraîne des diarrhées glaireuses et sanguinolentes avec des douleurs abdominales et ténésmes (Direction des activités de santé de proximité(DASP) ,2003).

- **Mode de transmission**

-Direct : par voie oro-fécale,

-Indirect : l'eau souillée, aliments crus souillés, objets souillés, les légumes et les fruits cueilli des plantes poussant sur le sol infecté par arrosage par l'eau contaminée ou de l'eau usée (Bezzaoucha, 2004).

4. Leptospirose

Leptospirose est un terme appliqué à toute affection causée par un leptospire, quel que soit son sérotype spécifique (Sanford, 1988).

Les leptospiroses revêtent différentes formes cliniques et associent d'ordinaire fièvre d'apparition brutale, céphalées, myalgies, frissons, suffusion conjonctivale et éruption cutanée. La maladie peut évoluer vers une méningite, une anémie hémolytique, une jaunisse, des manifestations hémorragiques et d'autres complications, y compris une insuffisance hépatorénale.

- **Mode de contamination**

L'infection se produit par contact entre la peau (en particulier des plaies cutanées) ou les muqueuses et de l'eau, de la terre humide ou des végétaux contaminés par l'urine d'animaux infectés, notamment des rats.

L'infection peut être due occasionnellement à des contacts directs avec l'urine ou des tissus d'animaux contaminés, ou à la consommation d'aliments contaminés par l'urine de rats infectés.

- ❖ **Viral**

1. Hépatite virale A (HVA)

Selon l'OMS, l'hépatite virale est définie comme étant une infection parasitaire et contagieuse. Le virus de l'hépatite A est un virus à ARN appartient à la famille des entérovirus ; il est résistant dans le milieu extérieur, au chlore, c'est un virus thermostable qui ne se détruit qu'après une longue ébullition.

L'homme est le réservoir essentiel de la maladie les selles constituent la source immédiate de l'infection (Benzemma et al, 2011).

- **Mode de transmission**

-Voie oro- fécale : aliments et eau contaminés dans les populations des pays exportateurs de singes.

- La transmission est favorisée par les mauvaises conditions d'hygiène.
- La transmission entre animaux est vraisemblablement facilitée par la coprophagie.
- Les aérosols pourraient, dans certaines conditions être contaminants (Centre nationale de la recherche scientifique, 2010).

2. Hépatite virale E (HVE)

L'hépatite E est une hépatite liée à un virus à ARN (VHE), dont il existe quatre génotypes connus que l'on rencontre chez l'homme. Les souches de génotypes 1 et 2, exclusivement présentes chez l'homme, circulent dans les régions d'endémicité (Asie, Afrique, Mexique), alors que les souches de génotype 3 sont cosmopolites, responsables de cas humains autochtones dans les pays industrialisés et circulent aussi dans le règne animal.

Le VHE circule de façon endémique dans les pays où la fourniture en eau potable et l'assainissement ne sont pas maîtrisés. Il circule également de manière sporadique dans les pays industrialisés (Direction générale de la santé, 2011).

- **Mode de transmission**

Le VHE se transmet essentiellement par :

- consommation d'eau non traitée et d'aliments contaminés,
- rarement de personne à personne (transmission féco-orale, de la mère à l'enfant lors de la grossesse,) (Direction générale de la santé, 2011).

3. Poliomyélite

La poliomyélite est une maladie virale touchant la plupart du temps les enfants qui peuvent devenir paralysés (Geursen et al, 2006). Causée par des virus très contagieux les poliovirus.

La poliomyélite est une affection pouvant conduire à une invalidité sévère ou même être mortelle.

- **Mode de transmission**

La transmission du virus est exclusivement interhumaine et s'effectue soit par voie oro-fécale, directe ou indirecte (eau ou aliments contaminés), soit par voie respiratoire (aérosols).

Le virus pénètre par la bouche puis va se fixer dans la gorge et le tube digestif, où il se multiplie. Exceptionnellement, le virus peut pénétrer au sein de l'organisme, et se fixer au niveau des neurones

❖ Parasitaire

1. Amibiase

On désigne par le terme amibiase l'ensemble des troubles causés par *Entamoeba histolytica* ou *Entamoeba dysenteria*, c'est la seule espèce réellement pathogène.

La manifestation la plus fréquente étant la dysenterie amibienne pouvant évoluer vers des formes plus graves : Les amibiases viscérales (hépatiques et pulmonaires).

L'amibiase est causée par un protozoaire unicellulaire, qui infecte majoritairement l'homme. Elle se manifeste cliniquement sous deux formes principales :

- l'amibiase intestinale aiguë
- l'amibiase hépatique (ou tissulaire, d'autres organes peuvent être atteints) (Brouard, 2011).

L'agent pathogène existe sous 3 formes :(Brouard, 2011) (Autin, 2005).

- *Forme minuta* c'est une forme végétative non pathogène
- *Forme histolytica* (hématophage) une forme végétative pathogène,
- *Forme kystique*, c'est la forme de dissémination

• Mode de transmission

L'infection se transmet par la voie féco-orale, soit

- directement de personne à personne soit,
- indirectement par la consommation d'eau ou d'aliments contaminés par des matières fécales.

2. Giardiase

C'est une parasitose diarrhéique, elle affecte le tractus digestif. Le parasitisme est habituellement sans symptômes il peut parfois se manifester par des diarrhées et des douleurs épigastriques (Benzemma, 2011).

L'agent en cause, *Giardia lamblia* est un protozoaire flagellé qui doit obligatoirement parasiter un hôte pour compléter son cycle de vie, lequel comprend deux formes :

- le trophozoïte, mobile (avec plusieurs flagelles) et non infectieux qui ne peut pas survivre hors de l'hôte à cause de sa fragilité,
- le kyste (environ 8 x 14 µm), qui est la forme infectieuse pouvant survivre dans diverses conditions environnementales défavorables (Chevalier, 2003).

- **Mode de transmission**

L'infestation est généralement due à l'ingestion de kystes de *Giardia intestinalis* présents dans de l'eau (eau de boisson non filtrée ou eau de baignade) ou dans des aliments contaminés par des excréments humains ou animaux infestés (Nakpil, 2010)

3. Bilharziose

Les bilharzioses ou schistosomiasis sont des affections parasitaires dues à des trématodes, vers plats, à sexes séparés, hématophages, vivant au stade adulte dans le système circulatoire des mammifères et évoluant au stade larvaire chez un mollusque d'eau douce (Université médicale virtuelle francophone, 2009)

Cinq espèces des schistosomes ont été incriminées dans la pathologie humaine (Benzemma et al, 2011) :

-*S.hematobium*

-*S.mansoni*

-*S.intercalatum*

-*S.japonicum*

-*S.mekongi*

La Schistosome urinaire, la seule qui existe en Algérie est due à *S.hematobium*.

- **Mode de transmission**

L'infestation se produit dans de l'eau douce hébergeant des formes larvaires (cercaires) de schistosomes, qui se développent dans les mollusques. Les larves libres pénètrent dans l'épiderme des nageurs ou des personnes qui marchent dans l'eau. L'infestation des mollusques résulte de l'excrétion d'œufs dans l'urine et les excréments humains (Nakpil, 2010).

- ❖ **La gastro-entérite aigue**

La gastro-entérite est une infection courante des intestins qui provoque des vomissements et de la diarrhée. Elle est causée par des bactéries, des virus, etc.

La plupart des attaques disparaissent seules après quelques jours. Si la diarrhée et les vomissements sont graves, le patient risque de se déshydrater, ce qui signifie qu'il n'a pas assez d'eau dans le corps. C'est un problème très grave chez les bébés et les petits-enfants. De nombreux agents sont en cause :

- Virus : tel que rotavirus A et B, parvovirus, calicivirus...
- Bactérie : E. coli, campylobacter...

- **Mode de transmission**

L'eau contaminée par des bactéries en est une cause courante, notamment dans les pays ayant un système sanitaire déficient. (Middleton, 2008)

- Indirect : eau, aliment et objet souillés
- Direct : interhumaine (Benzemma et al, 2011).

II.2. Le risque sanitaire d'origine chimique :

D'une façon générale, le risque chimique peut être lié, soit à une contamination de l'eau brute (pesticides, nitrates...), soit à un traitement de l'eau (dérivés de l'aluminium coagulant, sous-produits de désinfection), soit au transport de l'eau (présence dans les tuyaux de contaminants tels que plomb, amiante, hydrocarbures aromatiques polycycliques).

La plupart du temps, le risque, réel ou suspecté, à court ou long terme, est le fait d'un accroissement de la teneur dans l'eau d'un composant, phénomène qui peut être momentané ou non, accidentel ou non. A long terme, le rôle néfaste de macro-constituants des eaux (sodium, dureté...) n'a pas été confirmé ; en revanche, certains micro-constituants sont réellement impliqués dans un risque hydrique, tels des métaux lourds (plomb, cadmium etc.) ; des interrogations subsistent sur le risque cancérigène qui pourrait être induit par certaines molécules organiques (pesticides, haloformes) et, d'une manière plus générale, par les sous-produits minéraux ou organiques de la désinfection des eaux (chloration surtout).(Hartemann, 2006)

❖ Fluorose

Le fluor est un élément chimique de la famille des *halogènes*.

Très répandu dans l'environnement : sol, eau, plantes, animaux.il est caractérisé par :

- Grande réactivité avec de nombreux atomes ;
- Grande stabilité de certaines de ses liaisons chimiques.
- Sa forte électronégativité. (Haouat, 2011)

Il est présent dans l'eau, principalement en tant qu'ions fluorures ou combinés avec l'aluminium (Greenfacts, 2005).

L'ingestion du fluor se manifeste de deux manières : (Haouat ,2011)

➤ **Aigue :**

Brûlures, Toux, suffocation, frisson (2heures), fièvre (1-2jours), lésions caustiques digestives après 4 à 12h Fluorures.

Nausées, Vomissements, Diarrhées, 6 h après. Crises neuromusculaires ; épilepsies, tétanie, collapsus, troubles de conduction → coma,

➤ **Chronique :** La fluorose.

La fluorose, est le résultat d'effet cumulatif de l'ingestion de fluor (supérieur a 1 mg/l) dans l'eau potable associé à un régime riche en fluor qui se traduit par des manifestations dentaires (émail taché) et osseuses (Benzemma et al ,2011).

- **La fluorose dentaire** est une condition qui résulte d'un apport excessif de fluorures pendant la période de développement des dents, généralement entre la naissance et l'âge de 6 à 8 ans.

Des concentrations excessives de fluorures peuvent perturber le fonctionnement des cellules responsables de la formation de l'émail (adamantoblastes), ce qui empêche la bonne maturation de cet émail. Elle se caractérise généralement par l'apparition de petites taches blanches sur l'émail ; les individus souffrant de fluorose dentaire grave ont les dents tachetées et trouées (dents "marbrées" ou "tachetées"). (Greenfacts, 2005)

-**La fluorose osseuse** : État de santé dû à une quantité excessive de fluorure dans les os, provoquant des transformations dans la structure osseuse qui conduit à un affaiblissement de l'os. Elle se produit dans les zones où la teneur naturelle de l'eau potable en fluorure est particulièrement élevée.

La forme la plus sévère de fluorose osseuse, appelée "fluorose osseuse invalidante", peut se traduire par une calcification des ligaments, l'immobilité, une perte musculaire et des problèmes neurologiques résultant d'une compression de la moelle épinière.

❖ Le nitrate

Le nitrate et le nitrite sont des formes d'azote qui existent naturellement dans l'environnement. Le nitrate est essentiel à la croissance des plantes. Il est présent dans tous les légumes et grains. Il est couramment utilisé dans les engrais aussi. Le nitrite est moins stable et plus rare dans l'environnement.

Les sources les plus courantes de nitrate dans l'eau sont :

- les engrais chimiques employés pour améliorer la croissance des cultures;
- les déchets d'origine animale provenant de granges et de lieux d'entreposage de fumier;
- le fumier répandu dans les champs;
- les déchets d'origine humaine provenant de champs d'épuration, ou de fosses septiques ou de cuves de rétention non étanches;
- les sols contenant des composés d'azote provenant de matière organique en décomposition (Manitoba, 2010).

Le risque le plus important pour la santé que l'on associe à l'ingestion du nitrate est la méthémoglobinémie, ou la maladie bleue.

- **Effet sur la santé**

- Insuffisance d'oxygénation musculaire (hypoxie tissulaire) due à la transformation d'hémoglobine en méthémoglobine par les nitrites,
- Bleuissement autour de la bouche, sur les mains, les pieds (Syndrome du bébé bleu),
- Trouble respiratoire,
- Vomissement et diarrhée chez les nouveaux nés (Benzemma et al, 2011).

- ❖ **L'arsenic**

L'arsenic est un métalloïde qui existe sous différentes formes de composés inorganiques et organiques. Sous sa forme inorganique, l'arsenic peut présenter plusieurs états d'oxydation

(-III, 0, III et V). Dans l'eau, les formes inorganiques trivalente et pentavalente sont les plus communes. Dans les eaux de surface, on retrouvera l'arsenic principalement sous forme d'arséniates (V), tandis que dans les eaux souterraines, les arsénites (III) sont généralement plus abondants. La forme inorganique prédominante dans l'eau est déterminée par le pH et les conditions d'oxydoréduction. Par conséquent, si ces conditions changent, la forme d'arsenic inorganique change aussi. L'arsenic, sous sa forme trivalente, est plus toxique que sous sa forme pentavalente (Groupe scientifique sur l'eau, 2006)

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a établi une valeur guide de 10 µg/litre pour l'arsenic dans l'eau de boisson, et d'après le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC ou IARC) il existe suffisamment de preuves pour conclure que "l'arsenic et les composés de l'arsenic" peuvent provoquer le cancer chez l'homme.

L'homme est exposé à l'arsenic principalement par le biais des aliments et de l'eau (Greenfacts, 2004)

- **Effet sur la santé**

Si une personne avale une grande quantité d'arsenic, sous une forme qui peut être facilement absorbée, cela peut entraîner un empoisonnement rapide et le décès de cette personne. L'intestin, le cœur et le système nerveux sont touchés. Ceux qui survivent à un empoisonnement aigu peuvent développer des taches de pigments sur la peau ou souffrir de dommages au niveau des globules rouges, de la moelle osseuse, du foie, des nerfs et du cerveau. Une exposition à long terme à des niveaux élevés d'arsenic dans l'eau de boisson peut engendrer un épaississement de la peau ou l'apparition de taches de pigments sur la peau, ainsi que le cancer de la peau, des poumons, de la vessie ou des reins.

Le fait d'ingérer de l'arsenic à long terme, principalement à travers la consommation d'eau de puits contaminée, a engendré à Taiwan une maladie appelée "maladie du pied noir" ("Blackfoot disease" en anglais). Les vaisseaux sanguins de la jambe et du pied sont endommagés, ce qui a pour résultat que le pied devient froid, insensible et finalement. (Greenfacts, 2004)

❖ **Le plomb**

Le plomb est un métal grisâtre que l'on retrouve dans la croûte terrestre. Il existe plusieurs isotopes stables du plomb dans la nature, les plus abondants sont : ^{208}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb et ^{204}Pb

Le plomb existe sous forme métallique, inorganique et organique. Le plomb métallique est insoluble dans l'eau. Très malléable et résistant à la corrosion, il a longtemps été utilisé dans la fabrication de conduites d'eau, de même que dans les alliages utilisés pour la soudure de la tuyauterie. Le plomb prend une forme inorganique lorsqu'il s'associe à certains composés pour former des sels de plomb.

