

**République Algérienne Démocratique Et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**  
**Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques**  
**Département de Biologie**



## **Mémoire**

En vue d'obtention de diplôme de Master  
Spécialité : protection de l'environnement

## **Thème**

**Les effets des hydrocarbures sur quelques propriétés chimiques et biologiques du sol.  
Cas de la station-service de Fréha**

Présenté par : SAAD Djamila

DENDANI Tinhinane

Soutenue publiquement le : **27-09-2017**

### **Devant le jury :**

Présidente :Mme Taleb K.

MC à L'U.M.M.T.O

Promotrice :Mme Lamri

T.M.A à L'U.M.M.T.O

Co-Promotrice :M<sup>lle</sup>Ali Ahmed

S.M.A à L'U.M.M.T.O

Examinatrice :Mme SahmouneF.

M.A à L'U.M.M.T.O

**Promotion : 2016/2017**

## *Remerciements*

*Nous remercions tout d'abord le bon Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la force et la patience pour réaliser ce travail.*

*Nous tenons par la suite à exprimer nos vifs remerciements, à notre promotrice, Mme Lamri T, maitre assistante au département de Biologie à L'U.M.M.T.O pour son encadrement scientifique, ses précieux conseils, son soutien et ses encouragements tout au cours de notre travail.*

*Nos vifs et sincères remerciements à notre co-promotrice M<sup>lle</sup> Ali Ahmed maitre assistante au département de Biologie à L'U.M.M.T.O pour son aide, ses orientations et à son suivi.*

*Nous tenons à remercier également les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*A la présidente Madame Taleb K., MCà L'U.M.M.T.O*

*A Mme Sahmoune F.M.A à L'U.M.M.T.O d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents les prunelles de mes yeux pour leurs soutiens morale et matériel.*

*Tout au long de mes études, que Dieu tout puissant me les protège et leur accorde une longue vie pleine de bonheur et de santé*

*(Mouloud et Malika).*

*A mes très chers frères Hocine et Amayes à qui je souhaite le succès dans leurs vies.*

*A tous mes cousins(es), tantes et oncles et leurs enfants.*

*A mon amie Djamila avec qui j'ai partagé ce travail et toute sa respectueuse famille.*

*A tous mes amis(es), et ceux qui m'aiment.*

*A toute la promotion de protection de l'environnement*

*DENDANI Tinhinane*

## *Dédicaces*

*Ce projet de fin d'étude est dédié à toutes les personnes qui me sont cher et qui m'ont soutenu et ont contribué de près ou de loin à ce travail et spécialement :*

*A mes parents, mes frères et sœurs, mon mari, mes enfants, et toute la famille*

*A Tinhinane, Saliha et Fadhila*

*A tous mes amis*

*Djamila*

## Liste des abréviations :

**ABG** : activité biologique globale

**HC** : hydrocarbure

**H<sup>+</sup>** : ions d'hydrogène

**pH** : potentiel d'hydrogène

**CE** : conductivité électrique

**MO** : Matière organique

**N** : Azote

**HAM** : Hydrocarbure aromatique monocyclique

**HAP** : Hydrocarbure aromatique polycyclique

**Mn** : manganèse

**Zn** : Zinc

**Fe** : Fer

**C /N** : le rapport carbone/azote

**C°** : degré Celsius

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydriques

## Liste des figures :

**Figure 01** : Triangle de structure du sol.

**Figure 02** : Devenir d'un polluant dans un sol.

**Figure 03** : La situation géographique de la commune de Fréha dans la Wilaya de Tizi-Ouzou.

**Figure 04** : Situation Géographique de Fréha.

**Figure 05** : Températures maximales et minimales de la région de Fréha durant la période 1918-1951.

**Figure 06** : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles de Fréha obtenues après extrapolation durant la période 1973-1993.

**Figure 07** : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour la station de Fréha 1973-1993.

**Figure 08** : Position de la station de Fréha sur le climagramme d'emberger.

**Figure 09** : Localisation de la station-service de Fréha.

**Figure 10** : Variation de pH.

**Figure 11** : Variation de carbone organique.

**Figure 12** : Variation de la matière organique.

**Figure 13** : Variation d'azote.

**Figure 14** : Variation de rapport C/N.

**Figure 15** : Variation de carbone dégagé et de taux de minéralisation.

## Liste des tableaux :

**Tableau I** : Les constituants du sol.

**Tableau II** : Réglementation environnementale algérienne applicable aux installations classées.

**Tableau III** : Températures maximales et minimales de la région de Fréha durant la période allant de 1973 à 1993.

**Tableau IV** : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles de Fréha allant de 1973 à 1993.

**Tableau V** :  $Q_2$  d'Emberger calculé pour la région d'étude et l'étage bioclimatique correspondant.

**Tableau VI** : Résultats d'ANOVA pour la variable pH.

**Tableau VII** : Résultats du test ANOVA pour la variable carbone organique.

**Tableau VIII** : Résultats du test ANOVA pour la variable matière organique.

**Tableau IX** : Résultats d'ANOVA du test ANOVA pour la variable azote.

**Tableau X** : Résultats d'ANOVA pour la variable azote.

**Tableau XI** : Résultats du test d'ANOVA pour la variable C/N.

**Tableau XII** : Résultats du test de NEWMAN KEULS pour la variable C/N.

**Tableau XIII** : Résultats du test d'ANOVA réalisés pour le carbone dégagé.

**Tableau XIV** : Résultats du test NEWMAN KEULS pour la variable carbone dégagé.

**Tableau XV** : Résultats du test ANOVA réalisé pour le taux de minéralisation.

**Tableau XVI** : Résultats du test NEWMAN KEULS pour la variable taux de minéralisation.

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

## **Chapitre I : Partie bibliographique**

I- Généralités sur le sol.....	3
I.1. Définition.....	3
I.2. Origine et constituants du sol.....	3
I.3. Propriétés du sol.....	4
I.3.1. Propriétés physique du sol.....	4
I.3.2. Propriétés chimiques du sol.....	6
II. Pollution du sol par les hydrocarbures.....	7
II.1. Définition des hydrocarbures.....	7
II.2. Origine des hydrocarbures.....	8
II.3. Origines des pollutions par hydrocarbures.....	8
II.4. Classification des hydrocarbures.....	8
II.4.1. Les hydrocarbures aliphatiques.....	8
II.4.2. Les hydrocarbures cycliques.....	9
II.4.3. Les hydrocarbures aromatiques.....	9
II.4.4. Les produits raffinés.....	9
II.4.5. L'essence.....	9
II.4.6. Le gasoil.....	9
II.5. Source des hydrocarbures dans le sol.....	10
II.6. Principaux facteurs influençant la migration des HC dans le sol.....	10
II.7. Devenir des hydrocarbures dans le sol.....	11
III. Effets éco toxicologiques des hydrocarbures.....	11

III.1. Effet des hydrocarbures sur le sol.....	11
III.2. Effet des HC sur les propriétés physiques du sol.....	12
III.3. Effet des HC sur les propriétés chimiques du sol.....	12
III.4. Effet des HC sur les propriétés biologiques du sol.....	13
III.5. Effet des HC sur le végétal.....	13
III.6. Effet des HC sur l'environnement.....	13
III.7. Effet des HC vis-à-vis de l'Homme.....	13
IV. Législation et réglementation.....	13
VI.1. Réglementation approprié à la pollution du sol par HC.....	13
VI.2. Convention internationale du 18 décembre 1971.....	14
VI.3. Convention de 1992.....	14
VI.4. la législation nationale.....	14
VI.5. Textes législatifs et réglementaires applicables aux stations-service.....	14

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

I. Présentation de la zone d'étude.....	18
I.1 Situation géographique de la station.....	18
I.2 Géologie de la station.....	18
I.3 Géomorphologie de la station.....	19
I.4 Reliefs et pentes.....	19
I.5 Hydrologie de la station.....	19
I.6 Le couvert végétal.....	19
I.7 Les caractéristiques climatiques.....	20
I.7.1 La température.....	20

I.7.2 Les précipitations.....	21
I.7.3 La synthèse climatique.....	22
I.8 Le choix de la station.....	25
II. Matériels.....	26
II.1. Matériels utilisés sue le terrain.....	26
II.2. Matériels utilisés au laboratoire .....	26
III. Méthodes.....	27
III.1 Méthode d'échantillonnage.....	27
III.2 Préparation du sol.....	27
III.3 Analyses effectuées.....	28
III.3.1 Le pH.....	28
III.3.2 Le dosage de carbone organique.....	28
III.3.3 Matière organique.....	28
III.3.4 Dosage d'azote.....	29
III.3.4. Activité biologique.....	29

### **Chapitre III Résultats et discussions**

III.1 Résultats.....	31
III.1.1 Potentiel hydrogène (pH).....	31
III.1.2 Le taux du carbone organique.....	32
III.1.3 La matière organique.....	33
III.1.4 L'azote.....	34
III.1.5 Le rapport C/N.....	35
III.1.6 L'activité biologique globale.....	37
III.1.6.a Le carbone dégagé.....	38

III.1.6.b Le taux de minéralisation.....	39
III.2 Discussion.....	40
Conclusion et perspectives.....	43
Références bibliographiques	
Annexes	

# **Introduction générale**

L'exploitation humaine des gisements de pétrole n'a cessé d'augmenter depuis le début du siècle dernier. L'extraction, le transport, et l'utilisation de cette source d'énergie entraînent des risques de pollution accidentelle et chronique pour l'environnement pouvant influencer l'équilibre écologique et parfois entraîner la destruction de l'écosystème (Soltani, 2004).

Le secteur des hydrocarbures constitue le pivot de l'économie nationale, une énergie qui, de par les bienfaits qu'elle apporte aux citoyens et au développement du pays, continue à causer de sérieuses et préoccupantes menaces sur notre environnement qui ne cesse d'être pollué à l'échelle de tous ses compartiments : l'eau, l'air et le sol (Tandjir et Djébar, 2004).

La connaissance des risques environnementaux liés à la production des hydrocarbures est impérative pour faire face aux pollutions engendrées par ces derniers. Parmi les pollutions les plus spectaculaires générées figurent les déversements des fluides pétroliers tels que le pétrole brut, le gasoil, le fuel, l'essence et le kérosène (Lecomte, 1998).

L'impact de cette pollution par les hydrocarbures sur l'environnement et la santé est très dangereux notamment par la propagation des molécules dangereuses dans le sol et leur transfert dans les nappes phréatiques et dans la chaîne alimentaire (Gabet, 2004).

Les stations-service, lieux de stockage et de manipulation des produits polluants, peuvent être à l'origine d'accidents ou de pollutions du sol et de l'environnement. Leur très large répartition sur le territoire nationale est due à la production de l'énergie. Cette répartition peut prendre de larges dimensions à cause des caractéristiques de polluants et des vecteurs à travers lesquels ils sont transportés. Les polluants des stations-service sont des substances pour la plupart mobiles ou volatiles qui peuvent même atteindre les eaux souterraines et superficielles avec des subséquents impacts pour la santé et l'environnement.

L'objectif de ce travail est de réaliser une étude sur l'effet des hydrocarbures sur les propriétés chimiques et biologiques du sol. Pour ce faire, nous avons choisi une station-service au niveau de laquelle aucune étude n'a été réalisée.

Le présent travail se subdivise en trois chapitres :

-Le premier chapitre consiste en une revue bibliographique sur le sol, sa pollution par les hydrocarbures, leurs effets éco toxicologiques et sur la législation et réglementation.

-Le second chapitre présente : la zone d'étude, le matériel utilisé et les méthodes adoptés dans notre expérimentation.

-Le troisième chapitre est une présentation et discussions des résultats obtenus concernant les paramètres chimiques et biologiques des sols étudiés.

Nous terminons ce travail par une conclusion générale et quelques perspectives.

**Chapitre I :**  
**Revue**  
**bibliographique**

## I. Généralité sur le sol :

**I.1. Définition du sol :** Il résulte de la transformation de la couche superficielle de la roche mère de l'écorce terrestre soumise aux intempéries. Le sol est constitué par les fragments de la roche mère qui sont brisés et remaniés chimiquement et par des débris d'animaux et de plantes (Raoul, 2003).

### I.2. Origine et constituants du sol :

#### I.2.1. Origine :

Le sol subit au fil du temps des modifications qui altère sa composition en acquérant d'autres constituants tels que la matière organique et l'argile et aussi des changements au niveau de sa structure comme sa couleur, son agrégat et ses horizons qui lui sont spécifiques (Soltner, 2005). Les horizons au niveau des sols forment le profil pédologique et au final le sol atteint un état d'équilibre avec la végétation et le climat (Lozet et Mathieu, 1997).

#### I.2.2. Constituants du sol :

Le sol est un mélange de plusieurs phases: liquides, solides et gazeux, Ce qui peut lui donner une apparence d'un matériau homogène ; cependant, sous la loupe il se révèle un autre mélange de grains durs, d'eau, d'air, d'être vivants ou morts et d'humus. Ce qui forme ce qu'on appelle un système polyphasique (Gobat et *al.*, 2010).