Quant au plomb organique, il se présente le plus souvent sous forme de plomb tétraméthyle et de plomb tétraéthyle.

- **Source d'exposition au plomb**

L'eau d'alimentation peut, lorsqu'elle est particulièrement corrosive, dissoudre le plomb des conduites d'eau. Ces canalisations en plomb ont été installées jusqu'à maintenant (Parayre, 1998).

- **Mode de contamination**

Consommation d'eau avec un excès de plomb.

- **Effet sur la santé**

- **Toxicité aiguë**

L'intoxication aiguë par le plomb est rare. Elle est en effet secondaire à une ingestion massive ou l'administration parentérale d'un dérivé inorganique. Elle ne doit pas être confondue avec les manifestations aiguës de l'intoxication chronique. (Direction Générale de la Santé, 2002)

-Les symptômes

L'intoxication aiguë évolue en deux phases. Deux à 48 heures après la prise surviennent des douleurs abdominales, des vomissements et parfois une diarrhée, Ces troubles digestifs s'accompagnent d'une hémolyse, des arthralgies et/ou des signes d'atteinte neurologique centrale, d'une atteinte tubulaire rénale, d'une hépatite cytolitique

- **Toxicité chronique**

-Les symptômes

- Syndrome abdominal
- Encéphalopathie
- Neuropathies périphériques
- Atteintes rénales
- Hypertension artérielle
- Hyperuricémie
- Effets hématologiques
- Parotidite et pancréatite
- Cancer

❖ Les pesticides

Les pesticides, également appelés produits phytosanitaires ou produits phytopharmaceutiques, sont des poisons utilisés pour lutter contre les « ennemis » des cultures (herbes, insectes, champignons) ou divers animaux considérés comme nuisibles dans les champs, les jardins, à l'intérieur des maisons (souris, rats, vers, taupes...) (Rigaud, 2008).

L'utilisation de pesticides a pour conséquence une contamination de l'environnement et en particulier les eaux souterraines et superficielles (Schrack, 2009).

• Effet des pesticides sur la santé

Les recherches menées depuis 30 ans sur les pesticides montrent que certains de ces produits sont dangereux pour l'homme. Une exposition prolongée à des doses excessives de pesticides dans l'eau peut en effet avoir de graves conséquences.

Certaines études épidémiologiques font état de cancers, de malformations génitales, de baisse de la fertilité masculine, de problèmes immunitaires ou d'effets néfastes sur le foie et le système nerveux (Bertola et al, 2004).

Les effets des pesticides sur la santé dépendent toujours du type de pesticide.

Chapitre II

Changement climatique et MTH

Selon l'OMS, le changement climatique aura cinq grandes conséquences sur la santé :

- le changement du régime des pluies et des températures, risque de modifier la répartition géographique des insectes vecteurs qui propagent les maladies infectieuses ;
- la rareté de l'eau comme l'excès d'eau due à des pluies torrentielles répétées, vont accroître la charge des maladies diarrhéiques ;
- l'élévation de la température accroît le volume d'ozone au niveau du sol et précipite le démarrage de la saison pollinique. Ce qui contribue aux crises d'asthme. D'autre part, les vagues de chaleur, notamment les «îlots de chaleur» urbains, augmentent directement la morbidité et la mortalité, essentiellement chez les personnes âgées qui souffrent de maladies cardio-vasculaires ou respiratoires ;
- la survenue plus fréquente d'événements climatiques extrêmes ; d'où un risque d'accroissement du nombre de décès et de traumatismes provoqués par les tempêtes, les inondations et des flambées de maladies, telles que le choléra ;
- l'agriculture étant très sensible aux variations du climat, la hausse des températures et la multiplication des sécheresses et des inondations peuvent compromettre la sécurité alimentaire (Stratégie d'Adaptation du Secteur de la Santé au Changement Climatique. Tunisie., 2010).

I. Dérèglement Climatique

Selon le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), le climat varie et variera toujours pour des raisons naturelles. Toutefois, les activités humaines augmentent de façon considérable les concentrations atmosphériques de certains gaz qui tendent à réchauffer la surface de la terre. Il existe des preuves nouvelles et encore plus solides que l'essentiel du réchauffement observé ces 50 dernières années est imputable à l'activité humaine.

La communauté scientifique est quasi unanime : l'aggravation de l'effet de serre est à l'origine du changement climatique constaté depuis quelques décennies.

Les activités humaines, notamment depuis la révolution industrielle, ont anormalement augmenté le phénomène (El Yamani, 2006).

I.1. Qu'est-ce que l'effet de serre naturel ?

L'effet de serre est un phénomène physique naturel.

Présents en petite quantité dans l'atmosphère, certains gaz comme la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone appelé aussi gaz carbonique (CO_2) ou le méthane (CH_4) retiennent une large part de l'énergie solaire renvoyée vers l'espace par la Terre, sous forme de rayons infrarouges. Ils maintiennent ainsi la température sur Terre à une moyenne d'environ 15°C .

Sans eux, cette moyenne descendrait à -18°C , ce qui interdirait le développement de la vie. (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie ,2011)

I.1.1 Les principaux gaz à effet de serre(GES) naturel

- La vapeur d'eau (H_2O) qui se forme par évaporation depuis le sol, les plantes, les rivières, les océans, etc. Elle est responsable à elle seule d'environ 60% de la réflexion des rayonnements depuis l'atmosphère vers la terre.
- Le gaz carbonique (CO_2) émis par exemple par la respiration humaine et animale, la décomposition d'un corps mort ou lors d'un incendie de forêt pour 25%.
- le méthane (CH_4) émis principalement par la décomposition dans les zones humides (marais, forêts tropicales, ...) et la digestion des animaux (en particulier les ruminants et les termites).
- le protoxyde d'azote (N_2O) émis par les océans et les sols (ADEME, 2011).
- L'ozone(O_3) est un gaz rare dont on trouve 90 % des molécules présentes dans l'atmosphère entre 12 et 50 km d'altitude (stratosphère), le reste se trouvant essentiellement en tant que polluant majeur à proximité des villes (l'ozone troposphérique). L'ozone stratosphérique forme une couche fondamentale : la couche d'ozone, qui absorbe les rayonnements solaires les plus dangereux, en particulier les UVC et les UVB1. Elle limite le passage de ces rayons et permet le développement de la vie sur Terre. (Rabourdin et al, 2003)

I.2. L'effet de serre additionnel

Depuis le début de la révolution industrielle, l'homme a émis une grande quantité de différents gaz dans l'atmosphère, principalement en brûlant du charbon, du gaz et du pétrole (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) ,2009). Les

activités humaines rajoutent du CO₂, du CH₄ et du NO₂ dans l'atmosphère ainsi que d'autres GES très nocifs comme les gaz fluorés inventés par l'Homme.

Tous ces gaz viennent s'ajouter à ceux déjà présents naturellement et « épaississent la couverture naturelle ». La Terre a donc plus chaud. On parle d'effet de serre additionnel (Anonyme, 2009).

I.2.1. D'où viennent les GES d'origine humaine ?

Le **CO₂** provient de l'utilisation des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel) par les centrales électriques, les transports, les industries, les chaudières, etc. La déforestation est aussi une source importante de **CO₂** (Anonyme, 2009).

Le **N₂O** est surtout produit par les engrais utilisés en agriculture et les industries chimiques.

Le **CH₄** provient essentiellement des processus de fermentation des animaux d'élevage, des décharges et des rizières (Anonyme, 2009).

Les gaz fluorés : les perfluorocarbures(**PFC**) dans l'industrie de l'aluminium par exemple, les hexafluorocarbures(**HFC**) utilisés dans les secteurs de la réfrigération (notamment la climatisation mobile dans les voitures), et l'hexafluorure de soufre(**SF₆**), isolant dans l'industrie électrique (Trotignon, 2009).

II. Evolution du climat en méditerranée

Le climat méditerranéen se caractérise par des hivers doux et humides, des printemps et automnes souvent humides et des étés secs (Planton, 2000).

En Méditerranée, des passés lointains ont connu des évolutions climatiques importantes (avec des températures pouvant être en moyenne de 8°C inférieures à aujourd'hui (il y a 20 000 ans) ou bien supérieures de 1 à 3°C (il y a 6000 ans). Ces évolutions se sont étalées sur plusieurs centaines, voire milliers d'années (Antipolis, 2008).

En revanche, la situation actuelle et celle attendue dans les prochaines années est caractérisée par la rapidité des taux de changements. On observe des événements météorologiques d'ampleur jamais enregistrée jusqu'ici. Par exemple, en juin et juillet 2007, deux vagues de chaleur extrême ont frappé le sud-est de l'Europe, où les maxima quotidiens, qui étaient supérieurs à 40°C/104°F et ont atteint 45°C/113°F en Bulgarie. (Antipolis, 2008)

Ce réchauffement est également perceptible sur le nord de l'Afrique même s'il est plus difficilement quantifiable du fait d'un réseau d'observation moins complé-

Des incertitudes mais des consensus pour le 21^{ème} siècle faisant de la région un « hot spot du changement climatique ». (Antipolis, 2008)

III. Les paramètres climatiques ayant un rapport avec les MTH

Les pluies peuvent favoriser la dissémination d'agents infectieux et la température influe sur leur prolifération et leur survie (El Aouad, 2009).

Les données de Lima (Pérou) montrent que les taux d'incidence de la diarrhée sont 3 à 4 fois supérieurs en été qu'en hiver, et augmentent de 8 % à chaque hausse de 1°C de la température (Comité régional de la Méditerranée orientale, 2008).

III.1.La température

Les relevés des températures depuis les 157 dernières années montrent une hausse générale des températures de surface accompagnée d'importants contrastes régionaux. Pour ce qui est de la moyenne dans le monde, le siècle passé a subi un réchauffement qui s'est effectué en deux étapes : entre les années 1910 et les années 1940 : hausse d'environ 0,35°C ; et hausse plus significative, d'environ 0,55°C, depuis les années 1970. Des observations à l'échelle planétaire, effectuées à la surface de la terre depuis la fin des années 1950, prouvent que la troposphère (jusqu'à une altitude de 10 km environ) s'est réchauffée un peu plus vite que la surface, tandis que la stratosphère (10 30 km) s'est sensiblement refroidie depuis 1979.

En termes de moyenne planétaire, les températures de surface ont subi une hausse d'environ 0,74°C au cours des cent dernières années (de 1906 à 2005). (GIEC, 2008)

Onze des douze dernières années (1995–2006) figurent parmi les douze années les plus chaudes depuis 1850, date à laquelle ont débuté les relevés instrumentaux de la température à la surface du globe (GIEC, 2007).

III.2 .Les précipitations

Les précipitations sont un terme général pour désigner la pluie, la neige et les autres aspects sous lesquels l'eau tombe des nuages, sous forme solide ou liquide (GIEC, 2008).

Entre 1900 et 2005, les précipitations ont fortement augmenté dans l'est de l'Amérique du Nord et du Sud, dans le nord de l'Europe et dans le nord et le centre de l'Asie, tandis qu'elles

diminuaient au Sahel, en Méditerranée, en Afrique australe et dans une partie de l'Asie du Sud. Il est probable que la sécheresse a progressé à l'échelle du globe depuis les années 1970. (GIEC, 2007)

IV.L'effet du changement climatique sur les maladies causées par l'eau :

IV.1. Quel impact le changement climatique aura-t-il sur l'eau ?

Selon la fondation de l'eau potable sûre (Fondation de l'eau potable sûre, 2011) les changements climatiques augmentent la sévérité de la température. Cela signifie que quelques régions éprouveront une augmentation d'averse et il y aura des risques d'inondation. Les régions qui ont des sécheresses pourront éprouver des sécheresses encore plus extrêmes. La température moyenne augmentera aussi. Dans les secteurs où la température est plus élevée, la vitesse du cycle hydrologique augmentera créant ainsi une évaporation plus rapide de l'eau donc plus de précipitations (Fondation de l'eau potable sûre, 2011).

IV.2.Comment les précipitations affectent la qualité de l'eau ?

Les précipitations importantes augmenteront le risque d'inondation dans beaucoup de secteurs du monde. Les inondations peuvent augmenter l'exposition humaine aux microbes pathogènes, car il y a des contaminants dans ces eaux. Les pays en voie de développement sont particulièrement susceptibles de ceci, car leur eau peu profonde favorise le développement de moustique. Les équipements de traitement des eaux peuvent être endommagés, ce qui peut avoir comme conséquence la distribution d'eau non traitée ou incorrectement traitée. Les égouts et les conduites d'eau peuvent être détériorés, ce qui peut rendre l'eau potable souillée (Fondation de l'eau potable sûre, 2011).

Les inondations augmentent aussi la quantité d'écoulement des champs. Ceci peut aussi provoquer de grandes quantités de sédiments et d'algues dans l'eau. Une étude américaine à récemment découvert que des 548 épidémies de maladies aux États-Unis entre 1948 et 1994, plus de la moitié ont été précédés par des précipitations importantes. Généralement lors de précipitations fortes, il y a contamination de l'eau de surface et de l'eau souterraine. Les épidémies de maladies ne se produisent qu'environ 2 mois après les précipitations.

Tandis que les sécheresses réduisent au minimum la quantité d'approvisionnement en eau, ils peuvent aussi diminuer la qualité de l'eau. Les minéraux, comme le fer et le manganèse sont

plus concentrés vers le fond de l’approvisionnement en eau. Pendant une sécheresse, quand le niveau de l’eau diminue, le niveau de minéraux dans l’eau augmente (Fondation de l’eau potable sûre, 2011).

IV.3. Quel impact la température a-t-elle sur les maladies liées à l’eau ?

Dans une étude canadienne récente, l’effet de la température sur la *salmonelle*, l’*Escherichia coli* et le *cryptosporidium* a été étudié en Alberta et à Terre-Neuve entre 1992 et 2000. En Alberta, les chercheurs ont constatés que pour chaque augmentation de degré de température hebdomadaire moyenne, le nombre de cas rapportés de campylobacteriosis a augmenté de 2,2% et le nombre de cas causés par *Escherichia coli* de 6%. À Terre-Neuve, ils ont constaté que pour chaque augmentation de degré de température hebdomadaire moyenne, le nombre de cas rapportés de campylobacteriosis a augmenté de 4,5%.

Durant le phénomène d’El Nino, une augmentation moyenne de température de 5 degrés Celsius mène à une augmentation de 200% de diarrhée chez les enfants au Pérou. Un groupe de chercheurs a évalué une augmentation de la température pour un degré Celsius augmente de 8% le nombre de maladies diarrhéiques (Fondation de l’eau potable sûre, 2011).