**Tableau I :** les constituants du sol (Baize, 1989)

	Constituants solides		Constituants liquides (solution du sol)	Constituants gazeux (atmosphère du sol)
	Minéraux	Organiques		
<b>Origine</b>	Désagrégation physique et altération biochimique des roches.	Décomposition des êtres vivants.	Précipitations, nappes, ruissellement	Air hors sol, matières en décomposition, respiration
<b>Critères de classement</b>	Taille (granulométrie) Qualité (minéralogie)	Etat (vivant, mort) Qualité chimique (originelle, transformée).	Origine (météorique, phréatique) Etat physique (potentiel hydrique)	Origine (aire, organisme) Qualité chimique

			qualité chimique	
<b>Catégories</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Selon la granulométrie :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le squelette (&gt;2mm)</li> <li>- Terre fine (&lt;2mm)</li> </ul> </li> <li>❖ Selon la minéralogie :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quartz</li> <li>- Minéraux silicatés Min. Carbonatés.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Organismes vivants</li> <li>❖ Organismes morts</li> <li>❖ Matières organiques héritées : Cellulose, lignine, résine</li> <li>❖ Matières organiques humifiées : acides flaviques et humiques, humines.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Eau</li> <li>❖ Substances dissoutes :               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Glucides,</li> <li>▪ Alcools,</li> <li>▪ Acides, Organiques,</li> <li>▪ Minéraux</li> <li>▪ Cations</li> <li>▪ Anion.</li> </ul> </li> </ul>	Gaz de l'air : N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> Gaz issu de la respiration et de la décomposition des organismes : CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> .

### I.3. Propriétés du sol

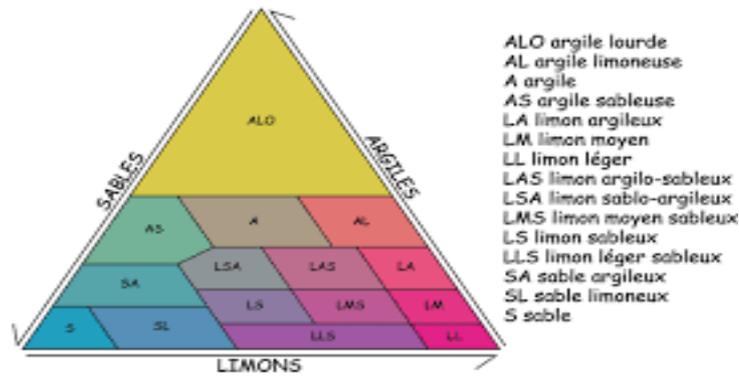
#### I.3.1. Propriétés physiques :

##### I.3.1.1. Structure :

La structure du sol fait référence à la forme et la taille des agrégats qui le constituent, c'est un paramètre très important qui exerce une influence sur la porosité d'un sol donc sur sa structure. L'étude structurale d'un sol permet la délimitation de la forme et la distribution des contaminants, elle aussi affecte leurs transports et leurs rétentions (Sharma et Reddy, 2004).

##### I.3.1.2. Texture :

La texture du sol correspond à la proportion des particules de sable, de limons et d'argile qu'ils le constituent, ils sont définis en fonction de leur diamètre apparent ; et portés dans un graphe triangulaire (figure 1), les particules de sable sont les plus grosses et les particules d'argile sont les plus fines (Ponge et Robert, 1996).



**Figure 01 : Triangle de structure du sol (Bonneau et Souchier, 1979).**

### I.3.1.3. Porosité:

Dans un sol la porosité définit le volume apparent unitaire du sol qui n'est pas occupé par la phase solide. Elle est mesurée à partir de la densité apparente ( $d_a$ ) (poids de terre sèche par unité de volume apparent) et de la densité ou du poids spécifique réel ( $d_r$ ) de la phase solide (Koller, 2004).

$$P_{\{\%\}} = [1 - (d_a/d_r)] \cdot 100$$

### I.3.1.4. Perméabilité :

La perméabilité du sol indique sa propriété à transmettre de l'eau vers les couches inférieures, elle est étroitement dépendante de la texture et de la porosité du sol. Elle est nécessaire au calcul de réseaux de drainage et au même temps elle est délicate car elle ne peut intervenir que sur un matériau non remanié (Koller, 2004).

### I.3.1.5. L'humidité

L'eau rencontrée dans le sol est enrichie en ions et en molécules minérales et organiques, elle joue un rôle supplémentaire en mettant en avant sa capacité de transport et son action dans les processus de solubilisation et d'insolubilisation (Dajoz, 2000).

### I.3.1.6. La température :

La localisation est superficielle pour la majorité des représentants de la faune du sol, s'explique par l'importance de la température. Chaque espèce a une température préférentielle pour son activité et les variations de celle-ci déterminent les migrations verticales de la faune

en profondeur où la température du sol varie très peu. Le froid ralentit les activités des animaux et le gel contribue à la mort de nombre d'entre eux ; ce qui, pour les parasites des végétaux, est fort utile ; mais son action sur la faune du sol est peut-être surestimée, en dehors du fait qu'il existe des faunes d'été et des faunes d'hiver (Gobat et *al.*, 2003).

### **I.3.2. Propriétés chimiques du sol :**

#### **I.3.2.1. le pH du sol :**

L'acidité du sol est définie par la concentration en ions  $H^+$ . La concentration en ions d'hydrogène  $H^+$  d'un milieu chimique détermine sa réaction mesurée par le pH, qui varie de 0 à 14. Un sol est dit :

- Acide pour un pH en eau inférieur à 6,8 ;
- Neutre pour un pH en eau compris entre 6,8 et 7,2 ;
- Alcalin ou basique pour un pH en eau supérieur à 7,2 (Bonneau et Souchier, 1979).

#### **I.3.2.2. pouvoir tampon des sols :**

C'est la capacité du sol à réduire ses variations du pH en cas d'apport d'acide ou de base. Il permet d'évaluer le degré d'évolution d'un sol ainsi que sa résistance potentielle aux polluants atmosphériques. Ce pouvoir tampon est plus élevé quand le sol possède une capacité d'échange cationique importante, c'est-à-dire qu'il contient davantage d'argile et d'humus comme complexe absorbant (Gobat et *al.*, 2003).

#### **I.3.2.3. la capacité d'échange cationique :**

C'est l'aptitude d'un sol à retenir des cations sous forme échangeable. C'est une propriété des sols utile et intéressante car elle permet de caractériser le sol du point de vue de la régulation de la composition ionique de la composition du sol comme elle est reliée à des polluants métalliques (Calvet, 2003).

#### **I.3.2.4. la conductivité électrique :**

C'est l'indice de la teneur en sels solubles dans ce sol, elle exprime approximativement la concentration des solutions ionisables présentes dans l'échantillon c'est-à-dire son degré de salinité. Cette propriété électrochimique est basée sur le fait que la conductance d'une solution s'accroît au fur et à mesure que les concentrations en cations et anions porteurs de charges électriques augmentent (Clément, 2003).

#### **I.3.2.5. la matière organique :**

La matière organique est composée de débris végétaux de toute nature (feuilles, rameaux morts) qui tombent sur le sol et qui sont décomposés rapidement par l'activité biologique. La matière organique joue un rôle important dans la fabrication des agrégats, autrement dit sur l'élaboration de la structure du sol. L'absence de la matière organique rend la structure du sol instable (Clément, 2003).

#### **I.3.2.6. le calcaire dans le sol :**

Le calcaire peut se trouver dans le sol à l'état de fragments de dimension quelconque depuis les blocs et les graviers jusqu'à la taille des colloïdes argileux. Généralement, les fragments sont des parties de la roche mère. Le calcaire du sol peut aussi être d'origine biologique et il est constitué partiellement ou en totalité par des coquilles de gastéropode (Hélicidés) (Clément, 2003).

#### **I.3.2.7. l'azote total :**

L'azote d'un sol constitue la réserve globale d'azote contenue dans l'humus et dont la rapidité de mobilisation est très variable suivant le type d'humus (mull, moder, mor). La teneur en azote total est un bon indice de fertilité à condition d'être interprété en fonction du rapport C/N (Clément, 2003).

### **II. Pollution des sols par des hydrocarbures :**

Les hydrocarbures (pétrole, essence, gas-oil, huiles pour moteurs, etc.) interviennent dans 80% des cas de pollution du sol (Lardjane et Mechraoui, 2001). Du fait de l'utilisation généralisée des hydrocarbures légers couramment commercialisés, la pollution par ces hydrocarbures est très fréquente. Contrairement aux hydrocarbures lourds qui ont des viscosités élevées, peu solubles dans l'eau et peu volatils, ces composés sont assez biodégradables à l'exception de certains d'entre eux qui peuvent se révéler toxiques pour la microflore autochtone (Colin, 2000).

#### **II.1. Définition des hydrocarbures :**

Les hydrocarbures, ou huiles minérales regroupent différents produits pétroliers (pétrole brut, pétrole raffiné, kérosène, essences, fuels, lubrifiants, huiles à moteurs) sont les composés organiques les plus simples, dont les molécules ne contiennent que du carbone et d'Hydrogène (Lemiere et *al.*, 2001).

## **II.2. Origine des hydrocarbures :**

Les hydrocarbures se forment à partir de débris d'algues, de résidus de la faune marine et de plancton. Le vieillissement, la température et la pression qui s'exerce sur les fonds marins, transforment cette substance organique en hydrocarbures (Battaz, 2009).

## **II.3. Origines des pollutions par hydrocarbures :**

La pollution par hydrocarbures peut être d'origine naturelle ou anthropique. Les origines naturelles sont les émissions des feux de forêt, éruptions volcaniques, réaction biogène dans les plantes et les bactéries et les réactions géologiques associés à la production du fuel fossile et minérale. Les origines anthropiques regroupent les processus de combustion de fuel fossile et le processus de transformation tel que les raffineries de pétrole (Gabet, 2004).

## **II.4. Classification des hydrocarbures :**

Ils sont repartis en trois groupes : les hydrocarbures aliphatiques, cycliques et aromatiques.

### **II.4.1. Les hydrocarbures aliphatiques :**

Regroupent des molécules linéaire ou ramifiées à longue chaîne, qui peuvent être saturés qui sont des alcanes ou insaturés qui sont des alcènes ou alcynes, et substitués ou non (Arnaud, 2004).

#### **II.4.1.1. Les hydrocarbures aliphatiques saturés :**

Deformule générale  $C_nH_{2n+2}$  représentés par les alcanes ou les hydrocarbures parafiniques (Colin, 2000). Ils ne comportent que des liaisons simples, covalentes et non polaires (Hart et Conia, 2002).

#### **II.4.1.2. Les hydrocarbures aliphatiques insaturés :**

Ce sont des hydrocarbures qui comportent une double ou triple liaison carbone-carbone, ils sont représentés par les alcènes ou les hydrocarbures oléfiniques de formule générale  $C_nH_{2n}$  et les alcynes ou les hydrocarbures acétyléniques  $C_nH_{2n-2}$  (Hart et Conia, 2002).ils sont appelés insaturés car ils referment pas le maximum d'atome d'Hydrogène possible (Richards et *al.*, 1984).

#### **II.4.2. Les hydrocarbures cycliques :**

Ce sont des hydrocarbures dont la chaîne carbonée forme une sorte de boucle fermée, qui sont les cycloalcanes (saturés), les cycloalcènes et les cycloalcynes (insaturés) (Arnaud, 2004).

#### **II.4.3. Les hydrocarbures aromatiques :**

Ce sont tous les produits pétroliers spécifiques composés d'atomes de carbone et d'hydrogène et qui regroupent tout les composés renfermant un ou plusieurs cycles benzéniques (Ouahbi, 2012).

##### **II.4.3.1. Les hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM):**

Ce sont des composés contenant un cycle benzénique C<sub>6</sub> sur lequel se lie une grande variété de radicaux (Lumière et *al.*, 2001).

##### **II.4.3.2. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) :**

Ce sont des composés dont la structure comprend au moins deux cycles aromatiques fusionnés et qui montrent une forte toxicité envers les organismes vivants et la santé humaine (Christian, 2006).

#### **II.4.4. Les produits raffinés :**

Les produits raffinés sont les résultats du raffinage du pétrole et désigne l'ensemble des modifications de la structure physique et chimique de ce dernier, afin d'extraire le maximum de produits à haute valeur commerciale. La modification moléculaire du pétrole engendre des produits lourds (fuel-oil, bitume), des distillats (gasoil) et des produits légers (essence) (Begbeg, 2008).

#### **II.4.5. L'essence :**

C'est un mélange d'environ 230 d'hydrocarbures différents. Les essences sont composées de cinq classes principales d'hydrocarbures : les n-alcanes, les isoalcanes, les cycloalcanes, les alcènes et les aromatiques (Saada et *al.*, 2005).

#### **II.4.6. Le gasoil :**

Est un ensemble de 2000 à 4000 hydrocarbures différents, le nombre d'atome de carbone qui le compose varie entre 11 et 25. Plus lourd que l'essence contient moins de produits volatils. Essentiellement composé de n-alcanes et cycloalcanes et ne contient pas d'alcanes (Saada *etal.*, 2005).

## **II.5. Source des hydrocarbures dans le sol :**

D'après Colin (2000), la pollution par hydrocarbures localisée des sols peut avoir des origines différentes et l'activité anthropique est la principale source de nombreuses contaminations localisées ou diffuses au niveau des sols et sous-sols.

### **II.5.1. Les activités industrielles :**

- Divers accidents et incidents sont liés à l'extraction, au stockage, à la transformation et aux transports des hydrocarbures.
- Dépôt des déchets dans et autour des sites en activité.
- Lors de la démolition des installations contenant des hydrocarbures.

### **II.5.2. Les activités urbaines**

- Les produits et déchets dangereux au même titre que des activités industrielles, utilisés ou issus des activités artisanales ou commerciales.
- Par retombés atmosphériques de nombreuses sources de pollution atmosphérique

#### **\*Le cas de la station-service :**

Les principales causes de la pollution ponctuelles du sol de ce genre d'installation sont les suivantes (Adam, 2006) :

- ✓ La corrosion des cuves de stockage.
- ✓ Les accidents de dépotage.
- ✓ Ilots de pompes.
- ✓ Séparation d'hydrocarbure.
- ✓ Points de remplissage.
- ✓ Canalisation entre les citernes et les ilots de pompes.

## **II.6. Les principaux facteurs influençant la migration des hydrocarbures dans le sol :**

Selon Lemièrre et *al.* (2001), les propriétés du sol et du sous-sol qui interviennent dans la migration des polluants dans le sol sont :

-Les propriétés hydrogéologiques : (milieu poreux : porosité, perméabilité, milieu karstique, milieu fissuré).

-Les propriétés physico-chimiques (minéralogie, teneur en eau).

-Les propriétés biologiques : (microflore, aptitude à la dégradation).

## II.7. Le comportement et le devenir des hydrocarbures dans le sol :

Les principaux mécanismes de transport et de transformation des polluants que l'on peut identifier selon Colin (2000), sont :

- ❖ Le transport des polluants en phase liquide, régi par les phénomènes de diffusion et de dispersion.
- ❖ La dissolution des polluants dans l'eau inertielle mobile et leurs transport sous les effets des mouvements des eaux sous terraines.
- ❖ Le transport des polluants volatils par les gazes du sol. En phase gazeuse sont alors la diffusion moléculaire, dans l'air du sol et la différence des densités entre les vapeurs des hydrocarbures et le gaz du sous-sol ; les vapeurs des polluants étant plus dense que l'air, elles descendent vers la frange capillaire. Les mouvements des gaz sont essentiellement verticaux. Figure 02.

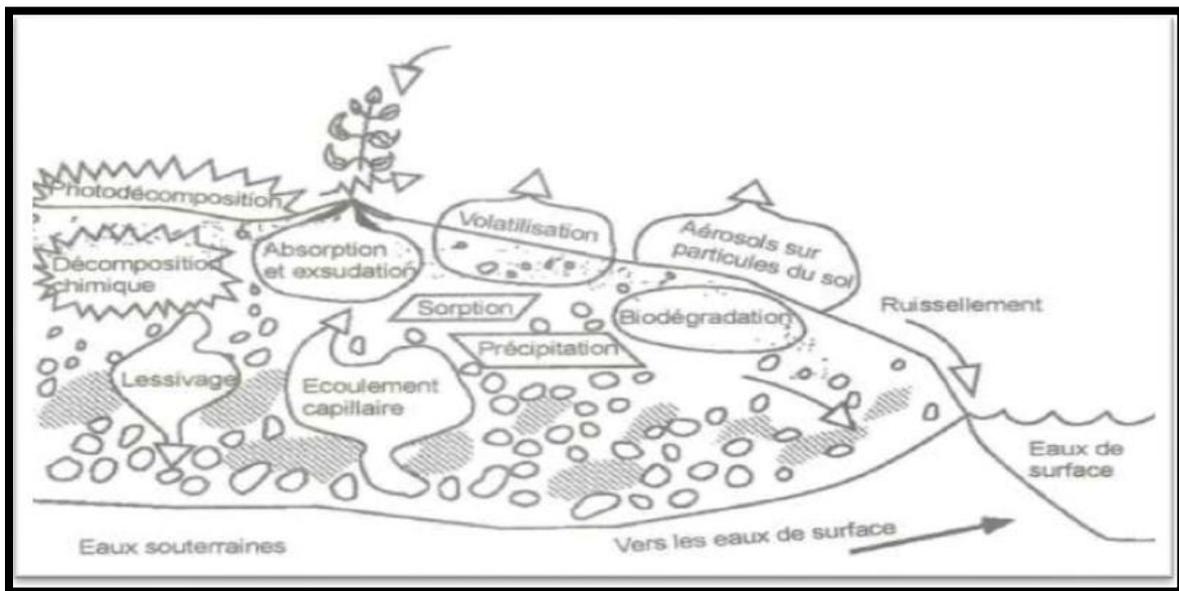


Figure 02 : Devenir d'un polluant dans un sol (Lumière et *al.*, 2000).

## III. Effets éco toxicologiques des hydrocarbures :

**III.1. Effet sur les propriétés du sol :** Les hydrocarbures représentent les principaux polluants qui affectent les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

### III.1.1. Effet sur les propriétés physiques du sol :

Les études concernant les effets des hydrocarbures sur les propriétés physiques d'un sol sont très limitées, cependant, Mettauier et ses collaborateurs (1987) cités par Fezzani et Khider(2007), soutiennent l'idée que la présence des hydrocarbures améliore la stabilité structurale d'un sol, accroît sa rétention en eau et réduit sa mouillabilité.

### III.1.2.Effet sur les propriétés chimiques du sol :

Les effets des hydrocarbures sur les propriétés chimiques du sol généralement consistent en :

- ✓ Une augmentation de la concentration du sol en élément chimiques à l'état de trace tel que le manganèse (Mn), le zinc (Zn) et le fer (Fe) (Sauchelli, 1969 *in* Fezani et Khider, 2007).
- ✓ L'augmentation de la conductivité électrique (CE) entraînant l'inhibition de certaines plantes très sensibles à la présence des sels (Karaginnidis, 1999).
- ✓ Une légère acidification du sol (2 à 3 dixième) qui traduit sans doute l'apparition de faibles quantités d'acide résultant soit de l'oxydation des n-alcanes, soit de celle de composés provenant de la rupture du noyau aromatique. Il y a peu de variation de composition chimique en ce qui concerne les éléments majeurs du sol. Tout fois une teneur en soufre légèrement plus importante peut être attribuée aux hydrocarbures. Les métaux sont retenus dans l'horizon superficiel (Bergue et Mérienne, 1986).
- ✓ L'évolution du carbone des hydrocarbures légers est décelée par chromatographie dans l'atmosphère environnante : méthane-éthane-propane-butane. Ces gaz n'étant pas présents dans les produits polluants se forment donc dans le sol. De la matière organique fraîche se trouve synthétisée à partir de carbone et d'azote.

Les synthèses organiques s'accomplissent grâce à la source d'énergie qui est le carbone des hydrocarbures. Le CO<sub>2</sub> étant le terme final de l'oxydation de carbone il peut être pris comme indice des activités globales des microorganismes; et le calcul de la quantité totale du carbone perdue sous cette forme permet de connaître la quantité d'hydrocarbures dégradés (Bergue et Mérienne, 1986).

- ✓ L'azote organique augmente de façon continue dans les parcelles traitées. Cet enrichissement est la conséquence du déséquilibre carboné provoqué par l'apport d'hydrocarbures (le rapport C /N voisin de 45). Il traduit l'activité d'une microflore

capable de métaboliser les déchets hydrocarbonés en utilisant une source d'azote autre que celle des réserves insuffisantes du sol (Rouquerol *et al.*, 1987).

### **III.1.3. Effets sur les propriétés biologiques du sol :**

Les effets des hydrocarbures sur l'activité biologique du sol dépendent de leur nature, de leur concentration dans le sol et d'autres facteurs liés au milieu (Duchaufour, 1991).

Les composés organiques contaminants peuvent inhiber la croissance des microorganismes et leur métabolisme. Cette inhibition est liée à des interactions avec la membrane cellulaire de ces composés fortement hydrophobes et à la formation de métabolites toxiques (Girart, 2005).

### **III.2. Effet d'hydrocarbures sur le végétal :**

L'effet phytotoxique des hydrocarbures dans le sol engendre une diminution du taux de germination du végétal ainsi que les retards de sa croissance (Chaineau *et al.*, 1997).

### **III.3. Effet d'hydrocarbure sur l'environnement :**

L'étude de l'évolution des hydrocarbures dans les phases liquides et gazeuses du sol, démontre que les terrains contaminés entraînent une extension de la contamination, soit par voie aérienne entraînant des poussières contaminées et migration des vapeurs ou sous terraines par la migration d'eau contaminée, aux environs immédiats du site, ou peuvent habiter des populations humaines (Fattal, 2008).

### **III.4. Effet d'hydrocarbures vis-à-vis de l'homme :**

L'impact des hydrocarbures sur la santé humaine dépend du temps d'inhalation, du contact cutané et de la possible consommation de produit de mer qui sont contaminés par une pollution. Ainsi que d'autres manifestations ont été signalées au moment du nettoyage des milieux de diversément qui peuvent causer des douleurs aux jambes et des troubles de sommeil. Les contacts avec les HAP à long terme provoquent des troubles neurologiques. Le contact cutané le plus courant avec les hydrocarbures concerne les mains et il provoque érythèmes (Fattal, 2008).

## **IV. Législation et réglementation :**

### **IV-1 Réglementation appropriée à la pollution du sol par hydrocarbures :**

La protection de l'environnement était toujours une préoccupation pour l'homme, mais c'est à partir des années soixante que des textes juridiques commencèrent à déferler sur la scène internationale. Au niveau national, plusieurs réglementations furent adoptés également (Hamdad, 2002).

#### **IV-2 Convention internationale du 18 décembre 1971 :**

Un de ses objectifs est de créer fond d'indemnisation pour les dommages dus à la pollution par les HC. Ce fond est la clé de voute de système internationale d'indemnisation des dommages par HC. Son siège est situé à Londres (Cougoule et Miralles, 2004).

#### **IV-3 Convention de 1992 :**

Cette convention porte sur la responsabilité civile pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures. Conclue à Bruxelles le 29 novembre 1969, approuvé par l'assemblée fédérale le 20 mars 1987 instrument de ratification déposé par la Suisse le 15 décembre 1987.

#### **IV-4 La législation nationale :**

NAFTAL développe ses activités, notamment celles liées à la distribution des produits (carburants, lubrifiants, pneumatiques et les butanes), dans un contexte dans lequel se fait chaque fois, plus présente, la nécessité de :

- Faciliter le respect de la législation en matière d'environnement ;
  - Eviter toutes sortes de risques légaux et /ou de responsabilités pénales ;
  - Optimiser les couts de gestion des déchets et la gestion environnementale en générale.
- 
- ❖ Décret présidentiel n° 04-326 du 25 du 10 octobre 2004 portant ratification de la convention internationale de 1990 sur la préparation, la lutte et la coopération en matière de pollution par les hydrocarbures, faite à Londres le 30 novembre 1990 (Journal Officiel n°43, 2003).
  - ❖ La loi 05-07 du 28 Avril 2005, Elle définit le cadre législatif applicable aux projets relatifs aux hydrocarbures (JOURNAL OFFICIEL n°43, 2005).

#### **IV-5 Textes législatifs et règlementaires applicables aux stations-service (exigences légales) :**

- Loi n°04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.

- Décret n° 76-34 du 20 février 1976 relatif aux établissements dangereux, insalubres ou incommodes.
- Décret exécutif n° 85-231 du 25 août 1985 fixant les conditions et modalités d'organisation et de mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophes.
- Décret n°85-232 du 25 août 1985 relatif à la prévention des risques de catastrophes.
- Arrêté interministériel du 02/09/1989 modifiant l'arrêté interministériel de 20/09/1983 portant condition d'aménagement et d'exploitation des installations de gaz, de pétrole liquéfié.
- Décret exécutif n°97-435 du 17 novembre 1997 portant réglementation du stockage et de la distribution des produits pétroliers.
- Décret exécutif n°06-198 du 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.
- Instruction ministérielle R1 du 22 septembre 2003 relative à la maîtrise et la gestion des risques industriels impliquant des substances dangereuses.
- Loi n°01-19 du 19 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et l'élimination des déchets.
- Loi n°02-02 du 5 février 2002, relative à la protection et la valorisation du littoral.
- Décret exécutif n°90/78 du 27-02-1990 relative aux études d'impact sur l'environnement.
- Décret n°93-161 du 10 juillet 1993, réglementant le déversement des huiles et lubrifiants dans le milieu naturel.
- Décret n°93-162 du 10 juillet 1993, fixant les conditions et les modalités de récupération et de traitement des huiles usagées.

Les pollutions par les hydrocarbures représentent un phénomène non exceptionnel depuis les années cinquante. Bien que ne représentant qu'une faible part des pollutions des sols mais les conséquences sont diverses, leurs toxicité sur l'écosystème qui touche ainsi l'homme en premier lieu. Il est important de lutter contre celles-ci même si cette lutte est beaucoup plus difficile et la recherche de responsabilité très délicate.

**Tableau II:** Réglementation environnementale algérienne applicable aux installations classées (J .O : Journal Officiel).

<b>Environnement général</b>		
<p>❖ <b>La loi 03-10 : du 19 juillet 2003, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable</b></p>	<p>J.O n°43 du 20 juillet 2003, page 6</p>	<p>Texte définissant les règles de protection de l'environnement qui a institué entre autre :</p>
<p>❖ <b>Décret exécutif n°05-240 du 28 juin 2005, fixant les modalités de désignation des délégués pour l'environnement.</b></p>	<p>J.O n° 46 du 3 juillet 2005, page 15.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'obligation de l'étude d'impact pour toute création</li> <li>• D'activités industrielles</li> <li>• Institué un régime juridique spécifique applicables aux établissements classés</li> <li>• Introduire le principe de faire bénéficier les industriels qui importent des équipements visant à réduire toute forme de pollution, d'incitations financières et douanières</li> <li>• Consacré le principe pollueur payeur***</li> <li>• Consacré le principe de précaution***</li> </ul> <p>Modalité de désignation et les charges des délégués pour l'environnement dans les installations classées soumises à autorisation</p>
<p><b>Sites et installation/risques industrielle</b></p>		

<p>❖ <b>Décret exécutif n°07-145 du 19 mai 2007, déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'application des études et des notices d'impact sur l'environnement.</b></p>	<p>J.O n° 34 du 22 Mai 2007, Page 105.</p>	<p>Conditions et modalités des études d'impacts obligatoires pour « tous les travaux, aménagement ou ouvrages qui... » peuvent directement ou indirectement porter atteinte à l'environnement.</p>
<p><b>Eau</b></p>		
<p>❖ <b>Décret exécutif n°39-160 du 10 juillet 1993, Réglementant les rejets d'effluents liquides industriels.</b></p>	<p>J .O n° 46 du 22 14 juillet 1993, Page 5</p>	<p>Réglementation des rejets d'effluents liquides industriels, avec obligation d'une autorisation pour le rejet des effluents dans le milieu naturel et valeurs limites maximales</p>

# **Chapitre II : Matériel et méthodes**



**I.2. Géologie de la station :**

Les sols de notre zone d'étude reposent sur les terrasses alluviales récentes qui à leur tour reposent sur les formations miocène post-nappe ; ce dernier surmonte les flysch crétacés du haut Sebaou, ils débutent par 10 à 15 m de bancs conglomériques dont les éléments sont pauvres en débris de socles et riches en galets calcaires (Ben hassain, 1980).