L’Organisation Mondiale de la Santé affirme qu’il y a environ 4 milliards de cas de maladies diarrhéiques chaque année et 2,2 millions de morts de cette maladie. Cela signifie que si la température mondiale moyenne devrait augmenter d’un degré, il pourrait y avoir 320 millions de cas supplémentaires et 176 000 morts de maladies diarrhéiques! (Fondation de l’eau potable sûre, 2011)

Chapitre III

Présentation de la zone d'étude

I. Présentation du site d'étude

Le bassin de la Soummam en Algérie, avec une superficie de 9 125 km² reçoit une quantité importante d'eau, estimée à environ 700 millions de mètres cubes par an. Troisième fleuve d'Algérie, situé à la charnière de la Basse et de la Haute Kabylie, l'oued Soummam est formé par la confluence de l'oued Sahel qui descend des montagnes de Djurdjura et du plateau de Bouira, et de l'oued Bou Sellam qui descend du plateau Sétifien. Il se jette dans la mer Méditerranée à Béjaïa après un parcours d'environ 80 km orienté sud-ouest -nord-est. Ce bassin versant couvre une région essentiellement montagneuse caractérisée par un réseau hydrographique très marqué et bien alimenté, ayant provoqué des érosions profondes.

Les montagnes s'arrêtent à quelques kilomètres de la mer. Le versant nord, le plus abrupt, est souvent bordé de terrasses alluviales fertiles ; la première ligne de crête culmine aux environs de 1 000 m et les pentes varient entre 15 et 30 % ; de nombreux torrents de faible bassin-versant, exception faite de l'oued R'mila, dévalent les lignes de plus grandes pentes. Le versant sud est constitué de collines plus basses s'élevant progressivement par une succession de croupes ; il est plus irrégulier et creusé par des oueds (Seddouk, Imoula, Amassine, Amizour) plus importants. Ces pentes sont plus variables et souvent plus importantes que celles du versant opposé ; en revanche, les terrasses alluviales sont rares. (Merabet et al, 2009)

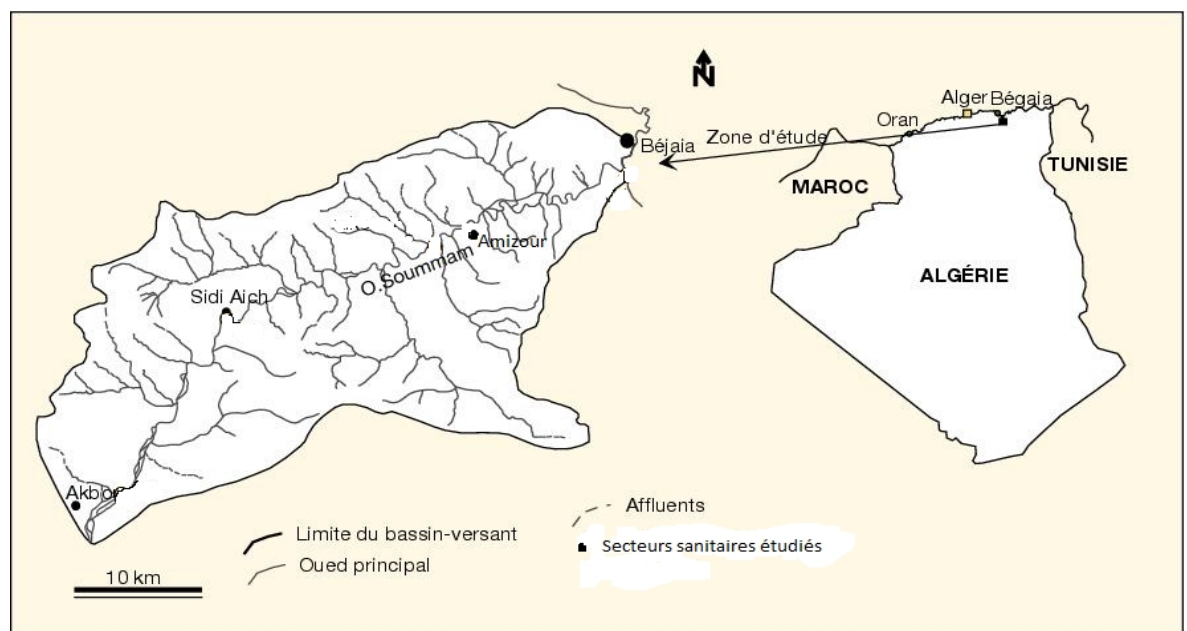


Figure 1 : Carte schématique de la zone d'étude avec localisation des secteurs sanitaires (Merabet et al, 2009).

1. Climat

Le territoire de la vallée de la Soummam est caractérisé par un climat de type méditerranéen.

Du littoral vers les zones d'intérieur, trois étages bioclimatiques ont été distingués ;

- Etage Humide, sur le bassin versant nord avec des précipitations supérieures à 900 mm par an ;
- Etage sub-humide entre El Kseur et Sidi Aich, avec une pluviométrie moyenne de 600 à 900 mm par an ;
- Etage semi-aride, le long de la vallée de Sidi Aich à Tazmalt, avec une pluviométrie relativement faible allant de 400 à 600 mm par an et des températures légèrement plus élevées allant de 26 à 30°C. (Moali, 2009)

2. Démographie

La vallée de la Soummam, qui s'étend d'Akbou à Béjaïa, a une population dense (150 à 300 habitants au km²). Une population importante se trouve dans la zone éparsée.

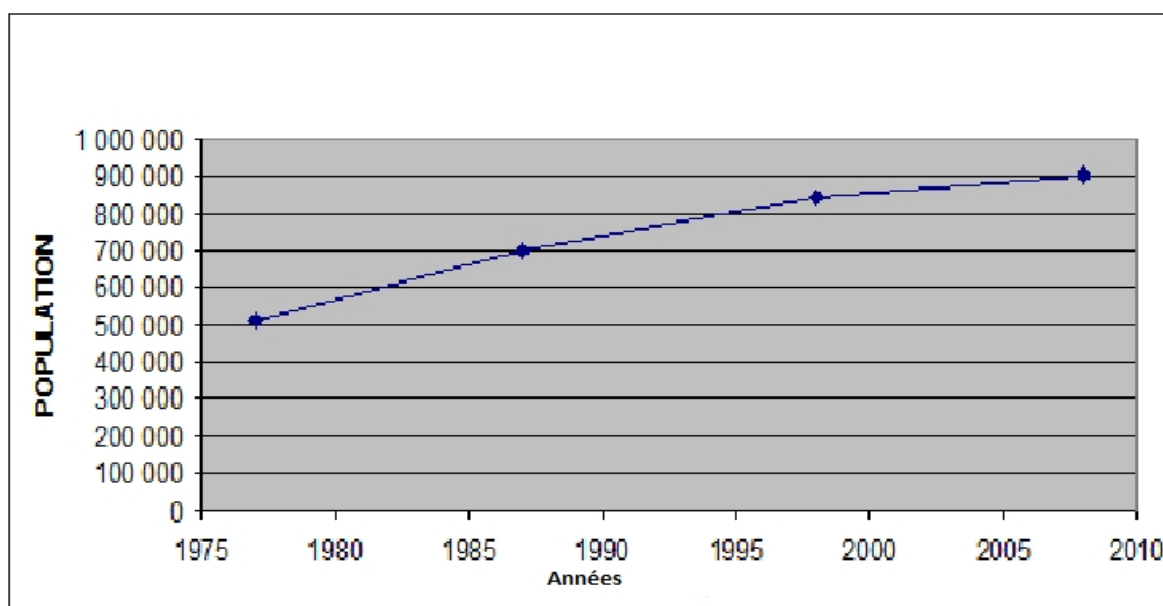


Figure 2 : Evolution de la population de la wilaya de Béjaïa de 1977 à 2008 (Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire de Béjaïa, 2008).

D'après la figure, la densité de population de la wilaya de Béjaïa a considérablement augmentée depuis 1977.

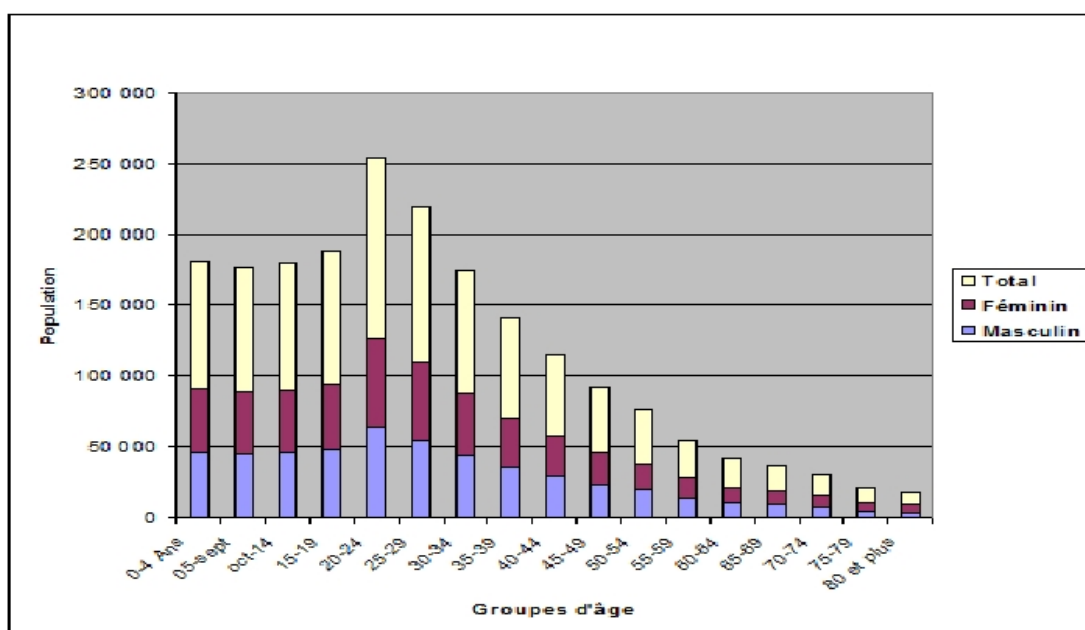


Figure 3 : Répartition de la population par groupe d'âge et sexe (DPAT de Béjaïa, 2008).

Selon la figure 3, le nombre de la population juvénile est le plus élevé dans la région de Béjaïa réparti en parité entre les deux sexes.

3. Santé

Les établissements publics hospitaliers et l'établissement hospitalier spécialisé sont constitués de structures de diagnostic, de soins d'hospitalisation et de réadaptation médicale couvrant la population d'une ou d'un ensemble de communes.

Tableau I : Répartition des communes par secteur sanitaire (Arab et al, 2011)

SECTEURS SANITAIRES	COMMUNE
Béjaïa	Béjaïa, Oued Ghir, Tichy, Tala Hamza, Boukhelifa, Aokas ,Tizi N'Berber
Akbou	Akbou, Ighram, Chellata, Tamokra, Tazmalt, Beni Mlikeche, Boudjlil, Ouzellaguen, Ighil Ali, Ait R'Zine, Seddouk, Amalou, Bouhamza, M'cisna, Beni Maouche
Sidi Aich	Sidi Aich, Leflay, Tinebdar, Tifra, Sidi Ayad, Chemini, Souk Oufella, Tibane, Akfadou, Timzrite, Adkar, Beni Kssila, Taourirte, Ighil, Fenaia Ilmaten
Amizour	Amizour, Beni Djelil, Feraoun, Semaoun, El kseur Toudja, Barbacha, Kendira

Les infrastructures dont disposent les quatre (04) secteurs sanitaires sont les suivantes :

- **06** Hôpitaux (**985** lits) ;
- **18** Polycliniques dont **13** avec maternité ;
- **33** Centres de santé dont **12** avec maternité rural ;
- **136** Salles de soins ;
- **169** pharmacies.

3.1 Ratios population /secteur-santé

Tableau II : Répartition de la population par secteur sanitaire (DPAT de Béjaïa, 2008)

SECTEUR SANITAIRE	POPULATION
BEJAIA	260 396
AMIZOUR	135 556
AKBOU	231 577
SIDI AICH	137 094
T O T A L	764 623

Tableau III : Infrastructures sanitaires par habitants (DPAT de Béjaïa, 2008)

Secteur sanitaire	01 lit d'hôpital / habitants	01 polyclinique / habitants	01 centre de santé / habitants	01 salle de soins / habitants
BEJAIA	597	65 099	37 199	8 400
SIDI AICH	696	27 419	13 709	5 078
AMIZOUR	775	33 889	22 593	5 422
AKBOU	1 308	46 315	23 158	4 369

4. Ressources hydriques :

Pour les eaux souterraines, il a été mis en évidence la présence, sous les alluvions, d'un réservoir s'étalant de Tazmalt à Sidi Aich et de Sidi Aich à Béjaïa. La division en deux zones de cette réserve se justifie par la présence, à Sidi Aich, d'un seuil géologique qui, du point de vue hydraulique, constitue en quelque sorte une barrière. L'alimentation des deux nappes se fait par l'oued Sahel, l'oued Soummam, leurs affluents et les précipitations ainsi que les affluents miocènes. (Merabet et al ,2009)

En ce qui concerne les ressources superficielles, le bassin-versant de l'oued Soummam est entaillé de nombreux cours d'eaux, dont le principal est l'oued Soummam avec des débits qui montrent de grandes irrégularités intermensuelles et saisonnières. À son embouchure, il présente un apport annuel moyen de 733 m³/an. (Merabet et al, 2009)

5. Origine de la pollution de l'oued Soummam

La plupart des centres urbains situés le long de la vallée de la Soummam déversent leurs eaux usées directement dans l'oued. La quantité d'eau usée domestique déversée dans l'oued Soummam et ses affluents est de l'ordre de 29 800 m³/j. Les rejets des unités installées dans la zone industrielle de Taharacht Akbou, celles de la zone industrielle d'Ouzellaguen et celles des 47 stations de lavage-graissage ainsi que des fabricants de carrelage se déversent directement dans l'oued Soummam. Les stations services (lavage, graissage) sont génératrices également de pollution ; leurs eaux usées chargées en matières organiques déversées, telles quelles, dans les réseaux d'assainissement ou directement dans les cours d'eaux avoisinants aboutissent dans l'oued Soummam. (Merabet et al, 2009)

Chapitre IV

Méthodologie générale

1. Méthodologie

Il s'agit d'une étude corrélative d'une période de vingt ans allant de 1990 à 2009.

1.2 Collecte de données

Notre étude repose sur un recueil de données au niveau de deux organismes différents :

- Direction de la Santé et de la Population de la wilaya de Béjaïa (DSP), au sein du service d'épidémiologie et de médecine préventive et nous avons consulté les fiches statistiques annuelles de personnes atteintes de MTH, le 5 Mars 2012.

- Agence Nationale des Ressources Hydraulique (ANRH) sise à Alger où nous avons relevé les températures moyennes annuelles de la wilaya de Béjaïa et les précipitations moyennes annuelles des quatre secteurs : Béjaïa, Akbou, Sidi Aich et Amizour.

-Concernant les températures d'Akbou, Sidi Aich et Amizour, nous les avons corrigées en fonction de l'altitude. En tenant compte, que chaque 100 m la température diminue de 0,6 degré Celsius (°C).

1.2.1 Population cible

L'étude a concerné toutes les personnes atteintes de maladies causées par l'eau, qui ont consulté au niveau des secteurs sanitaires de Béjaïa, Akbou, Sidi Aich et Amizour. Les personnes ne déclarant pas leurs maladies, surtout celles à déclaration obligatoire, ne sont pas comptabilisées dans cette étude.