**I.3. Géomorphologie de la station :**

Fréha est située sur la troisième terrasse alluviale, ces terrasses sont généralement emboîtées ou étagées dans le haut Sebaou. Elles présentent une accumulation de galets, rarement surmontés de limons. Cette zone d'étude est située au sein d'une terrasse alluviale du quaternaire reposant sur un substrum tertiaires de marnes de miocènes. Cette région n'est pas totalement fermée, elle présente un exutoire vers l'ouest (Ben Hassaine, 1980).

**I.4. Relief et pentes :**

La région de Fréha est située sur un plateau formant la transition entre le massif d'Ath Ghobri, la région d'Aghribs, et la vallée de Sébaou. Elle présente en grande partie un relief variable et en majeure partie faiblement accidenté (Mesrouk, 1998).

**I.5. Hydrologie de la station :**

L'oued Sébaou est alimenté par l'Oued Boubhir issu de la partie orientale du Djurdjura et les affluents de la rive droite : Oued Disset Oued Imendoussen situés sur la chaîne littorale (Lakroun, 1990). Le débit de ces Oueds est inégalement réparti, il est concentré durant la période hivernale. Une grande partie des eaux est donc perdue dans la mer et cela est dû à l'inexistence d'ouvrages de mobilisation, l'autre partie qui reste alimente la nappe par infiltration (Mesrouk, 1998).

**I-6. Couvert végétal :**

Fréha est principalement une région agricole caractérisée par des formations herbacées dominées par les graminées mais aussi par des cultures fruitières telles que ; le figuier, le poirier, l'oranger et la vigne, des cultures maraichères telles que la pomme de terre, le haricot vert et la pastèque ainsi que des cultures fourragères et des céréales.

## I.7. Caractéristiques climatiques :

Le climat est un facteur déterminant car il influence directement l'atténuation ou l'augmentation d'une pollution et la disponibilité des eaux. Ainsi il est considéré comme l'un des paramètres les plus importants qui ont une influence directe et/ou indirecte sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des sols ; il joue un rôle important dans la répartition et la survie des êtres vivants.

### I.7.1. Température :

#### Les températures moyennes mensuelles de Fréha :

Le tableau III rapporte les températures de la région de Fréha après extrapolation :

**Tableau III:** Températures maximales (M) et minimales (m) de la région de Fréha durant la période allant de 1973 à 1993.

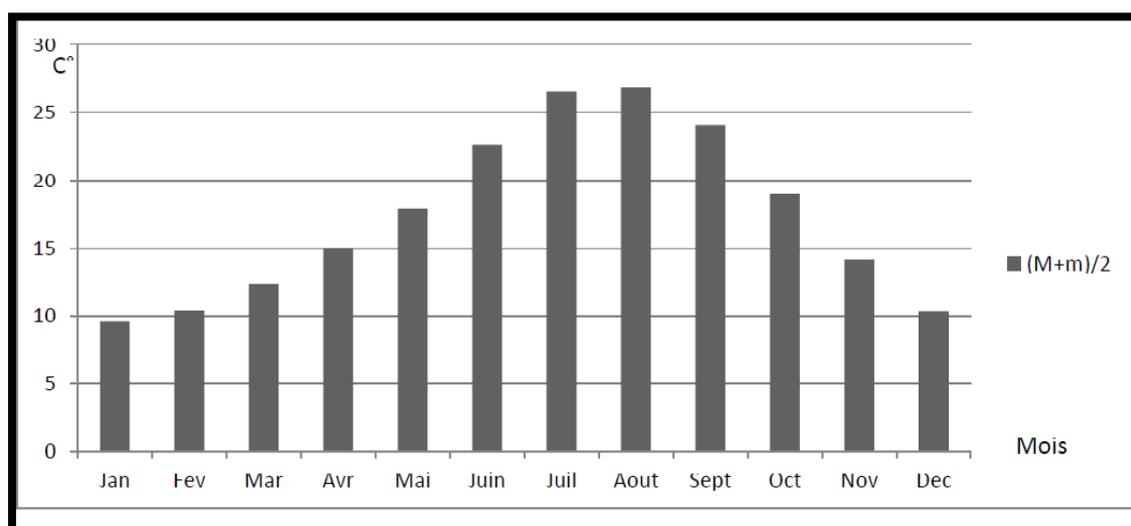
	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov	Déc.
Tm	4,5	4,9	6,5	8,9	11,5	15,7	19,1	19,6	17,2	12,8	8,6	5,3
TM	10,3	11,5	13,8	16,8	20	25,1	29,5	29,8	26,5	20,8	15,3	11
TM+Tm /2	7,4	8,2	10,1	12,9	15,8	20,4	24,3	24,7	21,9	16,8	11,9	8,1

D'après le tableau un écart thermique est très important entre les moyennes de minima (m) et du mois le plus froid (Janvier) et des maxima (M) du mois le plus chaud (Aout).  
(m=9,6°C, M=26,9°C)

M : moyenne des températures maximales en (°C)

M moyenne des températures minimales en (°C)

M+m/2 : moyennes des températures mensuelles en (°C)



**Figure 05 : températures maximales (M) et minimales (m) de région de Fréha durant la période (1918-1951)(O.N.M, Tizi Ouzou).**

Cette figure montre que pour la région de Fréha, le mois d'aout est le plus chaud avec une moyenne de 27,1°C et le mois de janvier est le plus froid avec une moyenne de 9,6°C

### **I.7.2. Précipitations :**

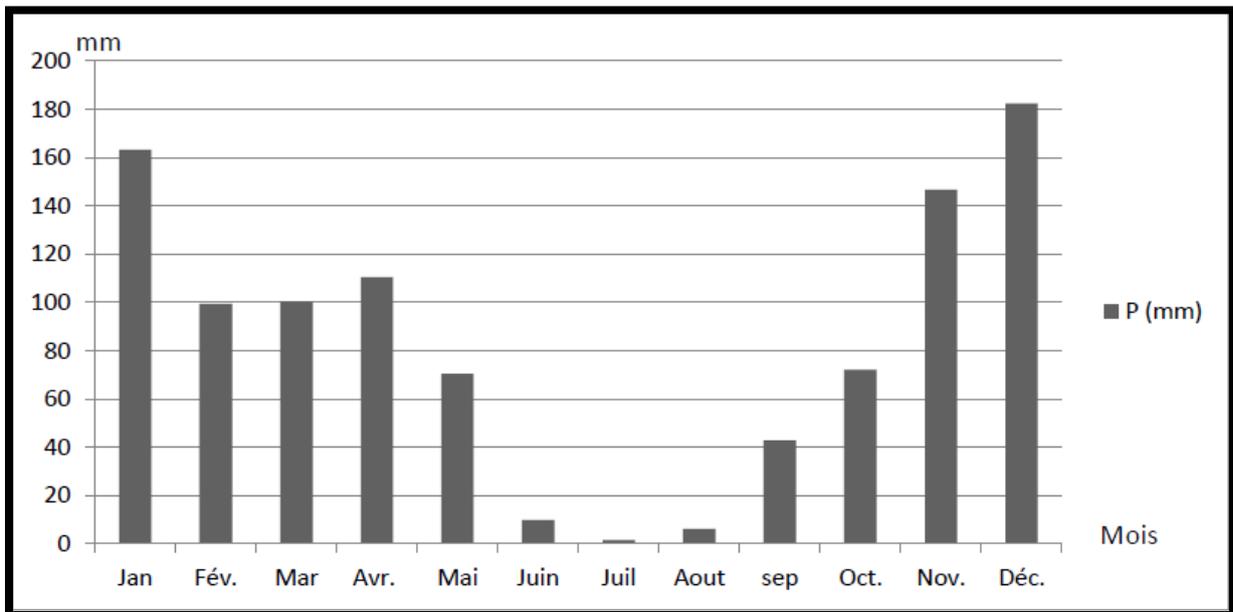
Les précipitations sont un facteur essentiel afin de déterminer un climat. Elles accusent des irrégularités très nettes à l'échelle mensuelle et annuelle, tant au niveau de la répartition qu'au niveau des quantités reçues, ce qui est attribuée aux caractéristiques du climat méditerranéen.

Les moyennes mensuelles des précipitations de la région de Fréha sont indiquées dans le tableau IV :

**Tableau IV :** précipitations moyennes mensuelles et annuelles de Fréha allant de 1973 à 1993 (ANRH, Tizi ousou).

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov	Déc.	Total
P(mm)	163,22	99,31	100,35	110,35	70,29	9,84	1,51	6,02	42,88	71,98	146,54	182,23	1004,5

Ce tableau fait ressortir une moyenne annuelle de précipitations de 1004,5 mm sur une période de 15 années. Le mois le plus pluvieux est le mois de Décembre avec une moyenne de 182,23mm. Les mois de Juin, Juillet et Aout sont les mois les moins pluvieux avec des moyennes respectives de 9,84 mm 1,5mm et 6,02mm



**Figure 06: précipitations moyennes mensuelles et annuelles de Fréha obtenus après extrapolation durant la période (1973-1993) (ANRH, Tizi ousou).**

### I.7.3. Synthèse climatique :

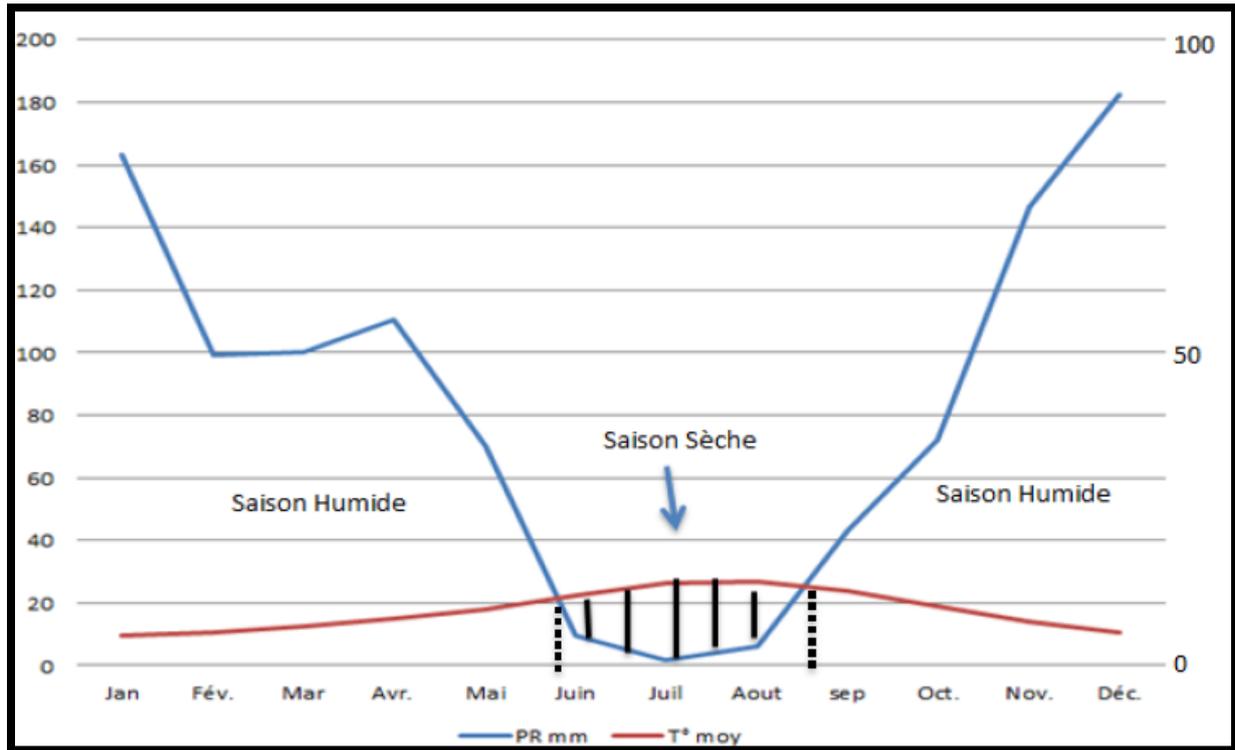
#### ➤ Diagramme Omrothermique de Bagnouls et Gausсен :

Le diagramme Omrothermique de Bagnouls et Gausсен, (1953) permet la mise en évidence des périodes sèches au cours d'une année hydrologique selon la relation :  $P \leq 2T$

**P** : précipitation moyennes mensuelles en mm

**T** : température moyenne mensuelle en °C

A partir de ces données, nous pouvons tracer le diagramme Omrothermique, qui est un graphique sur lequel la durée et l'intensité de la période sèche se trouvent matérialisées par la surface de croisement, ou la courbe thermique passe au-dessous de la courbe ombrique.



**Figure 07: Diagramme Omrothermique de Bagnouls et Gausson pour la station de Fréha (1973-1993).**

Ce diagramme permet de distinguer globalement au sein d'une même année, deux périodes

- Une période sèche, qui s'étale de la fin de mois Mai jusqu'à fin du mois de Septembre
- Une période humide qui s'étale de la fin Septembre jusqu'à fin de Mai.

➤ **Détermination de bioclimat de la station d'étude :**

Lediagramme d'Emberger permet le classement de différents types de climat. Il permet de définir un quotient pluviométrique afin de distinguer entre les différentes nuances du climat méditerranéen (Dadouj, 2000). Il est réalisé dans le but de définir l'étage bioclimatique auquel appartient une région donnée. Le quotient est calculé par la formule de Stewart(1996) ci-dessous :

$$Q_2 = 3,43(P/M-m)$$

$Q_2$  : est le quotient pluviométrique d'Emberger

$P$  : est la moyenne de précipitation des années prises en considération exprimé en mm

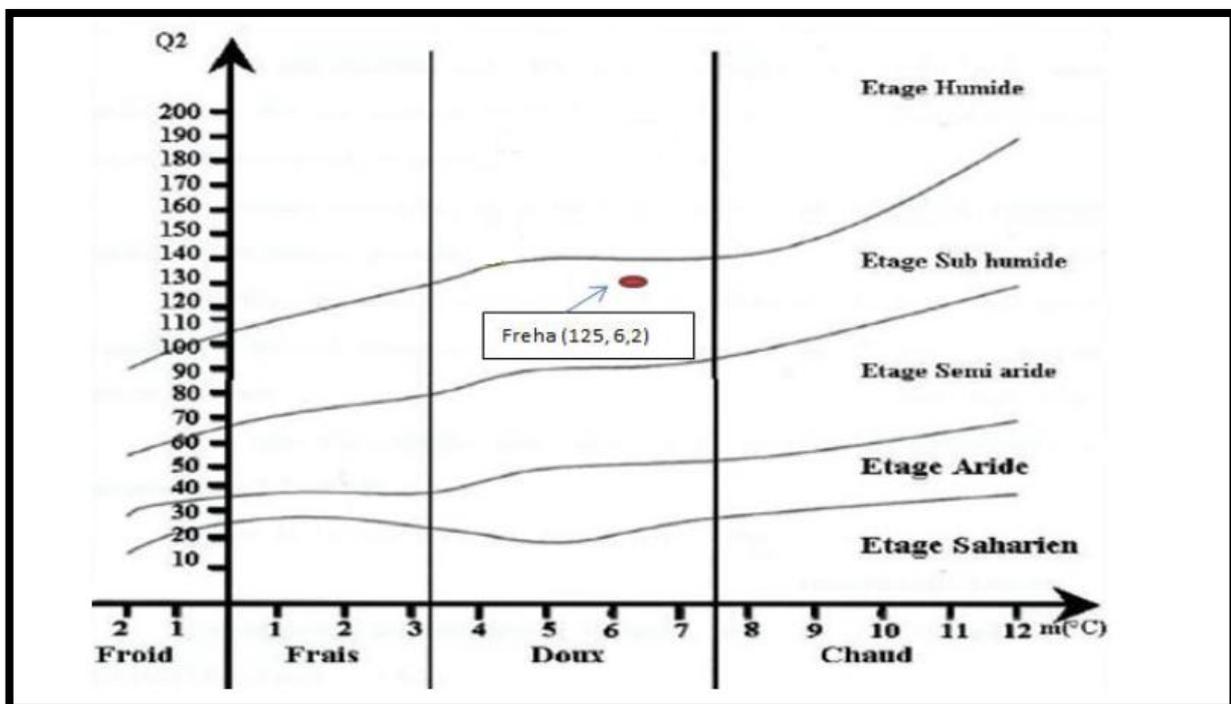
M : est la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud exprimé en degrés celsius (°C).

m: est la moyenne des températures minima du moi le plus froid exprimé en degrés celsius (°C).

Les valeurs obtenues pour la région de Fréha sont données dans le tableau V

**Tableau V** : $Q_2$  d'Emberger calculé pour la région d'étude et l'étage bioclimatique correspondant.

Région	P (mm)	M(C°)	m (C°)	$Q_2$	Etage bioclimatique
Freha	1004,5	33,6	6,2	125,75	Subhumide à hiver tempéré



**Figure08** : position de la station de Fréha sur le climagramme d'Emberger

(ANRH, Tizi ouzou).

L'étude bioclimatique de notre zone d'étude nous conduit à tirer les conclusions suivantes :

Le climat de notre région d'étude est un climat méditerranéen typique, caractérisé par deux périodes différentes : une sèche et chaude et l'autre pluvieuse et froide

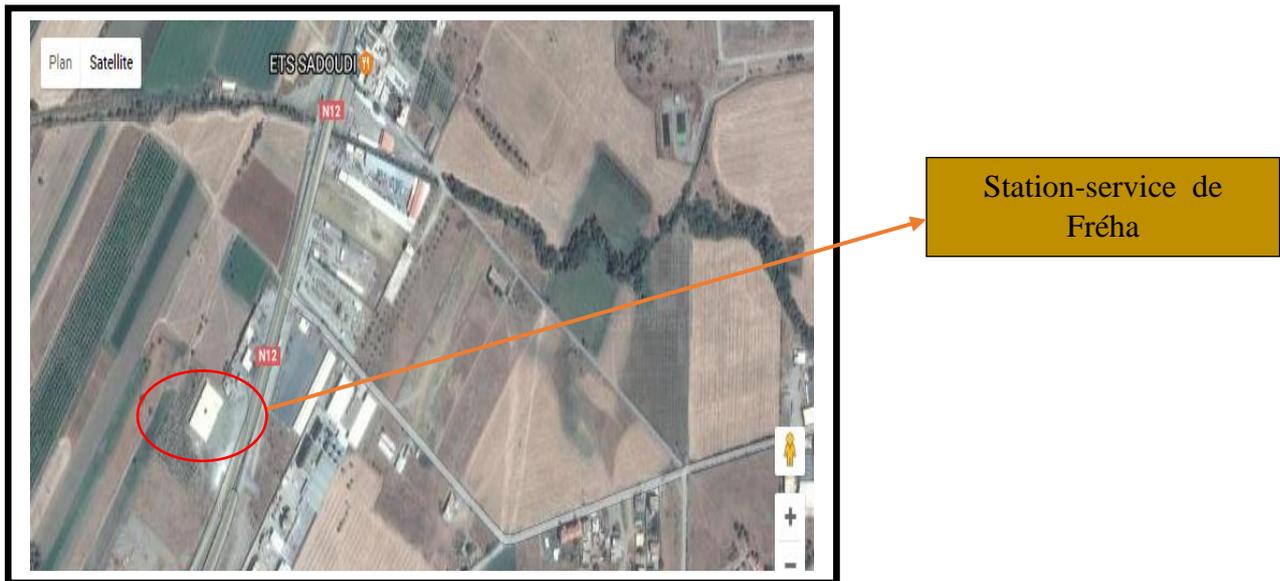
L'irrégularité et la variabilité du régime pluviométrique, sont bien apparentes à travers les saisons, les mois de Janvier et de Février sont en général les plus froids, alors que les mois les plus chauds restent Juillet et Aout.

## **II. Matériels :**

Les déversements d'hydrocarbures comme le gasoil et l'essence peuvent avoir des impacts très divers sur l'environnement en générale et sur la constitution du sol en particulier. Nous avons évalué ses conséquences en nous entreprenant dans une étude sur l'effet de la pollution par les hydrocarbures sur quelques propriétés chimiques et biologiques du sol, ce qui nous permettra une juste appréciation de cette pollution. Nous avons choisi un terrain à vocation agricole, sur lequel une station-service est implantée depuis quelques années. Le déversement des carburants et des huiles usagées pourraient avoir entraîné des modifications significatives sur quelques propriétés chimiques et biologiques du sol.

### **II.1. Le choix de la station :**

- Nous avons choisi cette station vue qu'aucune étude précédente n'a été effectuée.
- Le choix est en fonction de l'objectif que nous avons visé.
- Cette étude a été menée selon plusieurs paramètres comme l'ampleur de la pollution au niveau de cette station et l'effet de la pollution.
- Cette station présente un risque de contamination des eaux superficielles ainsi que les nappes phréatiques.
- Accessibilité au terrain, pour la réalisation de nos prélèvements.



**Figure09 : localisation de la station-service de Fréha (Google Earth, 2014).**

## **II-2 Matériels :**

### **II-2-1 Matériels utilisés sur le terrain :**

- Pioche en fer pour creuser le sol ;
- Des sacs de plastiques pour transporter le sol en laboratoire ;
- Etiquettes ;
- Marqueur ;
- Une pelle ;
- Une règle ;

### **II-2-2 Matériels utilisés au laboratoire :**

- Balance électronique ;
- PH mètre ;
- Pipettes en verre graduée ;
- Fioles jaugées ;
- Burette ;
- Erlenmeyer ;
- Eprovettes graduées ;
- Petits bicher ;
- Boites pétri ;
- Marqueur ;

- Etiquettes
- Flacons en verre ;
- Tubes en plastique ;
- Une pince ;
- Des gants ;
- Plaque chauffante ;
- L'incubateur ;
- Scotch ;
- Entonnoir en verre
- Réactifs (Bichromate de potassium  $K_2Cr_2O_7$ , Diphénylamine, sel de Mohr, NAF, Hydroxyde de sodium Na OH, Acide sulfurique  $H_2SO_4$ , l'eau distillée, l'eau du robinet)
- Tamis métallique à maille de 2mm et de 5mm de diamètre ;
- Marteau ;
- papier journal ;

### **III. Méthodes :**

#### **III.3.1. Méthode de prélèvement :**

Le prélèvement a été réalisé en une seule journée en mois de Mars ce qui garantit l'homogénéité environnementale du prélèvement qui peut avoir un effet sur les résultats d'analyse tels que la température, le rayonnement, le vent et l'humidité.

Notre travail expérimental a été mené à proximité de la source de pollution. Le prélèvement des échantillons correspond à la couche superficielle du sol (0-20 cm). Nous avons délimité trois parcelles de prélèvement (**P1, P2, P3**). Chaque prélèvement est répété trois fois aléatoirement (E1, E2, E3).

Le prélèvement (P1) a été effectué tout près(1m) de la source de pollution à l'intérieur de la station-service, (P2) a été prélevé à l'entrée de la station à 30m d'écart de (P1), le dernier (P3) le plus loin de la source de pollution a été prélevé à une distance de 100m.

#### **III.3.2. Préparation du sol :**

Le sol échantillonné sur le terrain a été transporté dans des sachets en plastique au laboratoire, où il a été étalé sur les paillages, nous l'avons laissé pendant trois jours afin d'être

séché. Après le nettoyage, concassage, puis le tamisage à l'aide de deux tamis à maille de 2mm et de 5mm. Les échantillons ont été étiquetés et stockés dans un endroit sec. La terre fine obtenue du tamisage à de 2mm constitue la partie du sol sur laquelle est basée la série d'analyses suivante : pH, N, C, C/N, MO. La terre qui est obtenue du tamisage à maille de 5mm est utilisée pour la détermination de l'activité biologique.

Les analyses chimiques et biologiques sont réalisées au sein du laboratoire de pédologie de l'université de Mouloud Mammeri.

### **III.3.3. Analyses effectués :**

#### **III.3.3.1. Le pH :**

Le sol a été mélangé avec de l'eau distillée au rapport 2/5 (masse/volume) puis agité pendant 10 minutes avec une baguette en verre et laissé le mélange au repos pendant deux heures, puis l'électrode du pH mètre est plongée dans le liquide surnageant. Les valeurs sont notées au deuxième décimale.

#### **III.3.3.2. Le dosage du carbone organique :**

C'est une mesure de la qualité des résidus en décomposition, exprimée en pourcentage (%). Le taux de carbone organique est déterminé par la méthode ANNE. Une quantité de 2g de terre fine suivant sa teneur présumée en matière organique, est pesée et introduite dans un bécher de 250ml avec 10ml de la solution aqueuse de bichromate de potassium à 8% et 15ml d'acide sulfurique concentré. Le bécher est porté à ébullition douce sur une plaque chauffante pendant 5 minutes. A partir de la première goutte condensée, le bécher est retiré et laissé refroidir. Le contenu est ensuite transvasé dans une fiole de 200ml en ajustant avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. A l'aide d'une pipette 25 ml sont prélevés auxquels sont ajoutés 100ml d'eau distillée. 1,5g de fluorure de sodium et 4 à 5 gouttes de diphénylamine sont ajoutés au mélange. L'excès de bichromate non réduit par le carbone organique est titré par une solution de sel de Mohr dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert.

#### **III.3.3.3. Matière organique :**

La teneur du sol en matière organique est réalisée en fonction du taux de carbone, dans le cas général, le taux de la matière organique est approximativement obtenu par la formule suivante :

$$\% \text{ de la matière organique} = 100/58 \times \%C = 1,72 \cdot C\%$$

Le passage de la teneur en carbone organique à la teneur en matière organique totale s'effectue en multipliant la teneur en carbone par le coefficient 1,72. On admet que le carbone représente 58% de la matière organique totale.

#### **III.3.3.4. Le dosage de l'azote :**

L'azote (N) stimule la croissance de la plante et il est responsable de sa coloration verte. Comme il est le facteur de rendement le plus important, car il entre dans la composition des protéines, de la chlorophylle et d'enzymes essentielles à la photosynthèse (captation de la lumière par la plante) et de la respiration (Pierzynski *et al.*, 2005).