1.2.2 Variables étudiées

- **Variables épidémiologiques** : ce sont les nombres de cas de maladies déclarées que nous avons recueillies au niveau de la DSP de Béjaïa : il s'agit :
 - Le choléra
 - La fièvre typhoïde
 - Les hépatites virales A et E
 - La dysenterie
 - La poliomyélite

- **Variables climatiques** : ce sont les moyennes annuelles enregistrées de 1990 à 2009 :
 - de la température
 - des précipitations

1.3 Analyse des données

La présente étude s'appuie sur une analyse corrélative.

Dans le but d'étudier la relation existante entre les paramètres du climat (température mesurée en degré Celsius : °C et les précipitations en millimètres : mm) et les maladies à transmission hydrique, nous avons procédé à l'analyse de corrélation en calculant les moyennes centrées réduites.

Les variables étudiées n'ont pas les mêmes unités, pour ce, nous étudierons les variables centrées réduites pour rechercher la relation pouvant exister entre les variables climatiques et les MTH.

La moyenne centrée réduite (mCR) est calculée par la loi suivante :

$$mCR = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}, \text{ où}$$

x : la valeur enregistrée

\bar{x} : la moyenne

σ : l'écartype

1-4 Difficultés rencontrées pour la réalisation de l'étude

- L'état de l'art traitant notre thématique est insuffisant.
- Nous avons rencontré plusieurs difficultés afin de rassembler les données relatives aux MTH. Certaines données restent confidentielles.
- Nous avons souhaité travailler sur les données journalières, ces dernières ne sont pas disponibles.

Chapitre V

Résultats et discussion

1. Résultats

1.1 Secteur sanitaire de Béjaïa

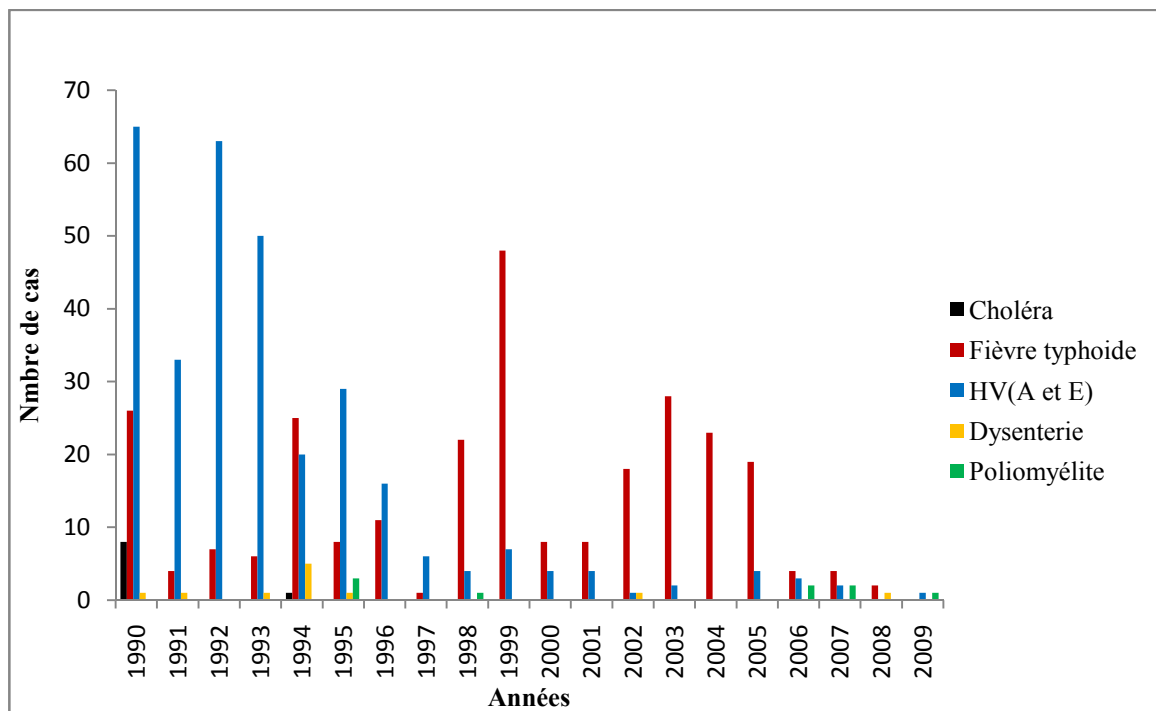


Figure 4 : Evolution des MTH à Béjaïa de 1990 à 2009

Selon les résultats de la DSP de 1990 à 2009, nous remarquons que l'évolution des MTH dans cette région est passée par 03 périodes :

- De 1990 à 1997 cette période est marquée par :
 - la dominance des hépatites virales A et E, cette dernière a enregistré des pics durant les années 1990, 1992, 1993 où le nombre de cas a atteint les 50 cas ou plus ;
 - la variation du nombre de cas de la fièvre typhoïde entre 10 et 26 ;
 - l'enregistrement de 9cas de choléra.
- De 1998 à 2005, c'est la fièvre typhoïde qui domine avec un pic important de 48 cas enregistré en 1999.

Durant cette période, les hépatites virales A et E ont nettement diminué avec 2 cas en 2003 et 0 cas en 2004
- De 2006 à 2009, excepté le choléra, toutes les MTH sont présentes pendant cette dernière période mais avec des taux très faible

Sur toute la période allant de 1990 à 2009, nous avons observé : 11 cas de dysenterie et 9 cas de poliomyélite.

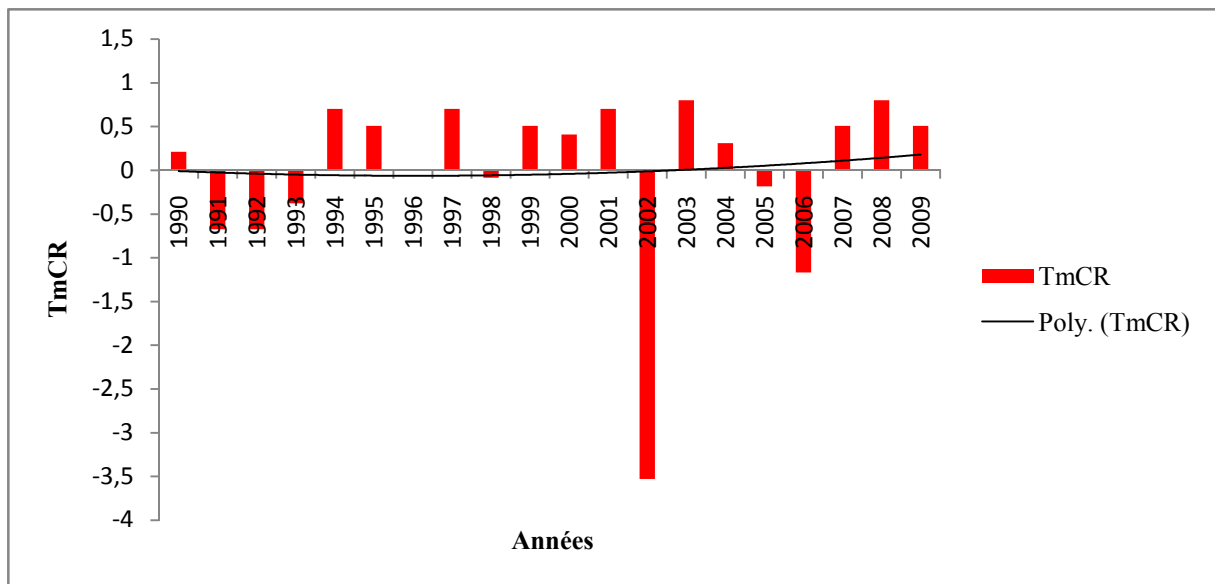


Figure 5 : Evolution de la température à Béjaïa de 1990 à 2009

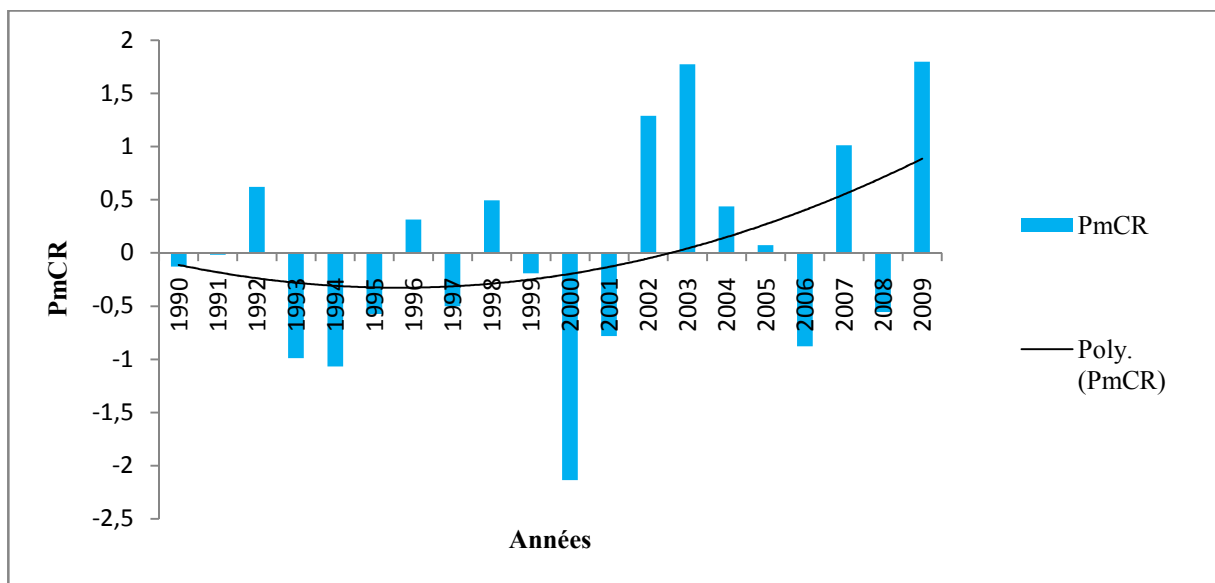


Figure 6 : Evolution de la pluviométrie à Béjaïa de 1990 à 2009

Nous constatons des deux figures (5 et 6), que la courbe de température connaît une forte similitude avec celle des précipitations en matière d'évolution temporelle. Nous avons enregistré une augmentation des températures corrélable avec l'augmentation des précipitations.

1.2 Secteur sanitaire d'Akbou

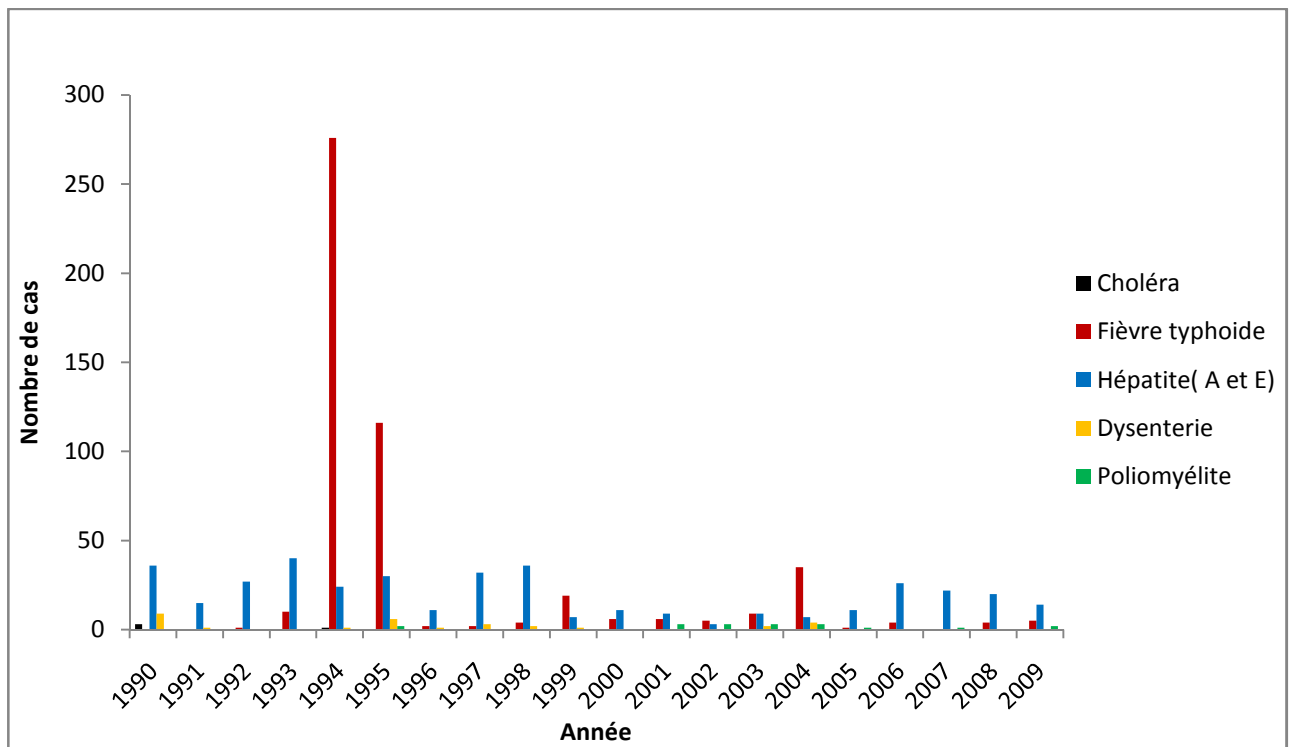


Figure 7 : Evolution des MTH à Akbou de 1990 à 2009

Selon la figure 7, la région d'Akbou a connu une persistance des hépatites virales A et E pendant toute la période d'étude (1990-2009), ces maladies ont atteint leur maximum en 1993 à 40 cas.

Au début de la période, la fièvre typhoïde n'existait pas, mais elle a connu une recrudescence avec un nombre de cas impressionnant enregistré en 1994 et 1995

Pour les autres maladies, nous avons : 30 cas de dysenterie, 18 cas de poliomyélite et seulement 4 cas de choléra durant la période d'étude.