La méthode employée est celle de Kjeldahl, par l'acide sulfurique. Ainsi la matière organique azotée est minéralisée par l'acide sulfurique concentré à chaud (action oxydante du H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) L'azote transformé en ammoniac est fixé par l'acide sulfurique à l'état de sulfate d'ammoniac. Le sulfate de potassium permet d'élever la température d'ébullition de l'acide sulfurique (de 317 à 330 C°).cette première phase s'appelle la digestion, l'acide sulfurique sera additionné à l'acide salicylique. Dans cette méthode de Kjeldahl, l'ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> est déplacé par l'hydroxyde de sodium et entraîné à la vapeur d'eau puis fixé par l'acide borique à l'état de borate, lui-même dosé par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> titré. Cette dernière phase s'appelle la distillation

#### **III.3.3.5. L'activité biologique globale :**

La respiration du sol reflète l'activité de la plupart des micro-organismes du sol. D'après Prosser (1997), la respiration est la plus commune et ancienne mesure indirecte de l'activité microbienne globale dans les sols.

Un système original a été développé par Nicolas Maire dans les années 80 a permis de mesurer la minéralisation du carbone organique et une estimation de la quantité de matière organique minéralisée par les microorganismes du sol, c'est également une mesure de l'activité des microorganismes. La valeur mesurée est la somme de CO<sub>2</sub> libéré durant 7 jours d'incubation à une température de 28°C à l'obscurité. Cette valeur est ensuite transformée mathématiquement en équivalent carbone dégagé, puis en équivalent de taux de minéralisation de la matière organique. Ces valeurs sont un résumé de l'activité respiratoire et correspond à la somme de travail effectué par les microorganismes.

Plus les valeurs de dégagement de CO<sub>2</sub> et de minéralisation du carbone organique sont élevées, plus le sol est actif et plus il peut assumer efficacement les différentes fonctions qui le caractérisent.

#### **III.3.3.6.Rapport C/N :**

Le rapport C/N, l'un des principaux indicateurs de la qualité biologique et physico-chimique du sol, fournit d'utiles indications sur l'évolution et composition de la matière organique.

#### **IV. Méthodes d'analyse statistique :**

Le traitement des résultats obtenus a été réalisé avec le logiciel Statistica.7.1, Ces résultats sont soumis à une analyse de la variance à un critère de classification :le degré de pollution du sol. Le test de Newman et Keuls permet la détermination des groupes homogènes dans les cas ou les différences entre les moyennes s'avèrent significatives.

# **Chapitre III :**

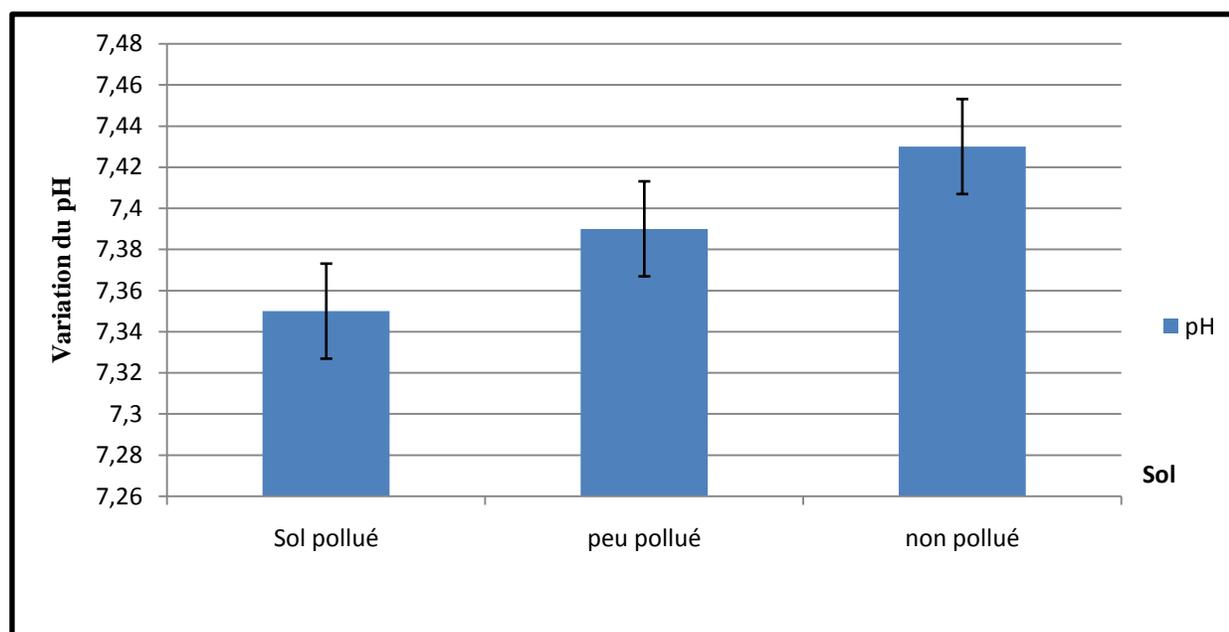
## **Résultats et discussion**

## I. Résultats :

Dans le but de caractériser l'effet de la pollution du sol par les hydrocarbures (gazoil et essence) sur certaines propriétés du sol, nous avons effectué des analyses chimiques et biologiques sur des prélèvements du sol de la station-service au niveau de la commune de Fréha

### I.1. Potentiel hydrogène (pH) :

Les résultats de la détermination du pH des échantillons prélevés sont illustrés dans la figure 09



**Figure 09 : variation du pH**

Les résultats présentés par la figure 09 indiquent un pH neutre au niveau du (P1) qui est d'une valeur moyenne de 7.35. Au niveau du (P2), le pH est légèrement alcalin d'une valeur moyenne de 7.43 et le (P3) indique un pH moyennement alcalin d'une valeur moyenne de 7.93.

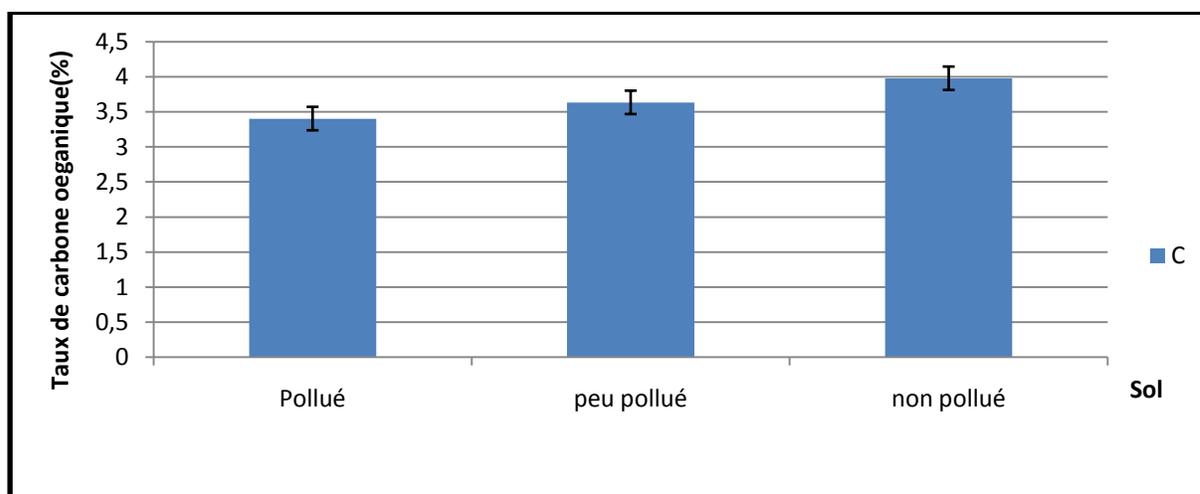
**Tableau VI** : résultats d'ANOVA pour la variable pH

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Ord.org	492,1003	1	492,1003	9182,879	0,000000
Sol	0,0097	2	0,0048	0,090	0,914786
Résiduelle	0,3215	6	0,0536		

Les résultats du test d'ANOVA concernant le pH des échantillons étudiés ont montré qu'il n'y a pas une différence significative entre les trois prélèvements (P1), (p2), et (p3) du sol étudié ce qui indique que les hydrocarbures n'ont pas d'effet sur le pH du sol étudié.

### I.2. Le taux du carbone organique :

Les résultats de la détermination du taux de carbone organique des échantillons prélevés sont illustrés par la figure 10, nous remarquons que le taux de carbone organique diminue légèrement en s'approchant du centre de pollution. Les relevés du P1 présente un taux de 3.40 %. Les relevés du P2 s'élèvent légèrement à un taux de 3.63 % et ceux du P3 aussi s'élèvent légèrement avec un taux de 3.97 %.

**Figure 10** : Variation de carbone organique.

Les résultats de l'analyse de la variance correspondant à la variable carbone organique des sols étudiés sont enregistrés dans le tableau VII.

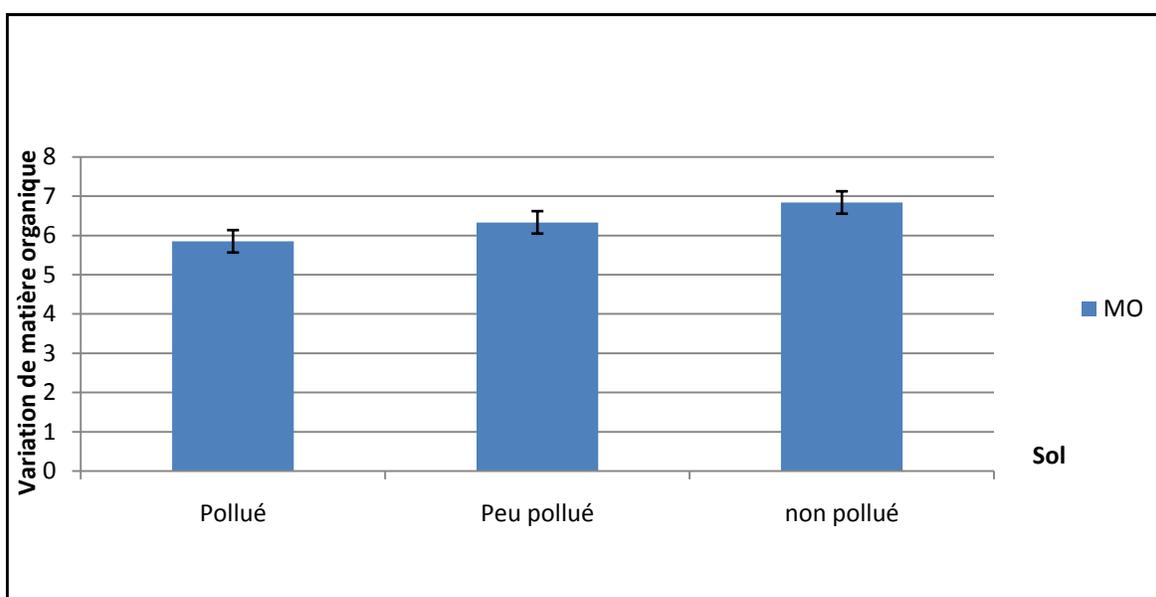
**Tableau VII** : résultats de test ANOVA pour la variable carbone organique.

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Ord.org	492,1003	1	492,1003	9182,879	0,00000
sol	0,0097	2	0,0048	0,090	0,914786
résiduelle	0,3215	6	0,0536		

Les résultats statistiques de la détermination du taux de carbone organique obtenu ont révélé une différence non significative entre les trois prélèvements du sol. Ce qui montre que les hydrocarbures n'influencent pas sur le carbone organique.

### I.3. La matière organique :

Les résultats de la détermination de la matière organique des échantillons prélevés sont illustrés par la figure 11.



**figure11** : variation de MO

D'après les données illustrées par la figure 11, nous remarquons que le taux de la matière organique présente les mêmes fluctuations que le carbone. La valeur la plus élevée est enregistrée dans P3 qui est de l'ordre de 6.83 %. Dans les relevés du P2 le taux diminue légèrement avec une valeur de 6.33 % et les relevés du P1 diminuent encore avec un taux de 5.85 %.

Les résultats de l'analyse de la variance des sols étudiés sont enregistrés dans le tableau suivant :

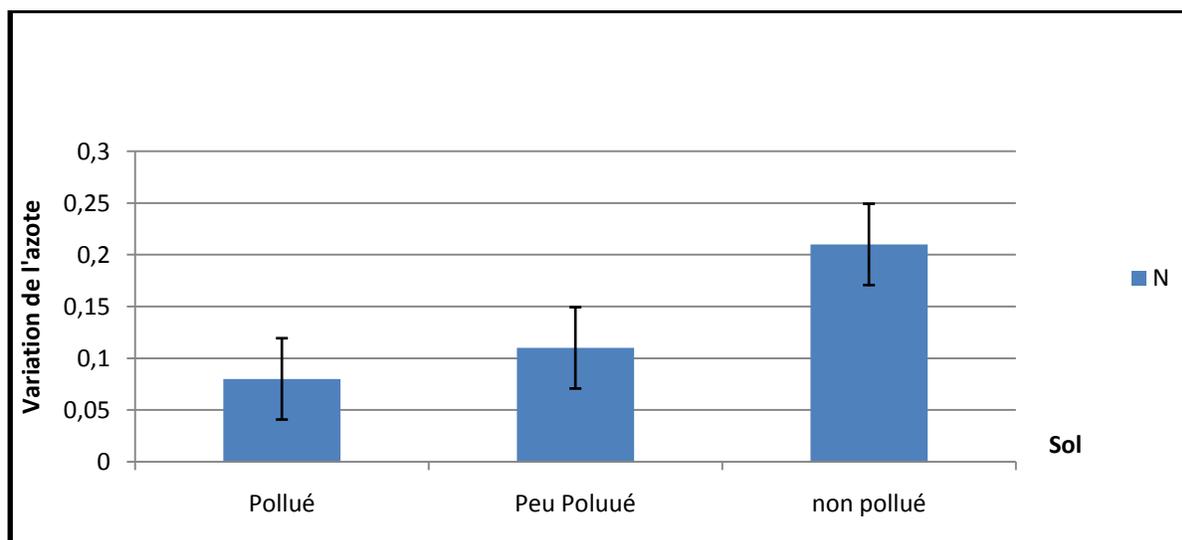
**Tableau VIII** : résultats du test d'ANOVA pour la variable Matière organique

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Ord.org	361,9278	1	361,9278	1261,000	0,0000000
sol	1,4664	2	0,7332	2,555	0,157553
résiduelle	1,7221	6	0,2870		

Statistiquement, les résultats de la détermination du taux de matière organique obtenus ont révélé une différence non significative entre les trois sols prélevés ce qui montre que les hydrocarbures n'influencent pas sur le taux de la matière organique.