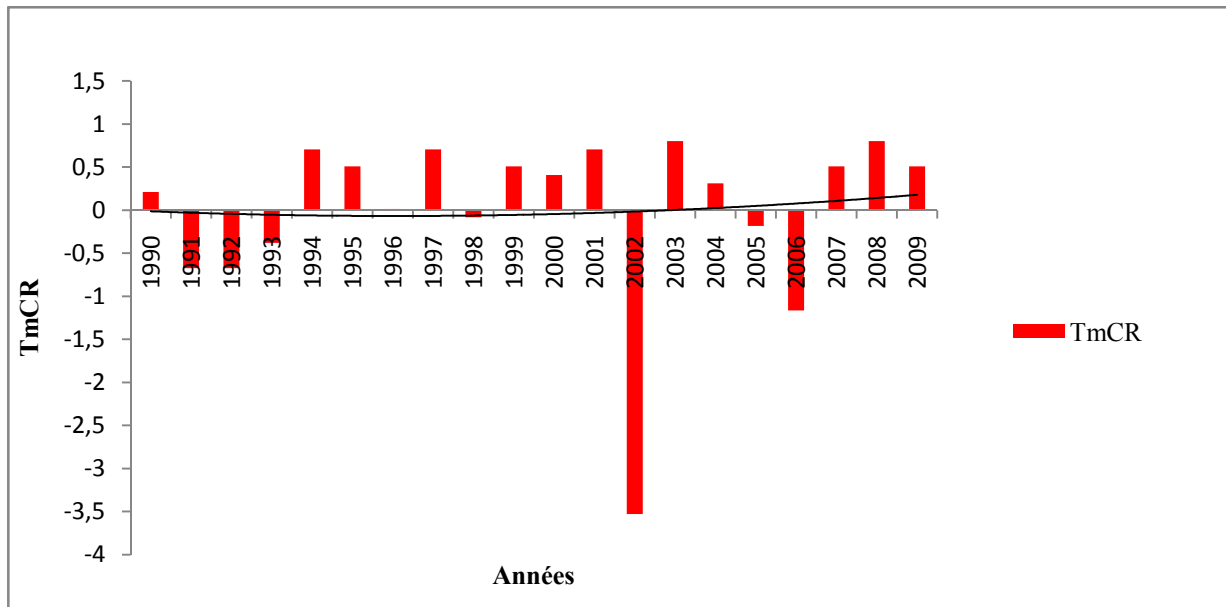


Figure 8 : Evolution de la température à Akbou de 1990 à 2009

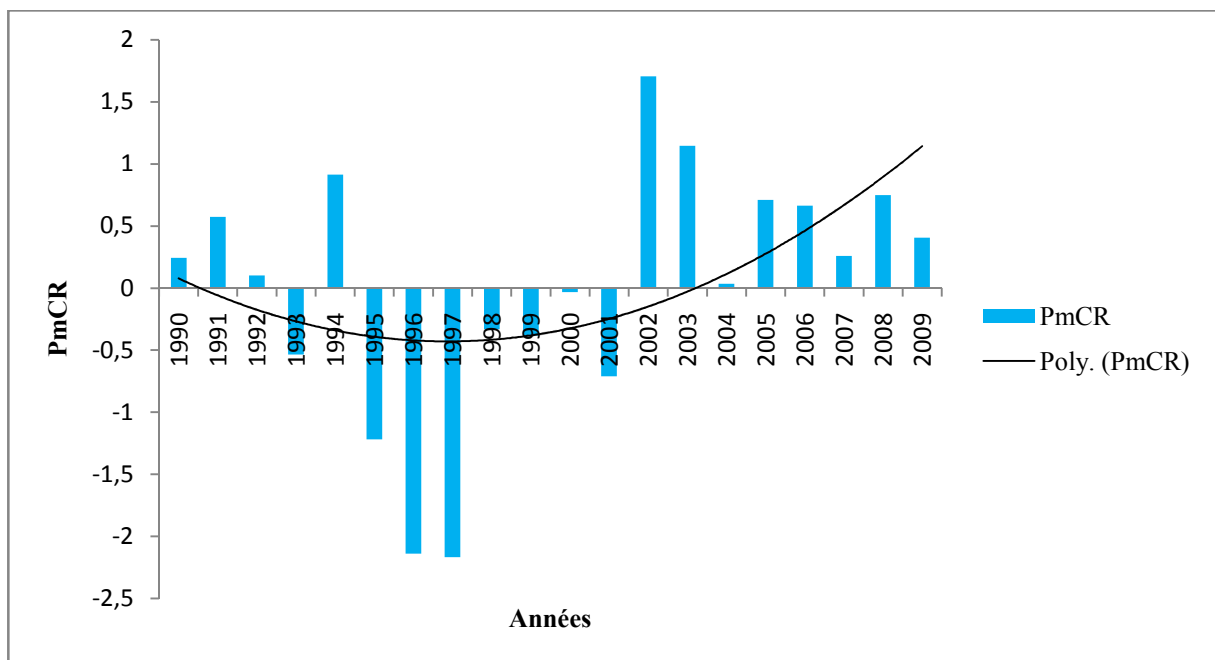


Figure 9 : Evolution de la pluviométrie à Akbou de 1990 à 2009

À partir des données climatiques, l'évolution de la température est proportionnelle à celle de la pluviométrie. Nous remarquons qu'à partir de 2003 l'augmentation des précipitations est accompagnée également d'une augmentation de la température.

1.3 Secteur sanitaire de Sidi Aich

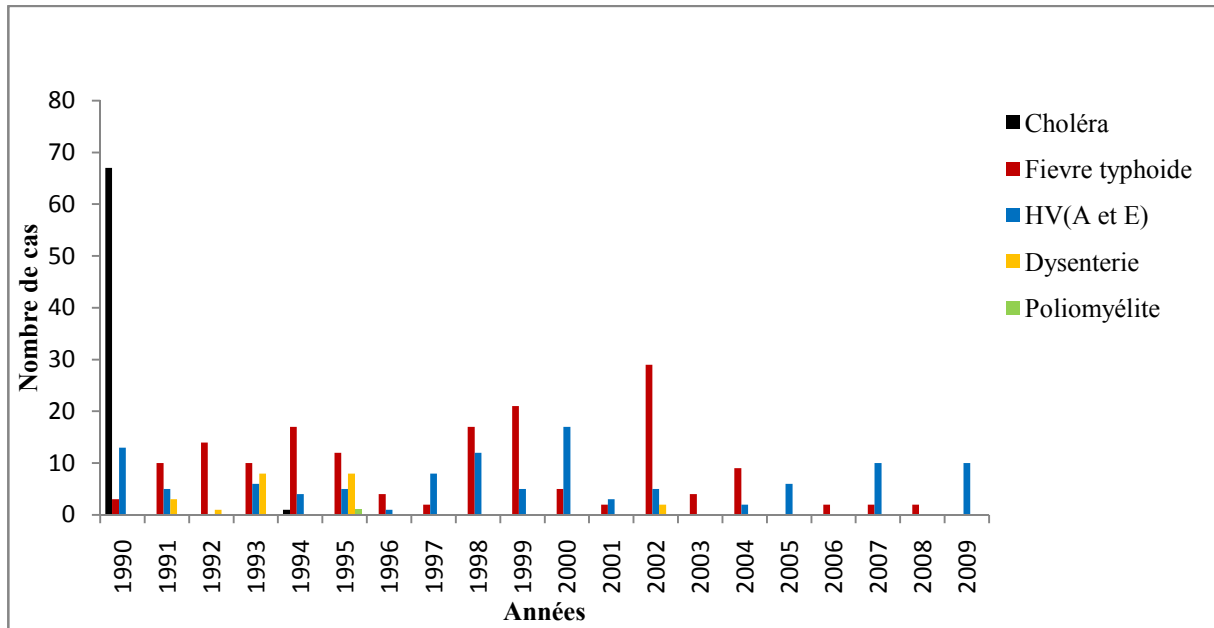


Figure 10 : Evolution des MTH à Sidi Aich de 1990 à 2009

Selon les enregistrements, les MTH dans la région de Sidi Aich évoluent en dents de scie avec une alternance de deux maladies :

- la fièvre typhoïde avec 29 cas en 2002 et,
- les hépatites virales A et E ont atteint le maximum en 2000 avec 17 cas.

Quant au choléra, elle a enregistré un pic très important de 67 cas au début de la période d'observation et a disparu les années d'après.

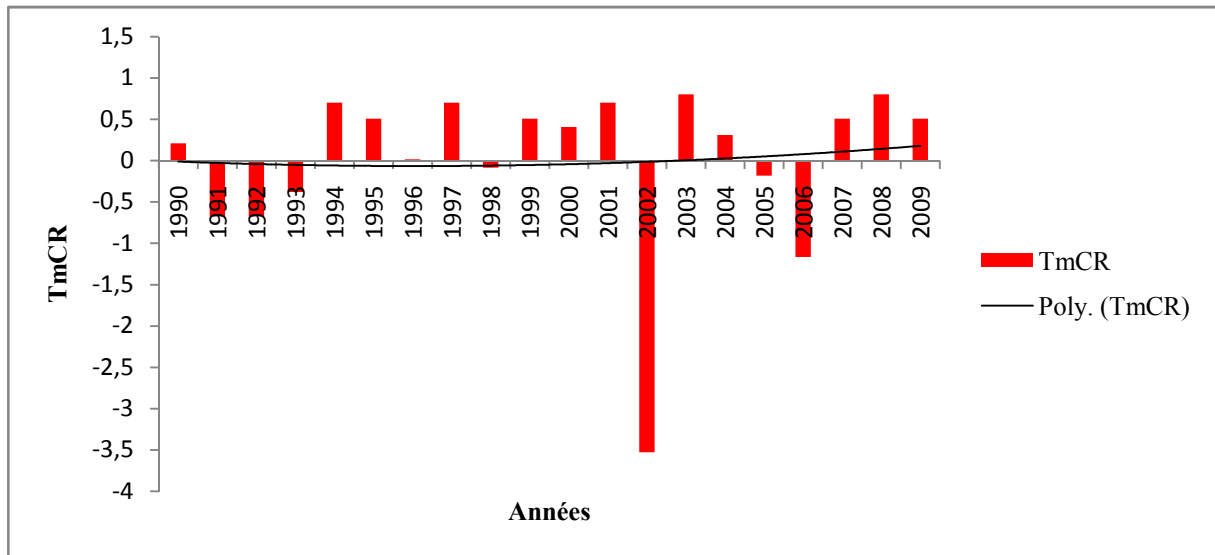


Figure 11 : Evolution de la température à Sidi Aich de 1990 à 2009

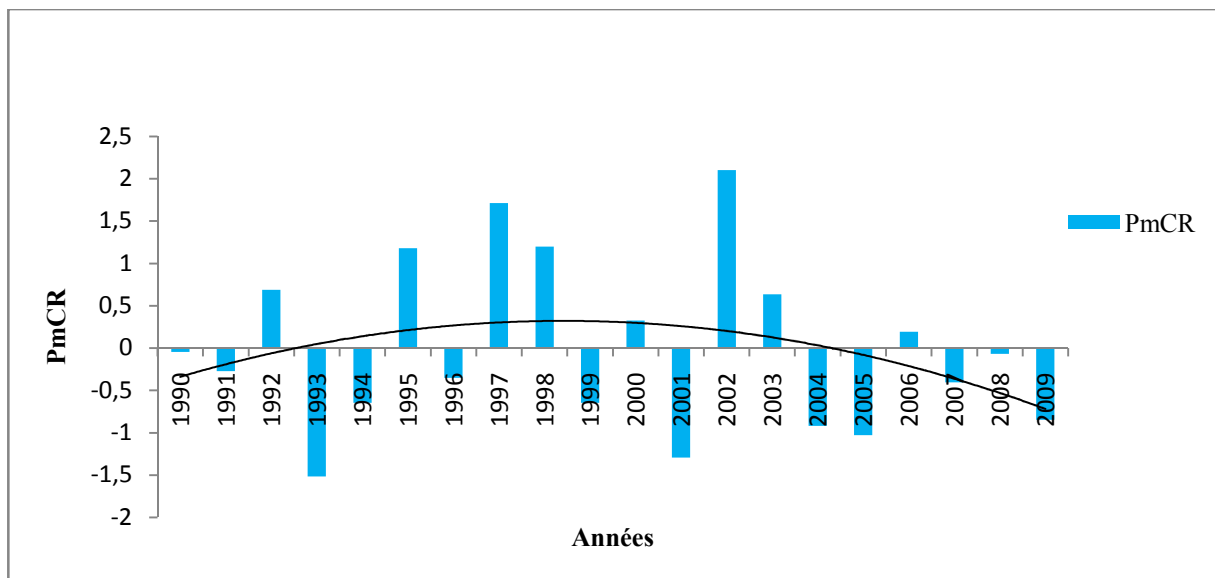


Figure 12 : Evolution de la pluviométrie à Sidi Aich de 1990 à 2009

Deux périodes sont à dégager, la première 1992 à 2004 où nous avons enregistré de fortes précipitations par contre la température a diminué,

La deuxième période allant de 2004 à 2009, nous constatons une diminution de la pluviométrie et une augmentation de la température.

1.4 Secteur sanitaire d'Amizour

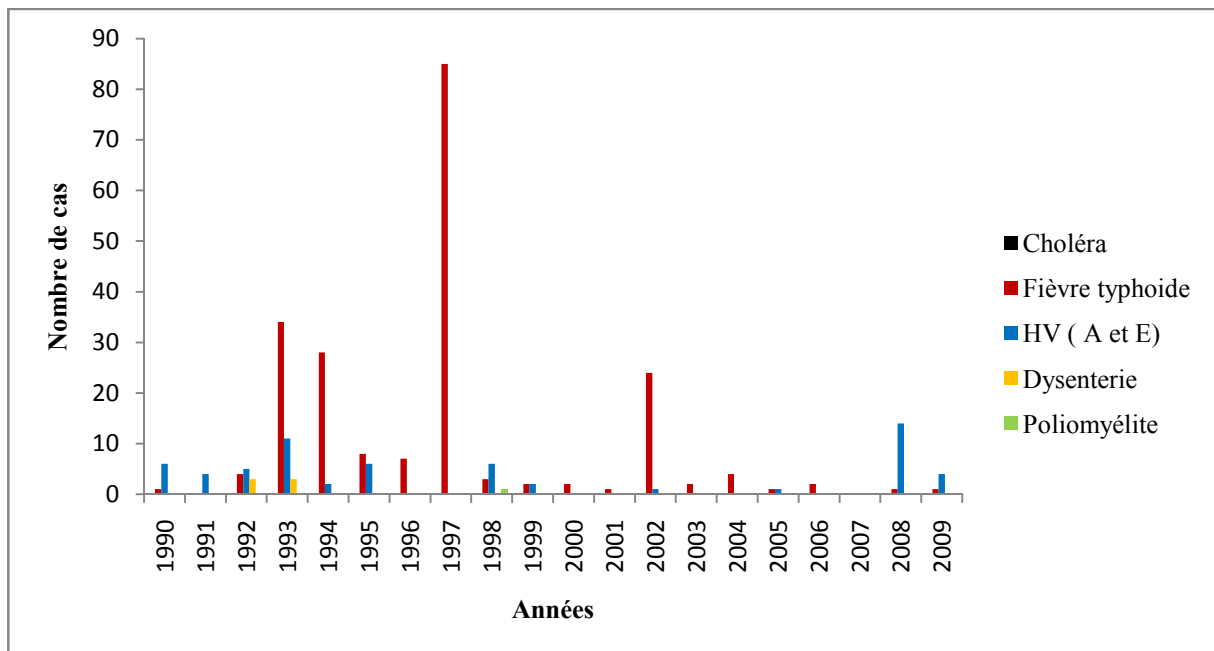


Figure 13 : Evolution des MTH à Amizour de 1990 à 2009

D'après la figure 13, la fièvre typhoïde est la maladie la plus fréquente, elle a enregistré un pic de 85 cas en 1997, ensuite elle a clairement diminué jusqu'à atteindre 1 cas seulement en 2008 et 2009.

Les hépatites virales A et E ont tendance à apparaître et disparaître tout au long de la période d'étude. Elles ont atteint le maximum en 2008 avec 14 cas

La dysenterie et la poliomyélite n'ont pas marqué cette région, 6 cas pour la première et 1 cas pour la deuxième.

Amizour est le seul secteur sanitaire où aucun cas de choléra n'a été enregistré depuis 1990.

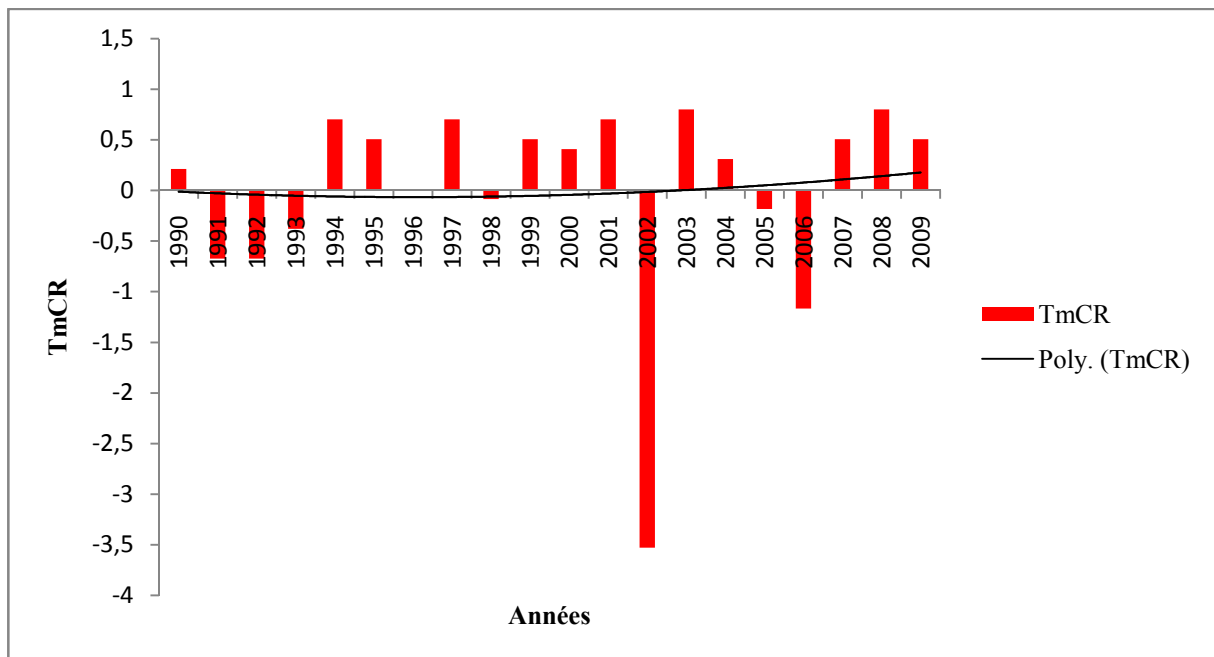


Figure 14 : Evolution de la température à Amizour de 1990 à 2009

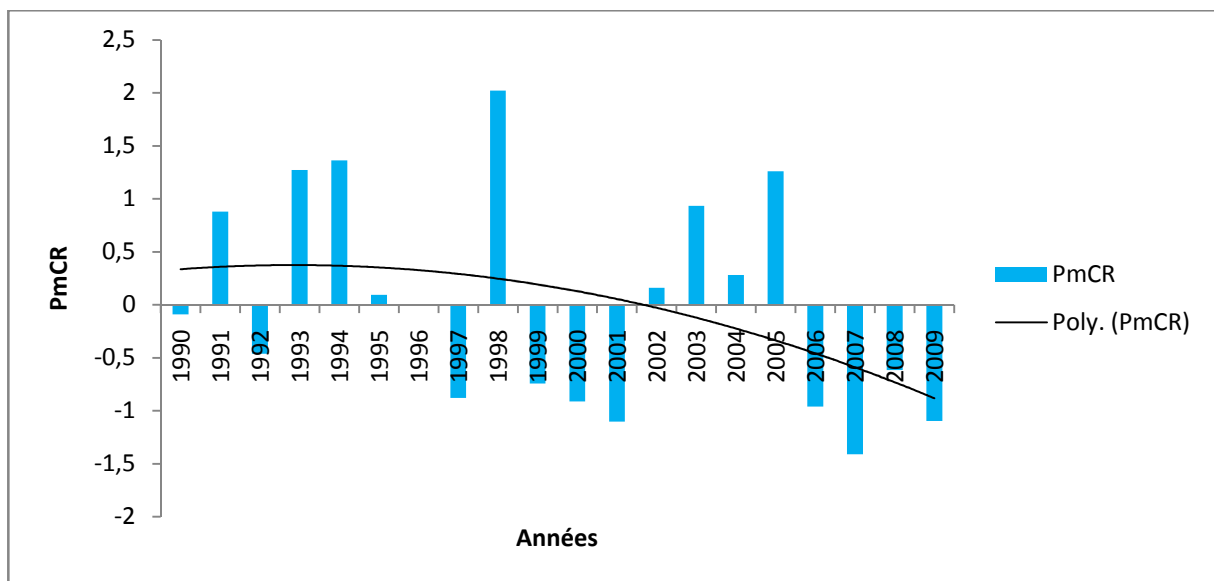


Figure 15 : Evolution de la pluviométrie à Amizour de 1990 à 2009

Selon ces deux figures (14 et 15), les deux courbes de tendance évoluent différemment. Nous avons une augmentation de la température et une diminution de la pluviométrie, particulièrement à partir de 2002.

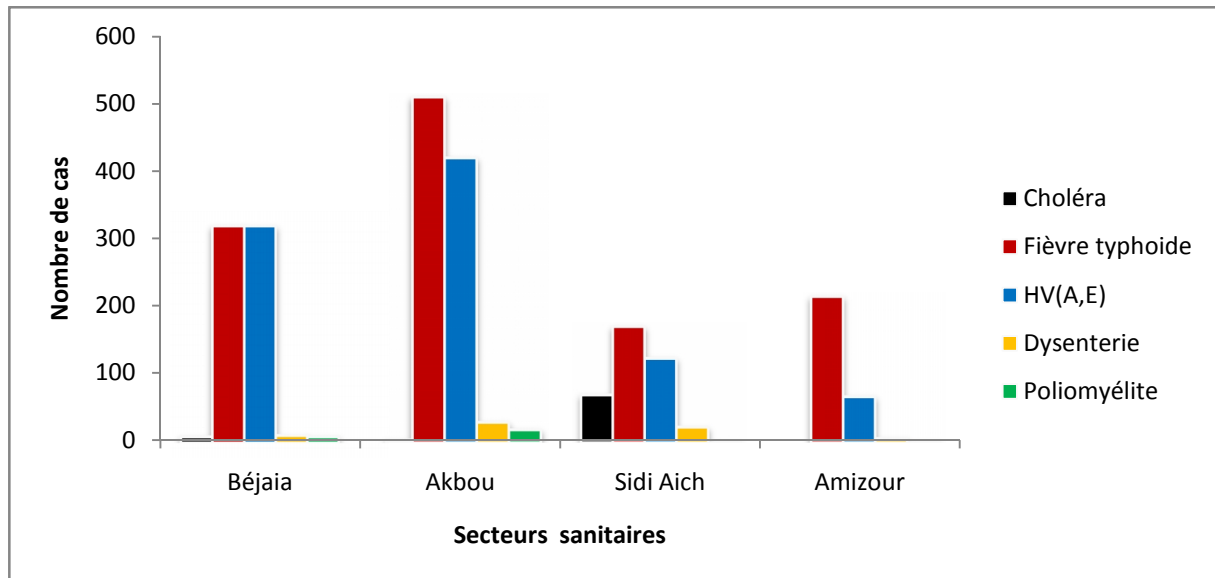


Figure 16 : Evolution des MTH dans le bassin de la Soummam de 1990 à 2009

D'après l'illustration graphique, nous observons la dominance des hépatites virales (A et E) et de la fièvre typhoïde dans tous les secteurs sanitaires de la région d'étude.

Concernant le secteur sanitaire le plus touché par ces MTH, Akbou occupe la première position suivi de Béjaïa, Sidi Aich et Amizour.

2-Discussion

Les maladies à transmission hydrique ont enregistré une nette diminution à partir de l'an 2000.

Le nombre de personnes atteintes d'hépatites virales (A, E) et de la fièvre typhoïde est le plus élevé pour deux raisons : leurs diagnostics cliniques et bactériologiques connus, et leurs situations endémo-épidémiques avec circulation permanente.

Akbou et Béjaia sont les deux secteurs les plus touchés par ces maladies, en raison de la densité de la population élevée (plus de 1 000 Habitants /Km²) et leur concentration à proximité du bassin versant de la Soummam. Cela implique l'augmentation des quantités d'eaux usées domestiques déversées dans l'oued Soummam.

A cette densité, s'ajoute les rejets engendrés par les différentes unités industrielles (la zone industrielle de Taharacht à Akbou, la zone d'Ouzellaguen...).

Ces facteurs ont sûrement des répercussions sur le climat, cela explique l'évolution similaire des paramètres climatiques étudiés. Nous avons aussi, les pluies torrentielles observées durant cette dernière décennie. Des données journalières auraient pu confirmer cette observation.

Afin d'étudier la relation entre les MTH et le dérèglement climatique dans le bassin versant de la Soummam, nous avons effectué une analyse de corrélation. Le résultat de cette méthode est une corrélation négative.

En revanche, cette même analyse a révélé une liaison entre les différentes MTH, dans les différentes régions étudiées. Par exemple, à Sidi Aich entre la dysenterie et la poliomyélite (0,652), à Akbou entre le choléra et la dysenterie(0,694) ...cette liaison est due probablement au mode de contamination qui est oro-fécale.

Aussi, une forte corrélation a été observée entre les années. Citons comme exemple, la corrélation entre 1995 et 1992 estimée à 0,999 et de 1,000 entre 1996 et 2000.

Cette bonne liaison peut être justifiée par l'urbanisation sauvage suite à l'explosion démographique, cette situation engendrera :

- une évacuation anarchique des eaux usées ;
- une prolifération des décharges sauvages ;
- une cross-connexion entre le réseau d'eau potable et des eaux usées ;

- les rejets des eaux usées dans le bassin versant de la Soummam ;
- une hygiène défectueuse ;
- la consommation des eaux non traités (eau de source, puits, ...) ;
- l'irrigation des cultures par des eaux usées.

L'installation d'unités industrielles sans tenir compte de la pollution qui pourrait survenir et manque de civisme des populations peut aggraver la situation.

Tous ces facteurs favorisent la persistance des maladies à transmission hydrique dans la région.

Conclusion

Conclusion

Le risque sanitaire lié à l'eau varie en fonction de la nature de l'eau et de l'endroit où les gens vivent. Les habitants de la vallée de la Soummam, étant en contact avec cette eau, sont les plus vulnérables aux MTH. C'est pour cette raison que nous avons choisi de travailler à l'échelle du bassin versant qui constitue les limites de la zone d'étude.

Il convient de préciser que l'insuffisance de données et les lacunes dans les observations, nous ont poussés à travailler sur une série chronologique courte ne comptant que vingt années (20 ans). L'appréhension du changement climatique ne peut se faire que sur une longue période (échelle séculaire). A travers notre étude, il ressort que les maladies à transmission hydrique dans le bassin versant de la Soummam, établissent une corrélation négative avec les perturbations climatiques observées en méditerranée.

Il reste que les principales causes sont :

- le traitement irrégulier des points d'eau à cause de l'indisponibilité des produits de désinfection et leur cout qui est parfois onéreux,
- le non respect des périmètres de protection des points d'eau (puits, sources, forages...) alors que la réglementation à ce sujet est disponible,
- les rejets anarchiques des eaux usées, sans traitement préalable vu l'absence des stations d'épurations, ou si combien même elles existent, le problème de performance et d'entretien se pose,
- la réutilisation des eaux usées dans l'irrigation des cultures maraîchères (irrigation des cultures au fil de l'eau),
- la prolifération des décharges urbaines et industrielles sauvages,
- la cross-connexion entre le réseau d'eau potable et des eaux usées.

Donc, à ce stade, les causes évoquées restent locales. L'influence du climat serait à voir dans un cadre global et à une plus grande échelle.

En effet, à la lumière de tout ce qui précède, nous formulons les recommandations suivantes :

- Adopter un bon système de veille sanitaire,
- Enregistrer toutes les maladies à déclaration obligatoire (MDO),
- Encourager les activités de recherche et les études scientifiques afin de remédier à l'insuffisance de données,

Conclusion

- Intégrer à tout nouveau programme d'accès à l'eau potable un volet d'accès à l'assainissement,
- Réduire le nombre de foyers n'ayant pas accès à l'eau potable et à un système d'assainissement de base,
- Informer et sensibiliser à l'hygiène, aux causes des maladies diarrhéiques,
- Augmenter les moyens humains, techniques et financiers,
- Appliquer la réglementation en matière d'assainissement et d'adduction en eau potable.

Annexe

Abeygunawardena, P.; Vyas, Y.; Knill, P.; Foy, T.; Harrold, M.; Steele, P.; Tanner, T. et Hirsch, D. (2004); Pauvreté et changements Climatiques : Réduire la vulnérabilité des populations pauvres par l'adaptation. 68 p.

Adama, M. (2008). Variabilité pluviométrique en Afrique de l'ouest : dynamique des espaces végétaux à partir des images satellitales .exemple du bassin versant du Ferlo (Sénégal). *Journées de Climatologie*. Nantes. 20 p.

Alik, O. (2004). Analyse bactériologique de l'eau potable échantillonnée à travers différentes localités de la ville de Béjaïa complétées par une revue des statistique sur les maladies à transmission hydrique « MTH » dans la wilaya de Béjaïa. Mémoire de fin d'études, université de Béjaïa. p8-14.

Anne marie, (2009). L'hépatite A, [En ligne]. Fondation de l'eau potable sûre. 2 p. [Consulté en avril 2012]. www.wafewater.org.

Anonyme, (2009). *Clim city*, France, 15p. [En ligne]. [Consulté en mars 2012]. www.cap-science.net.

Arab H., et Hamadache T. (2011). Etude statistique des maladies à transmission hydrique au niveau de la wilaya de Béjaïa .mémoire de fin d'étude. Université de Béjaïa.

Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie (ANOFEL), (2009). Hépatites virales : Anomalies biologiques hépatiques chez un sujet asymptomatique, université médicale virtuelle francophone, 37p.

Autin, B., (2005). Amibiase. France. 2p.

Benayada, L. (2009). la citoyenneté de l'eau en Algérie et particulièrement dans la région de l'Oranie. Université des sciences et de la technologie Oran. 6p.

Benhabyles, N.; Boughoufalah, A. et Hannoun, H. (2005). Situation épidémiologique du mois d'octobre 2005, sur la base des cas déclarés à l'I.N.S.P. *relevé épidémiologique trimestriel, Vol XVI, N° 4* : Alger. p12.

Benoit, B.(2011).Protozooses intestinales: Amibiases. Pharmetude. 8p.

Benzemma, A. et Yessad, D. (2011). La surveillance des eaux de consommation au niveau de l'EPSP d'El kseur. Mémoire de master en environnement et santé publique. Université de Béjaïa. p 26-37.