#### I.4. L'azote :

Le résultat de la détermination en teneur en azote est présenté dans la figure ci-dessous :



**Figure 12** : variation de l'azote

D'après les résultats obtenus illustrés par la figure 12, le taux de l'azote dans P1 présente une teneur faible qui est de 0.08 %, et le P2 présente une teneur moyenne de 0.11%. Les relevés du P3 sont les plus élevés avec un taux de 0.21%.

Les résultats de l'analyse de la variance correspondent à la variable azote des sols étudiés sont enregistrés dans le tableau suivant :

**Tableau IXX** : résultats du test d'ANOVA pour la variable azote

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Ord.org	0.162678	1	0.162678	395.7027	0.000001
sol	0.027366	2	0.013678	33.2703	0.000566 THS
résiduelle	0.002467	6	0.000411		

Statistiquement, les résultats de la détermination du taux de l'azote des sols étudiés ont révélé une différence très hautement significative ce qui confirme que les hydrocarbures influencent sur l'azote.

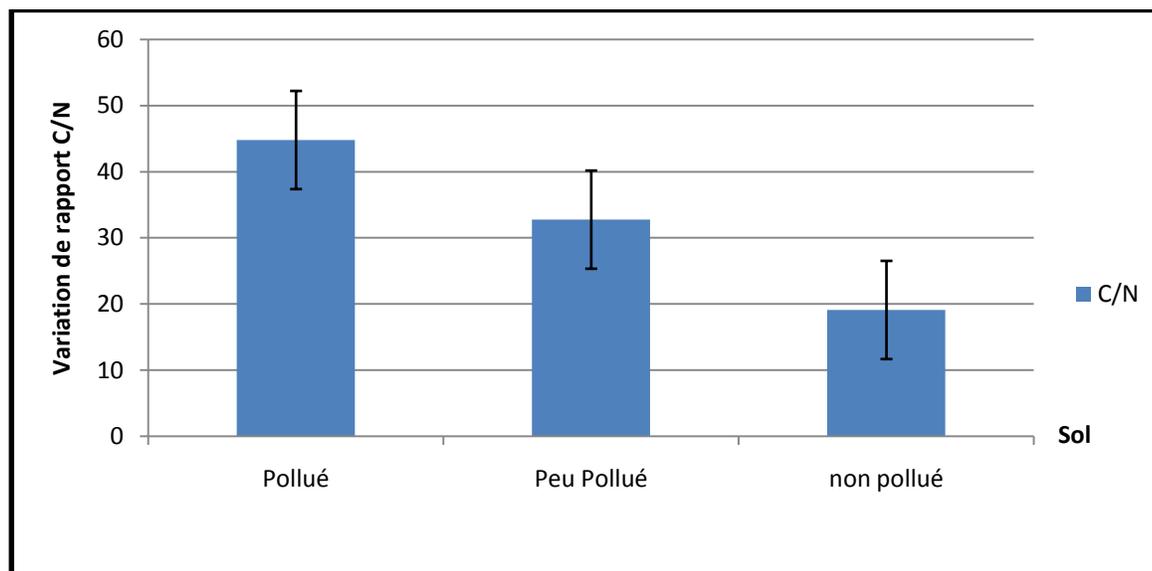
**Tableau XX** : Résultats d'ANOVA pour la variable Azote

BLOCKS	MOYENNES	GROUPES	
P1	0,080000	B	
P2	0,113333	B	
P3	0,210000		A

Le test de Newman Keuls a classé le sol P1 et P2 dans le groupe B, et le P3 dans le groupe A.

### I.5. Le rapport C/N :

Les résultats de la détermination du rapport C/N des échantillons des trois sols étudiés sont illustrés dans la figure ci-dessous :



**Figure13 : variation de rapport C/N**

Selon les résultats obtenus qui sont illustrés par la figure 15, nous remarquons que le rapport C/N diminue en s'éloignant de la source de pollution. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées dans P1 avec une valeur moyenne de 44,78% et une valeur moyenne de 32,75% au niveau du P2, et au niveau du P3 on a enregistré la moyenne la plus basse avec un taux de 19,09%.

Les résultats de l'analyse de la variance correspondant à la variable rapport C/N des sols étudiés sont enregistrés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau XXI : résultats du test d'ANOVA pour la variable C/N.**

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Ord.org	9338.375	1	9338.375	122.5976	0.000032
sol	991.306	2	495.653	6.5071	0.031421 HS
résiduelle	457.026	6	76.171		

Les résultats statistiques du rapport C/N obtenus ont révélés une différence hautement significative entre les trois prélèvements, ce qui confirme que les hydrocarbures influencent intensément sur ce paramètre.

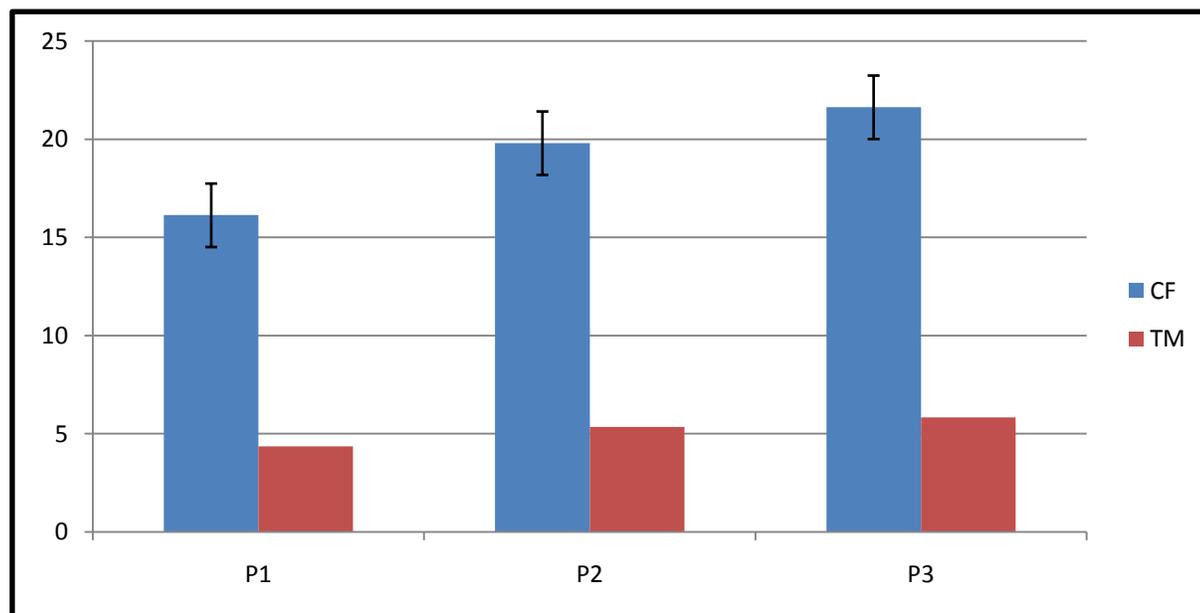
**Tableau XXII** : Résultats du test de Newman Keuls pour la variable C/N.

BLOCKS	MOYENNES	GROUPEs		
P1	19,09690	A		
P2	32,75103			AB
P3	44,78733		B	

Le test de Newman Keuls a classé P1 dans le groupe A, P2 dans le groupe AB P3 dans le groupe B.

#### I.6. L'activité biologique globale :

Les résultats de la respirométrie exprimés en fonction de CO<sub>2</sub> dégagé et du taux de minéralisation des différents sols étudiés sont présentés dans la figure ci-dessous :



**Figure 14** : variation de carbone dégagé et de taux de minéralisation

Nous remarquons que le taux de carbone dégagé et les valeurs de taux de minéralisation dans l'ensemble des sols étudiés diminuent au fur et à mesure qu'on s'approche du centre de pollution. Au niveau du sol sain la valeur moyenne du carbone dégagé est d'une valeur de 21.63 mg et 5.84 mg de taux de minéralisation. Pour le sol peu pollué le carbone dégagé est de l'ordre de 19.80 mg et celui de taux de minéralisation est de 5.35mg. Pour le sol pollué le taux de carbone dégagé est 16.13 mg et celui de taux de minéralisation est 4.35 mg.

**\*Le carbone dégagé :**

Les résultats de l'analyse de la variance correspondant à la variable carbone dégagé des sols étudiés sont présentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau XXIII :** Résultats de test d'ANOVA réalisés pour le carbone dégagé

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Ord.org	3313.921	1	3313.921	3081.125	0.000000
sol	47.056	2	23.528	21.875	0.001754 THS
résiduelle	6.453	6	1.076		

Statistiquement les résultats obtenus ont révélé une différence très hautement significative entre les trois sols étudiés ce qui explique que les hydrocarbures influencent intensément sur ce paramètre.

**Tableau XXIV :** Résultats du test NEWMAN KUELS pour la variable carbone dégagé

BLOCK	MOYENNE	GROUPES	
P1	16,13333		B
P2	19,80000	A	
P3	21,63333	A	

Le test de Newman et Keuls a classé P1 dans le groupe B, P2 et P3 dans le groupe A.

**\*Le taux de minéralisation :**

Les résultats de l'analyse de la variance correspondant à la variable taux de minéralisation des sols étudiés sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau XXV :** Résultats de test ANOVA réalisée pour le taux de minéralisation

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Ord.org	241.5952	1	241.5952	3083.757	0.000000
sol	3.4436	2	1.7218	21.977	0.001733 THS
Résiduelle	0.4701	6	0.0783		

Les résultats statistiques obtenus ont révélé une différence très hautement significative entre les trois sols étudiés ce qui explique que les hydrocarbures influencent intensément sur ce paramètre.

**Tableau XXVI :** Résultats du test NEWMAN KUELS pour la variable taux de minéralisation

Blocs	Moyenne	Groupes	
P1	4,353333		B
P2	5,350000	A	
P3	5,840000	A	

Le test de Newman et Keuls a classé P1 et P2 dans le groupe A, P3 dans le groupe B.

## II. Discussion :

Concernant l'étude du pH, les valeurs enregistrées des échantillons des sols étudiés (sol sain, sol peu pollué et sol pollué) sont toutes proches d'un pH neutre, et le test d'ANOVA a révélé qu'il n'y a pas une différence significative entre les trois sols, ce qui signifie que la pollution par les hydrocarbures n'influe pas sur le pH des sols étudiés. Cependant ; Les valeurs du pH ont tendance à baisser en s'approchant de la source de pollution qui vont de 7,93 à 7,35. Les travaux de Chaîneau et al (1996), ont confirmé que parmi les effets des hydrocarbures sur le sol est la diminution de son pH et d'après Koller (2004), cela est dû au fait que certaines substances organiques influent l'acidité du sol et leur degré de pollution.

Selon Bergue (1986) les sols pollués par les hydrocarbures deviennent légèrement acides (2 à 3 dixième) et que l'apparition de faible quantité d'acides résultant soit de l'oxydation de n-alcanes, soit de celle des composés provenant de la rupture de noyaux aromatiques.

Tisdale et Nelson(1977) in Njuko et al (2009) ont noté que cette légère acidification est le résultat de la production des radicaux acides par nitrification.

Concernant la matière organique, les trois sols étudiés ont des teneurs élevées comprises entre 5,85 % et 6,83 %. Bergue (1986) explique que la matière organique fraîche se trouvait synthétisée à partir de carbone et de l'azote dans les sols contaminés par les hydrocarbures, comme il a enregistré des pertes de matière organique sous forme de gaz carbonique, ce qui peut expliquer la légère baisse de son taux au niveau du sol pollué.

Degranges (1977) dans son étude sur l'impact des hydrocarbures sur la composition chimique du sol, affirme que la teneur en matière organique changeait dans le sol contaminé par les hydrocarbures. Selon lui l'augmentation de la matière organique dans le sol pouvait être due à l'apport des hydrocarbures qui sont des composés majoritairement de carbone, ou bien cette augmentation est due à la toxicité des hydrocarbures sur les micro-organismes dégradeurs dans le sol.

Par ailleurs, la différence de la couverture végétale des trois stations peut contribuer aux variations du taux de la matière organique au niveau des 3 sols, sachant que le sol sain est un sol agricole.

En ce qui concerne le carbone organique nous remarquons qu'il n'y a pas une différence significative entre les trois sols, c'est à dire que les hydrocarbures déversés par cette station n'influent

pas le taux du carbone organique dans les différents sols, Néanmoins ; le taux de carbone organique diminue légèrement en s'approchant du centre de pollution, avec un taux de 3.40 % dans le sol pollué et un taux de 3.97 % dans le sol témoin. Cette légère diminution peut être expliquée par le fait qu'au niveau des zones proches des points de rejet, la matière organique soit elle est mal décomposée soit elle est restée à l'état brute et que le processus de dégradation est faible à cause de la diminution de l'activité microbienne causée par la pollution comme il a été démontré par Bergue (1986) et Degranges (1977).