Bertola, M. et Barnéoud, L. (2004). Dernières analyses de l'Ifen : l'eau malade des pesticides. France.1p.

Bezzaoucha, A. (2004). Maladies à déclaration obligatoire. *Maladies bénéficiant d'un programme de lutte*, office de la publication universitaire, p213.

Boinet, A. (2011). L'eau insalubre tue plus que les guerres. Les catastrophes et les maladies, que fait-on ?. 3p.

Boucher, C. (2011). *Giardiase en milieu de garde*, Volume 17 n^o 1, Mai 2011, Québec.

Bourgau, (2009). Les effets du changement climatique sur la santé humaine, animale et végétale. Bruxelles. 22p.

Breton, I. ; Brousse, V. ; Destombes, D. et Friedrich, D. (2003). Intoxication par le plomb de l'enfant et de la femme enceinte. Prévention et prise en charge médico-sociale, Université catholique – Lille, 19p.

Breton, (2003). Intoxication par le plomb de l'enfant et de la femme enceinte. Prévention et prise en charge médico-sociale, Université catholique – Lille, 19p.

Brouard, B. (2011). Protozooses intestinales: Amibiases. Éd. Pharmetude, 8p.

Bultel, C. et Grimault, L. (2006). Virus de l'hépatite A. *in virus transmissibles à l'homme par voie orale* : afssa. France. 4p.

Carman, R. (2009). Problématique du secteur de l'eau et impacts liés au climat en Algérie, PNUD, 19p.

Carpenter, C.C.J. (1988). Maladies dues à des agents biologiques et à l'environnement, in *Harrison principes de médecine interne*. 4eme édition française. éd. médecine-science Flammarion. Paris.856p.

Chevalier et Groupe scientifique sur l'eau, (2003), Giardia lamblia. In Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Institut national de santé publique du Québec. 9p.

Direction de planification et d'aménagement du territoire (DPAT), (2008). Monographie de la wilaya de Béjaia. p24-29. p84-89.

Direction générale de la santé, (2011). Prévenir l'hépatite E chez les personnes susceptibles de développer une forme grave. France. 4p.

Direction Générale de la Santé, (2002). Le saturnisme. Paris.16p

Dossou-Gbete, V. (2011).la bilharziose. Lyon. France

Eau Seine Normandie, (2009). Les enjeux de l'eau dans le monde in, les enjeux de la gestion de l'eau, p 83-87. [En ligne] consulté en avril 2012] [<http://www.worldwatercouncil.org>

El Aouad, R. (2009). Changement climatique et santé. Rabat. 9p.

El yamani, M. (2006). Dérèglement climatique, AFSSET : France, 6p.

França, C. (2010). Quelque considération sur le traitement de la bilharziose par l'émétique, Luanda.

Fondation de l'eau potable sure, (2008). Les pesticides et la pollution de l'eau, canada, 5p.

Frioux, (2009). Combattre les maladies hydriques. La quête de l'eau pure en ville sous la IIIe République (techniques, expertises et politiques édililaires), *Environnements et Sociétés - Programme « Au fil de l'eau »*, France, 7p.

Gagebi, (2006). l'eau, enjeux vital. *L'eau première cause de mortalité dans le monde et source de conflits armés.*4p.

Gerin, M.(2003). Environnement et santé publique *fondement et pratique.* Ed. Idisem, Canada, p1023.

Geursen, J.; Kirkness, B.; Muschart, J.M.et Pickaert, M.C. (2006). Des médicaments au service de l'humanité. 204 p.

Greenfacts, (2007). Changement climatique, un résumé de rapport d'évaluation 2007, Bruxelles : Belgique, 6p.

Gestion des ressources hydriques du Manitoba et le Bureau du médecin-hygiéniste en chef, (2010). La présence de nitrate dans l'eau de puits au Manitoba, canada, 4p.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), (2007). Changements climatiques 2007 - Les éléments scientifiques. *Contribution du Groupe de travail I au Quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur*

l'évolution du climat. Cambridge Université Presse. Cambridge. Royaume Uni et New York. Etats-Unis. p99-141.

Groupe scientifique sur l'eau, (2006). Coliformes fécaux, in Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Institut national de santé publique du Québec. 3 p.

Hartemann, H. (2006). Eau & santé. Université de Nancy. Membre du Conseil scientifique du programme de recherche Environnement & Santé. France. p13-41

Hadef, (2001). Le déficit d'eau en Algérie: une situation alarmante. Institut de Génie Mécanique Centre. Universitaire Larbi Ben M'hidi. Oum El Bouaghi. 4p.

Kaced et Iratni (2007), Evolution des maladies à transmission hydrique dans le secteur sanitaire d'AZAZGA. Mémoire de fin d'étude. Université de Béjaïa. 46p.

Lesen, J. (1998). Hygiène publique, microbiologie et gestion de l'eau. Ecole nationale de la santé publique. Rennes, France. p7.

Maazouzi, W. ; Fikri Benbrahim, N. ; Atif, R. et Touil, A. (2006). Système de santé et qualité de vie. Maroc. 64p.

Merabet, D. ; Mouni, L. ; Arkoub, H. et Moussaceb, K. (2009). Etude et caractérisation physico-chimique des eaux de l'oued Soummam (Algérie), *Sécheresse* vol. 20, n° 4, octobre-novembre-décembre 2009, Béjaïa. p 360-366.

Mesbah, S. (2009). Maladies infectieuses émergentes et réémergentes : le risque et la riposte en Algérie. *Sur le front des émergences médecine tropicale*. p27-32.

Milano, M. (2010). Les impacts prévisibles du changement climatique sur les ressources en eau de quatre grands bassins versants Méditerranéens. *Plan bleu centre d'activités régionales*. 8p.

Middleton, W. (2008). *Gastro-entérite*. Queen's Printer and Controller of HMSO 2008, 2p

Moali, A. (2009). Fiche Descriptive Ramsar de la Vallée de l'oued Soummam, université de Béjaïa ,27p.

Nakpil, (2010). Maladies infectieuses présentant un risque potentiel pour les voyageurs, in *voyages internationaux et santé*.

Nalouf, F. (2011). Estimation du bilan hydrologique à l'échelle du bassin versant de la Soummam. Mémoire de fin d'étude. Université de Béjaïa. p 9-11.

Neira Carrasco, J.A. (2009). L'eau dans le monde, Quito : Equateur, 9p.

Nennouche, (2001). Contribution à l'étude des principales maladies à transmission hydrique au niveau de la wilaya de Béjaïa de 1990 à 2000. Mémoire de fin d'étude. Université de Béjaïa.46p.

Organisation mondiale de la santé, (OMS) (2004). Directive de la qualité pour l'eau de boisson (3). vol.1. Genève.

Office fédéral de la santé publique OFSP, (2011). Poliomyélite paralysie infantile, suisse.7p.

Parayre, C. (1998). Saturnisme Causes, déterminants, facteurs de risque. *Actualité et dossier en santé publique n° 23*. p15-17

Pearson, R.D. (1988). Maladies dues à des agents biologiques et à l'environnement, in Harrison principes de médecine interne, 4^{ème} édition française, éd. médecine-science Flammarion, Paris.

Planton, S., (2000). Modélisation climatique et environnement. Météo-France, Centre National de Recherches Météorologiques : Toulouse. 19p.

Plorde, J.J. (1988). Maladies dues à des agents biologiques et à l'environnement. In *Harrison principes de médecine interne*, 4eme édition française. Éd. médecine-science Flammarion. Paris. p567.

Rakotondrabe, F. (2007). Etude de la vulnérabilité des ressources en eau aux changements climatiques, modélisation par le logiciel WEAP 21 : cas du bassin versant de Morondava (Sud-ouest de Madagascar). Mémoire de fin d'études. Université d'Antananarivo, 113 p.

Rigaud, C. (2008). Réduire l'usage des pesticides. *Eau et rivières*, Bretagne, 24p

Rioux, C. Bouchaud O. (2008). Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes, in *maladies infectieuses*, France, p83-88.

Sabine Rabourdin, S. et Godinot, S. (2003). Ozone – Effet de serre Quel rapport ?. *Réseau action climat* : France [en ligne] consulté mai 2012. www.rac-f.org.

Salim, H. (2011). Intoxication au fluor (fluorose), CHU de Constantine, 4p.

Sanford, J.P. (1988). chapitre124 : Leptospirose in maladies dues a des agents biologiques et a l'environnement. 4em édition, éd. médecine-science Flammarion. Paris. p653.

Santé canada, (2006). Les bactéries pathogènes d'origine hydrique : micro-organismes préoccupants courants et émergents. In. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : *document technique*. Ottawa. Ontario. 43p.

Schmidt JH. (2008). Coalition eau. *German toilet organization*. 4p.

Schrack, D. (2009).Rémanence des pesticides dans les eaux issues de parcelles agricoles récemment converties à l'Agriculture Biologique. *Innovations Agronomiques*, Nancy, p 259-268

Sciancalepore, S., (2003). Les maladies hydriques. Recherche et Gestion des Savoirs. *Revue de presse thématique*, N°27. France.4p.

Stalder, H. Mottu, F. (2001). A propos des gastro-entérites aiguës, Primary Care 2001, 5p

Sous direction des activités de santé de proximité, (2003). Maladies à transmission hydrique. Algérie. 6p.

Yehiaoui, (2009). Les maladies à transmission hydrique. Mémoire de fin d'études. Université d'Alger.

MTH à Béjaïa

Les maladies à transmission hydriques (MTH) constituent un problème de santé publique majeur. Béjaïa, à l'instar des autres wilayas du pays, n'échappe pas aux incidences de ces affections, puisqu'on enregistre encore des situations épidémiques.

La dernière en date est celle déclarée, il y a une semaine, dans la commune d'Adekar, entraînant des cas d'hospitalisation sur un total de 390 personnes recensées par les services concernés comme ayant transité par des structures de santé. Le spectre de ces maladies plane toujours

leurs champs tue leurs plantations. Les difficultés financières, conjuguées au manque de moyens matériels, auxquelles est confrontée la majorité des assemblées communales se dressent comme un sérieux écueil pour l'entretien de l'ensemble des réseaux existants et encore plus pour le lancement de projets d'installation ou d'extension de réseaux d'assainissement. «Les réseaux d'assainissement de tous les villages sont directement déversés dans des ravins situés à proximité des zones d'habitation. Ces eaux souillées font leur long parcours pour atteindre l'oued Soummam et ce sans aucune canalisation. Ce qui peut facilement causer une contamination pour des sources d'eau qui peuvent se trouver dans les parages», explique le responsable d'un bureau d'hygiène. Le manque, voire l'absence de système

1- Secteur sanitaire de Béjaïa :

Année	Choléra	Fièvre typhoi	HV(A et E)	Dysenterie	Poliomyélite	Température	Pluviométrie	TmCR	PmCR
1990	8	26	65	1	0	18,3	751,7	0,21154604	-0,1289079
1991	0	4	33	1	0	17,4	772,5	-0,67399552	-0,01601172
1992	0	7	63	0	0	17,4	889,8	-0,67399552	0,62065762
1993	0	6	50	1	0	17,7	593,2	-0,378815	-0,98919852
1994	1	25	20	5	0	18,8	578,8	0,70351357	-1,06735742
1995	0	8	29	1	3	18,6	670	0,50672656	-0,57235108
1996	0	11	16	0	0	18,1	833,4	0,01475903	0,31453528
1997	0	1	6	0	0	18,8	683	0,70351357	-0,50179096
1998	0	22	4	0	1	18	866,9	-0,08363448	0,49636326
1999	0	48	7	0	0	18,6	740,2	0,50672656	-0,19132646
2000	0	8	4	0	0	18,5	382,1	0,40833305	-2,13498622
2001	0	8	4	0	0	18,8	631,3	0,70351357	-0,78240311
2002	0	18	1	1	0	14,5	1013,1	-3,52740719	1,28989316
2003	0	28	2	0	0	18,9	1102,1	0,80190707	1,77295856
2004	0	23	0	0	0	18,4	856	0,30993954	0,43720132
2005	0	19	4	0	0	17,9	788,9	-0,18202799	0,07300258
2006	0	4	3	0	2	16,9	613,8	-1,16596305	-0,87738788
2007	0	4	2	0	2	18,6	962,2	0,50672656	1,01362318
2008	0	2	0	1	0	18,9	673	0,80190707	-0,55606798
2009	0	0	1	0	1	18,6	1107	0,50672656	1,79955429

Tableau I : Données statistiques des MTH, températures et précipitation

Created with


download the free trial online at nitropdf.com/professional

	<i>Choléra</i>	<i>fièvre typhoïde</i>	<i>HV</i>	<i>dysenterie</i>	<i>poliomyélite</i>	<i>population</i>	<i>Temperature</i>	<i>pluviométrie</i>
<i>Choléra</i>	1							
<i>fièvre typho</i>	0,26588931	1						
<i>HV</i>	0,55333159	-0,02753451	1					
<i>dysenterie</i>	0,20643045	0,14804493	0,22841214	1				
<i>poliomyélite</i>	-0,13416758	-0,29318986	-0,11012807	-0,10096683	1			
<i>population</i>	-0,373043	-0,07863278	-0,83762022	-0,37235922	0,20468735	1		
<i>Temperature</i>	0,07040472	0,0486367	-0,0836209	0,02101393	0,03707172	0,05512862	1	
<i>pluviométrie</i>	-0,06166948	0,12410543	-0,14886961	-0,28978649	0,05051299	0,28333901	-0,21123526	1

Tableau II : Analyse de corrélation entre les MTH et les paramètres climati

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1990	1,000																			
1991	0,999	1,000																		
1992	1,000	1,000	1,000																	
1993	1,000	0,999	1,000	1,000																
1994	0,998	0,999	0,998	0,998	1,000															
1995	0,999	1,000	0,999	0,999	0,999	1,000														
1996	0,998	1,000	0,999	0,998	1,000	1,000	1,000													
1997	0,997	0,999	0,998	0,997	0,999	0,999	1,000	1,000												
1998	0,997	0,999	0,997	0,997	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000											
1999	0,996	0,997	0,996	0,995	0,999	0,998	0,999	0,998	0,999	1,000										
2000	0,997	0,999	0,997	0,997	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	0,999	1,000									
2001	0,997	0,999	0,998	0,997	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000								
2002	0,997	0,999	0,997	0,996	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999	1,000	1,000							
2003	0,997	0,999	0,997	0,996	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000						
2004	0,997	0,999	0,997	0,996	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000					
2005	0,997	0,999	0,997	0,997	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000				
2006	0,997	0,999	0,998	0,997	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000			
2007	0,997	0,999	0,998	0,997	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		
2008	0,996	0,999	0,997	0,997	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2009	0,997	0,999	0,998	0,997	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	0,998	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Tableau III : Analyse de corrélation entre les années

2-Secteur sanitaire d'Akhou :

Année	Choléra	Fièvre typho HV(A et E)	Dysenterie	Poliomyélite	pluviométrie T°	PmCR	TmCR		
1990	3	0	36	9	0	400,2	16,7	0,24502441	0,21154604
1991	0	0	15	1	0	444,5	15,8	0,57310605	-0,67399552
1992	0	1	27	0	0	381	15,8	0,10283101	-0,67399552
1993	0	10	40	0	0	295	16,1	-0,53407692	-0,378815
1994	1	276	24	1	0	490,5	17,2	0,91377773	0,70351357
1995	0	116	30	6	2	202,699997	17	-1,21764208	0,50672656
1996	0	2	11	1	0	78,4000015	16,5	-2,13819618	0,01475903
1997	0	2	32	3	0	74,5999985	17,2	-2,16633864	0,70351357
1998	0	4	36	2	0	322,399994	16,4	-0,33115513	-0,08363448
1999	0	19	7	1	0	315,399994	17	-0,38299648	0,50672656
2000	0	6	11	0	0	362,899994	16,9	-0,03121594	0,40833305
2001	0	6	9	0	3	271,100006	17,2	-0,71107803	0,70351357
2002	0	5	3	0	3	597,599976	12,9	1,7069501	-3,52740719
2003	0	9	9	2	3	522	17,3	1,14706378	0,80190707
2004	0	35	7	4	3	371,799988	16,8	0,03469658	0,30993954
2005	0	1	11	0	1	463,200012	16,3	0,71159658	-0,18202799
2006	0	4	26	0	0	456,700012	15,3	0,6634582	-1,16596305
2007	0	0	22	0	1	402	17	0,25835504	0,50672656
2008	0	4	20	0	0	468,200012	17,3	0,74862612	0,80190707
2009	0	5	14	0	2	422,100006	17	0,4072138	0,50672656

Tableau V : Données statistiques des MTH, températures et précipitation

Created with


download the free trial online at nitropdf.com/professional

	<i>Choléra</i>	<i>Fièvre typho</i>	<i>Hépatite A/E</i>	<i>Dysenterie</i>	<i>polio</i>	<i>population</i>	<i>pluvio.</i>	<i>T°</i>
<i>Choléra</i>	1							
<i>Fièvre typho</i>	0,20549657	1						
<i>Hépatite A/E</i>	0,36123189	0,12809522	1					
<i>Dysenterie</i>	0,69472914	0,1390192	0,36925518	1				
<i>polio</i>	-0,21742048	-0,03033928	-0,54266394	0,05263806	1			
<i>population</i>	-0,47268649	-0,18553316	-0,51438993	-0,36020753	0,40001078	1		
<i>pluvio.</i>	0,1247127	0,09194396	-0,29248675	-0,2387118	0,24719491	0,15752208	1	
<i>T°</i>	0,10121261	0,21834329	0,14450246	0,22593977	-0,11702211	-0,04763166	-0,39297858	1

Tableau V : Analyse de corrélation entre les MTH et les paramètres climati

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1990	1,000																			
1991	0,983	1,000																		
1992	0,966	0,996	1,000																	
1993	0,911	0,961	0,977	1,000																
1994	-0,275	-0,189	-0,132	0,084	1,000															
1995	-0,115	-0,028	0,027	0,241	0,986	1,000														
1996	0,955	0,984	0,989	0,992	-0,013	0,149	1,000													
1997	0,980	0,998	0,996	0,972	-0,136	0,026	0,992	1,000												
1998	0,965	0,993	0,997	0,986	-0,075	0,086	0,997	0,997	1,000											
1999	0,004	0,091	0,146	0,355	0,960	0,993	0,266	0,145	0,204	1,000										
2000	0,768	0,840	0,871	0,956	0,371	0,513	0,920	0,866	0,897	0,612	1,000									
2001	0,635	0,748	0,791	0,886	0,415	0,543	0,831	0,772	0,811	0,626	0,947	1,000								
2002	0,018	0,171	0,235	0,399	0,751	0,792	0,302	0,205	0,265	0,802	0,593	0,778	1,000							
2003	0,479	0,576	0,619	0,763	0,652	0,763	0,704	0,617	0,662	0,825	0,903	0,940	0,843	1,000						
2004	-0,210	-0,126	-0,074	0,141	0,993	0,993	0,052	-0,072	-0,013	0,973	0,422	0,472	0,783	0,712	1,000					
2005	0,944	0,988	0,996	0,978	-0,107	0,051	0,984	0,988	0,992	0,168	0,880	0,828	0,303	0,652	-0,046	1,000				
2006	0,942	0,983	0,993	0,995	-0,015	0,144	0,996	0,989	0,997	0,261	0,923	0,847	0,326	0,701	0,043	0,992	1,000			
2007	0,964	0,996	0,998	0,964	-0,183	-0,024	0,979	0,992	0,991	0,094	0,845	0,776	0,218	0,588	-0,123	0,996	0,985	1,000		
2008	0,928	0,973	0,986	0,999	0,032	0,191	0,995	0,982	0,993	0,306	0,940	0,867	0,362	0,732	0,090	0,987	0,999	0,976	1,000	
2009	0,850	0,923	0,948	0,987	0,158	0,311	0,965	0,936	0,958	0,418	0,967	0,944	0,528	0,826	0,219	0,963	0,975	0,937	0,982	1,000

Tableau VI : Analyse de corrélation entre les années

Created with


download the free trial online at nitropdf.com/professional

3-Secteur sanitaire de Sidi aich

Année	Choléra	Levres typhoïde	HV(A et E)	Dysenterie	Poliomyélite	Pluviométrie	Température	PmCR	TmCR
1990	67	3	13	0	0	661,8	17,4	-0,04628451	0,21154604
1991	0	10	5	3	0	609,7	16,5	-0,27207315	-0,67399552
1992	0	14	0	1	0	831	16,5	0,68698688	-0,67399552
1993	0	10	6	8	0	322,9	16,8	-1,51499416	-0,378815
1994	1	17	4	0	0	523,1	17,9	-0,64737636	0,70351357
1995	0	12	5	8	1	945,1	17,7	1,18146836	0,50672656
1996	0	4	1	0	0	591,2	17,2	-0,35224763	0,01475903
1997	0	2	8	0	0	1067,5	17,9	1,71192	0,70351357
1998	0	17	12	0	0	949,1	17,1	1,19880338	-0,08363448
1999	0	21	5	0	0	523,1	17,7	-0,64737636	0,50672656
2000	0	5	17	0	0	747,3	17,6	0,32425157	0,40833305
2001	0	2	3	0	0	374,2	17,9	-1,29267252	0,70351357
2002	0	29	5	2	0	1158	13,6	2,10412485	-3,52740719
2003	0	4	0	0	0	819,1	18	0,6354152	0,80190707
2004	0	9	2	0	0	460,3	17,5	-0,91953619	0,30993954
2005	0	0	6	0	0	435,1	17	-1,02874682	-0,18202799
2006	0	2	0	0	0	717,4	16	0,19467229	-1,16596305
2007	0	2	10	0	0	579,5	17,7	-0,40295256	0,50672656
2008	0	2	0	0	0	656,8	18	-0,06795328	0,80190707
2009	0	0	10	0	0	477,4	17,7	-0,84542897	0,50672656

Tableau VII : Données statistiques des MTH, températures et précipitations

Created with


nitro^{PDF} professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

	<i>Choléra</i>	<i>fièvre typhoïde</i>	<i>HV</i>	<i>Dysenterie</i>	<i>Poliomyélite</i>	<i>population</i>	<i>Pluviométrie</i>	<i>Temperature</i>
<i>Choléra</i>	1,000							
<i>Fièvre typho</i>	-0,151	1,000						
<i>HV</i>	0,361	-0,060	1,000					
<i>Dysenterie</i>	-0,106	0,256	-0,045	1,000				
<i>Poliomyélite</i>	-0,053	0,111	-0,029	0,652	1,000			
<i>population</i>	-0,340	-0,040	0,057	-0,404	-0,154	1,000		
<i>Pluviométrie</i>	-0,013	0,379	0,092	0,030	0,278	0,086	1,000	
<i>Temperature</i>	0,052	-0,549	0,117	-0,184	0,119	-0,072	-0,395	1,000

Tableau VIII : Analyse de corrélation entre les MTH et les paramètres clima

Created with


 nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1990	1,000																			
1991	-0,427	1,000																		
1992	-0,293	0,868	1,000																	
1993	-0,550	0,882	0,669	1,000																
1994	-0,235	0,921	0,965	0,664	1,000															
1995	-0,580	0,912	0,800	0,975	0,762	1,000														
1996	-0,292	0,937	0,960	0,690	0,998	0,784	1,000													
1997	-0,141	0,416	-0,023	0,313	0,220	0,174	0,250	1,000												
1998	-0,294	0,928	0,753	0,686	0,890	0,700	0,905	0,639	1,000											
1999	-0,291	0,935	0,963	0,688	0,998	0,784	1,000	0,238	0,899	1,000										
2000	-0,153	0,455	0,022	0,342	0,264	0,209	0,294	0,999	0,673	0,282	1,000									
2001	-0,234	0,723	0,373	0,538	0,587	0,462	0,612	0,919	0,891	0,603	0,936	1,000								
2002	-0,314	0,931	0,985	0,717	0,992	0,821	0,993	0,152	0,856	0,994	0,197	0,529	1,000							
2003	-0,265	0,860	0,998	0,631	0,974	0,765	0,968	0,000	0,770	0,971	0,046	0,395	0,986	1,000						
2004	-0,290	0,931	0,967	0,685	0,998	0,784	1,000	0,222	0,892	1,000	0,266	0,589	0,995	0,975	1,000					
2005	-0,070	0,188	-0,272	0,146	-0,031	-0,022	0,000	0,968	0,426	-0,012	0,956	0,791	-0,100	-0,250	-0,029	1,000				
2006	-0,265	0,860	0,998	0,631	0,974	0,765	0,968	0,000	0,770	0,971	0,046	0,395	0,986	1,000	0,975	-0,250	1,000			
2007	-0,127	0,372	-0,075	0,281	0,169	0,135	0,200	0,999	0,598	0,188	0,995	0,897	0,101	-0,052	0,172	0,980	-0,052	1,000		
2008	-0,265	0,860	0,998	0,631	0,974	0,765	0,968	0,000	0,770	0,971	0,046	0,395	0,986	1,000	0,975	-0,250	1,000	-0,052	1,000	
2009	-0,070	0,188	-0,272	0,146	-0,031	-0,022	0,000	0,968	0,426	-0,012	0,956	0,791	-0,100	-0,250	-0,029	1,000	-0,250	0,980	-0,250	1,000

Tableau IX : Analyse de corrélation entre les années

4-Secteur sanitaire d'Amizour :

Année	Choléra	Fièvre typho HV (A et E)	Dysenterie	Poliomyélite T°	pluviométrie	TmCR	PmCR	
1990	0	1	6	0	17,1	489,6	0,21154604	-0,08933416
1991	0	0	4	0	16,2	606,1	-0,67399552	0,8815082
1992	0	4	5	3	16,2	445	-0,67399552	-0,46100429
1993	0	34	11	3	16,5	652,9	-0,378815	1,27151182
1994	0	28	2	0	17,6	663,9	0,70351357	1,36317934
1995	0	8	6	0	17,4	511,5	0,50672656	0,09316753
1996	0	7	0	0	16,9	500,2	0,01475903	-0,00100001
1997	0	85	0	0	17,6	394,9	0,70351357	-0,87850817
1998	0	3	6	0	16,8	742,9	-0,08363448	2,0215188
1999	0	2	2	0	17,4	411,3	0,50672656	-0,74184023
2000	0	2	0	0	17,3	391	0,40833305	-0,91100847
2001	0	1	0	0	17,6	368	0,70351357	-1,10267692
2002	0	24	1	0	13,3	519,7	-3,52740719	0,1615015
2003	0	2	0	0	17,7	612,4	0,80190707	0,93400868
2004	0	4	0	0	17,2	534,2	0,30993954	0,28233596
2005	0	1	1	0	16,7	651,6	-0,18202799	1,26067839
2006	0	2	0	0	15,7	385	-1,16596305	-0,96100894
2007	0	0	0	0	17,4	331	0,50672656	-1,41101312
2008	0	1	14	0	17,7	426,6	0,80190707	-0,61433905
2009	0	1	4	0	17,4	368,6	0,50672656	-1,09767687

Tableau X : Données statistiques des MTH, températures et précipitation

Created with


download the free trial online at nitropdf.com/professional

	<i>Choléra</i>	<i>F.typhoide</i>	<i>Hépatite A/E</i>	<i>Dysenterie</i>	<i>Polio</i>	<i>population</i>	<i>T°</i>	<i>pluviometrie</i>
<i>Choléra</i>	1,000							
<i>F.typhoide</i>	#DIV/0!	1,000						
<i>Hépatite A/E</i>	#DIV/0!	-0,054	1,000					
<i>Dysenterie</i>	#DIV/0!	0,144	0,422	1,000				
<i>Polio</i>	#DIV/0!	-0,088	0,172	-0,076	1,000			
<i>population</i>	#DIV/0!	-0,051	-0,583	-0,329	-0,205	1,000		
<i>T°</i>	#DIV/0!	-0,033	0,073	-0,180	-0,020	-0,113	1,000	
<i>pluviometrie</i>	#DIV/0!	0,031	0,226	0,139	0,476	-0,238	-0,142	1,000

Tableau XI : Analyse de corrélation entre les MTH et les paramètres climatiques

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
1990	1,000																				
1991	0,986	1,000																			
1992	0,716	0,631	1,000																		
1993	0,219	0,054	0,641	1,000																	
1994	-0,016	-0,181	0,440	0,968	1,000																
1995	0,600	0,459	0,791	0,909	0,791	1,000															
1996	-0,086	-0,250	0,389	0,950	0,998	0,746	1,000														
1997	-0,086	-0,250	0,389	0,950	0,998	0,746	1,000	1,000													
1998	0,940	0,877	0,767	0,492	0,286	0,805	0,219	0,219	1,000												
1999	0,735	0,612	0,833	0,820	0,666	0,983	0,612	0,612	0,895	1,000											
2000	-0,086	-0,250	0,389	0,950	0,998	0,746	1,000	1,000	0,219	0,612	1,000										
2001	-0,086	-0,250	0,389	0,950	0,998	0,746	1,000	1,000	0,219	0,612	1,000	1,000									
2002	-0,045	-0,210	0,419	0,961	1,000	0,772	0,999	0,999	0,258	0,644	0,999	0,999	1,000								
2003	-0,086	-0,250	0,389	0,950	0,998	0,746	1,000	1,000	0,219	0,612	1,000	1,000	0,999	1,000							
2004	-0,086	-0,250	0,389	0,950	0,998	0,746	1,000	1,000	0,219	0,612	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000						
2005	0,735	0,612	0,833	0,820	0,666	0,983	0,612	0,612	0,895	1,000	0,612	0,612	0,644	0,612	0,612	1,000					
2006	-0,086	-0,250	0,389	0,950	0,998	0,746	1,000	1,000	0,219	0,612	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000	0,612	1,000				
2007	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,000		
2008	0,995	0,998	0,669	0,124	-0,112	0,520	-0,181	-0,181	0,907	0,666	-0,181	-0,181	-0,141	-0,181	-0,181	0,666	-0,181	#DIV/0!	1,000		
2009	0,996	0,968	0,752	0,301	0,070	0,666	0,000	0,000	0,962	0,791	0,000	0,000	0,041	0,000	0,000	0,791	0,000	#DIV/0!	0,983	1,000	

Tableau XII : Analyse de corrélation entre les années