En comparant les résultats obtenus aux normes, nous constatons que le sol témoin est riche en Azote avec une teneur de 0,21% et que le sol proche de la source de pollution a une teneur faible qui est de 0,08 %. Aussi, les résultats d'ANOVA ont montré qu'il y a une différence très hautement significative de la teneur en Azote dans les trois sols, ce qui confirme que cette teneur est influencée par les hydrocarbures. Ces résultats peuvent être expliqués par le fait que les prélèvements du sol témoin ont été effectués dans une zone agricole qui est probablement enrichie avec des apports d'engrais azotés, et selon Heller *et al.* (1998), les rapports de la matière organique jouent un rôle important à l'approvisionnement du sol en Azote après sa minéralisation.

La teneur en Azote dans le sol pollué est faible, Selon Eckford *et al.* (2002), la pollution des sols par les hydrocarbures a pour conséquences un déficit en Azote et en Phosphore, ce qui peut limiter la biodégradation des hydrocarbures par les micro-organismes.

Selon les valeurs du rapport C/N des sols étudiés, nous constatons que les sols ont des rapports C/N très élevés. Aux trois classes de valeurs de rapport C/N correspond les appréciations suivantes : un rapport inférieur à 8 est faible, un rapport de 8 à 12 est normal et un rapport supérieur à 12 est fort (Gagnard *et al.*, 1988 ).

Le sol témoin présente un rapport fort avec un C/N de 19,09 % et au niveau du sol pollué nous avons enregistré un rapport de 44,78 %. Les hydrocarbures influent sur ce paramètre et cela peut être dû aux teneurs très élevées en matière organique ou bien peut être traduit par les conditions défavorables de minéralisation de la matière organique, et que cette dernière est difficilement biodégradable par les micro-organismes en présence des hydrocarbures.

Les microorganismes ont un rôle primordial dans le cycle des éléments carbone et azote dans le Sol, notamment car ils sont les principaux acteurs de la décomposition de la matière Organique (Swift *et al.*, 1979).

Il convient également de signaler que les produits pétroliers légers et le gazole comprennent une proportion relativement élevée de composés toxiques susceptible d'affecter voir de tuer les micro-organismes du sol responsable de la biodégradation.

Pour le taux de carbone dégagé nous avons observé une différence hautement significative entre les trois sols étudiés, avec une valeur de 21,63 mg dans le sol sain et ce taux baisse à 16,13 mg dans le sol pollué. Les résultats de l'étude du taux de minéralisation ont aussi révélé une différence très hautement significative avec une valeur de 5,84mg au niveau du sol sain et ce taux baisse à 4,35mg dans le son pollué. Ces résultats peuvent être expliqués par le fait que la vie dans le sol est ralentie par suite d'une faible activité biologique (minéralisation, dégradation de la matière organique, nitrification...) due à un mauvais développement des bactéries.

Cette faiblesse d'activité biologique entraine alors une augmentation du taux de matière organique due à la très lente décomposition de cette dernière et aussi une pénurie de nutriments, du fait de la minéralisation qui est limitée.

# **Conclusion et Perspectives**

Notre travail a eu pour but d'estimer l'impact des apports des différents rejets d'hydrocarbures (carburants, essences, huiles usagés) sur quelques paramètres chimiques et biologiques du sol.

Les expériences réalisées ont ainsi permis de mettre en évidence les effets des hydrocarbures issus de cette station-service sur quelques paramètres du sol qui sont : le potentiel d'Hydrogène pH, la matière organique, le carbone organique, l'azote, le rapport C/N, ainsi que l'activité biologique globale.

De l'étude, les conclusions suivantes ont été tirées :

Les hydrocarbures de cette station-service n'influent pas sur le pH, MO et CO. Cependant, nous avons remarqué que les valeurs enregistrées pour ces trois paramètres ont tendance à diminuer au fur et à mesure qu'en s'approchant du centre de pollution: les valeurs du pH baissent de 7,93 à 7,35, celle de la matière organique aussi baissent de 6,83 % à 5,85 % et celle du carbone organique baissent de 3,97 % à 3,40 % ce qui nous laisse supposer que ces paramètres sont sensibles à la présence des hydrocarbures dans le sol.

Les hydrocarbures déversés de la station-service de Fréha influent sur N, C/N et ABG. Les valeurs enregistrées de ces paramètres confirment ces résultats: les valeurs de L'azote baissent de 0,21% à 0,08%, les valeurs du taux de minéralisation baissent de 5,84 mg a 4,35mg, celles du carbone dégagé baissent de 21,63% à 16,13% à l'exception des valeurs du rapport C/N qui augmentent en s'approchant du centre de pollution de 19,09 % à 44,78 %.

En se référant aux normes nous pouvons conclure que les sols pollués par les hydrocarbures deviennent légèrement acides à cause de l'apparition de faible quantité d'acides. En ce qui concerne la matière organique et le carbone organique ils évoluent de façon très élevée dans ces sols et ses valeurs élevées nous les avons reliés aux conditions défavorables qui sont dues à l'apport des hydrocarbures qui sont composés majoritairement de carbone, ou bien cette augmentation est due à la toxicité des hydrocarbures sur les microorganismes dégradeurs dans le sol ou à un mauvais développement des bactéries. L'étude du carbone organique, principal constituant de la matière organique, sont conformes à ceux de la matière organique.

Une faible activité biologique (minéralisation, dégradation de la matière organique), a été observé au niveau du sol pollué ce qui induit une vie du sol ralentie. Cette faible activité biologique a été démontrée par nos résultats qui ont enregistré des différences très hautement significatives concernant le taux du carbone dégagé et le taux de minéralisation.

Ces études pourront être utilisées comme référence pour des études ultérieures des effets des rejets des hydrocarbures des station- service sur les propriétés du sol, tout en se basant sur d'autres propriétés physico-chimiques et biologiques.

Faire une étude comparative avec des sols d'autre station-services avoisinante afin d'évaluer le degré d'impact des hydrocarbures au niveau de cette station étudiée.

Il serait souhaitable de réaliser des études en utilisant la microfaune pour mieux étudier les effets de l'hydrocarbure sur les propriétés du sol.

# **Références Bibliographiques**

ADEME., 2006. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, France. Ecotoxicité des sols et des déchets. Résultats des tests biologiques. 96 p. ADEME édition ADEME. [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr). Site pollué et sols.

ARNAUD P., 2004. Chimie organique. Edition DUNOD, Paris. Pp 208.

BATTAZ S., 2009. Etude comparative de la dégradation d'une terre polluée par les hydrocarbures lourds. Mémoire présenté à la faculté des sciences. Département des sciences fondamentales pour l'obtention de diplôme de MAGISTER.122p.

BAIZE D., 1989 .Guide des analyses courantes en pédologie. INRA, Paris. 172p.

BEGBEG A., 2008. Importance des considérations environnementales dans l'étude des performances des additifs utilisés dans les fluides des forages, mémoire de magistère en traitement des effluents industriels.

BEN HASSAINE R., 1980. Recherche sur les modèles du relief et des formations superficielles dans la vallée de l'oued Sébaou. (Grande Kabylie, Algérie). Thèse de Doc. P194.

BERGUE J.M., et MERIENNE D., 1986. La pollution des sols par les hydrocarbures, 56p.

BONNEAU M. et SOUCHIER B., 1979 : Pédologie. Constituants et propriétés du sol. Ed MASSON. Paris. 459 p.

CALVET R., 2003 : Propriétés et fonctions (tome1), constituants et structure, phénomènes aux interfaces. Edition France agricole. 455 p.

CHAIENAU C.H., MOREJ.L, et OUDOTJ, (1996). Land treatment of oil-Based drill cuttings in an agricultural soil .J. Environ. Qual. V25,. 858-86p.

CHAIENAU C.H., MOREL J.L., OUDOT J., 1997: Phytotoxicity and plant Uptac of fuel oil hydrocarbons. J. Environ. Qual. Vol 26. Pp: 1478-1483.

CLEMENT M., PIELTAIN F., 2003. Analyse chimique du sol. Edition TEC & DOC, 382p.

COLIN F., 2000. Pollution des sols et sous-sols par les hydrocarbures et par les solvants colorés. Académie des sciences. Rapport n°44. TEC & DOC. pp286-282.

DAJOZ R., 2000. Précis d'écologie. Ed. DUNOD. Paris. 542p.

DOORNARET B., PICHARD A., 2005 : Analyse et proposition de méthodes d'évaluation de la relation dose-réponse des effets cancérigènes induits par un mélange d'hydrocarbures aromatiques polycycliques. Environnement, Risques et Santé. Vol. 4. N° 3. pp : 205-220.

DUCHAUFOR PET., 1991. Pédologie sol, végétation et environnement .Ed Masson 289p.

FATAL P. (2008). Pollution des cotes par hydrocarbures. Presse universitaire des rennes. Pp 80-91.

FEZANI S. et KHIDER F., 2007 : Toxicité des hydrocarbures vis-à-vis des plantes, leurs caractérisations et leurs effets sur la microflore du sol. Mémoire d'ingénieur d'état en biologie U.M.M.T.O 73 p.

GABET S., 2004. Remobilisation d'hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) présents dans les sols contaminés à l'aide d'une tension d'origine biologique. Thèse de doctorat. Université de Limoges. 176p.

GAGNARD G., HUGUET C., RYSER J.P., 1988. L'analyse du sol et du végétal dans la conduite de la fertilisation. Le contrôle de la qualité des fruits. Secrétariat général OIL/SROP.83 p.

GIRAD C.M., WALTER CH. et BERTHELIN J., 2005 : Sols et environnement Ed DUNOD, Paris (France).529 p.

GOBAT J.M., ARAGONO M. et MATTHEY W., 2003. Le sol vivant Ed. LAUSANNE. 569p.

GOBAT J.M., ARAGONO M. et MATTHEY W., 2010. Le sol vivant Ed Lausanne. PP150-165.

HAMDAD, 2002. Droit et protection internationale de l'environnement. Thèse de magistère du l'UMMTO. Département de biologie. p220.

HART H. et CONIA J.M., 2002. Introduction à la chimie organique. 1<sup>er</sup> cycle. Classes préparatoires. Cours et exercices résolus. Ed DUNOD Paris.567p.

KOLLER E., 2004 : Traitement des pollutions industrielles (eau, air, déchet, sol, boues). Edition DUNOD Paris. 424 p.

LARDJANE N. et MECHERAOUI H., 2001. Etude de la bioremédiation d'un sol pollué. Mémoire d'ingénieur d'état en chimie d'environnement, université de Boumerdes. 51.

LECOMTE P., 1998 : Les sites pollués : Traitement des sols et des eaux souterraines.2<sup>eme</sup> Edition Lavoisier TEC et DOC. 204p.

LEMIERE B., JEANNOT R., et CHIRON S., 2001. Guide méthodologie pour l'analyse des sols pollués. Edition BRGM. 12p

LOZET et MATHIEU, 1997 Dictionnaire de science du sol. Lavoisier Tec & Doc.

LEMIERE B., JEANNOT R et CHIRON S. Guide sur le comportement des polluants dans les sols et les nappes. Edition BRGM, 2000. pp 12-21.

LEMIERE B., JEANNOT R, CHIRON S, avec la collaboration d'AUGUSTIN F, DARMENDRAIL D. 2001. Guide morphologique pour l'analyse des sols pollués. Edition BRGM, 2001. Pp 25.

MESROUK A., 1984. Caractéristiques et genèse des sols de la région de Tizi-ouzou, (Grande Kabylie, Algérie). Thèse de Doc p 173.

OUAHBI., 2012. Les trois grandes classes de procédé pétrochimiques, master varenape

ROUQUEROL T., AMIR H., et AMIR A., 1987 effet de l'épandage de résidu pétrolier de raffinerie sur l'évolution de la matière organique. L'activité de densité microbienne d'un sol agricole, Revue d'écologie et de biologie du sol. 156 p.

SAADA A., NOWAK C, et COQUEREAU N., 2005. Etat des connaissances sur l'atténuation naturelle des hydrocarbures rapport intermédiaire résultat de la phase 1.

SHARMA H., REDDY K., 2004: Géoenvironnemental engineering site remediation, waste contaminant, and emerging waste technologies. John witey& sons, Inc., New Jersey.20p.

SOLTANI M., 2004. Distribution lipidique et voies de décontamination métabolique chez quatre bactéries Gram négatives hydrocarbonoclastes. Variation en fonction de la source de carbone. Thèse de doctorat Paris. 284p.

SOLTNER D., 2005 ; Les bases de la production végétale-le-le climat-la plante. 21ème édition science et techniques agricole, 111p.

TANDJIR L. et DJEBAR A.B., 2004. « L'analyse canonique des correspondances appliquée à l'hydrobiologie ». Annale de l'institut national agronomique. El Harrache. Alger.

TISDAL S.L et NELSONW.L 1977, Soil Fertility and Fertilizers. Macmillan New York,430p.

# **Annexes**

**fAnnexe I : Résultats des tests statistiques**

**1- Test d'Anova :**

**pH :**

Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	492,1003	1	492,1003	9182,879	0,000000
SOL	0,0097	2	0,0048	0,090	0,914786
Erreur	0,3215	6	0,0536		

**Carbone :**

Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	121,2509	1	121,2509	1649,989	0,000000
SOL	0,5022	2	0,2511	3,417	0,102171
Erreur	0,4409	6	0,0735		

**Azote :**

Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	0,162678	1	0,162678	395,7027	0,000001
SOL	0,027356	2	0,013678	33,2703	0,000566
Erreur	0,002467	6	0,000411		

**Activité biologique :**

**TM**

Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	241,5952	1	241,5952	3083,757	0,000000
SOL	3,4436	2	1,7218	21,977	0,001733
Erreur	0,4701	6	0,0783		

CF :

Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	3313,921	1	3313,921	3081,125	0,000000
SOL	47,056	2	23,528	21,875	0,001754
Erreur	6,453	6	1,076		

Matière organique :

Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	361,9278	1	361,9278	1261,000	0,000000
SOL	1,4664	2	0,7332	2,555	0,157553
Erreur	1,7221	6	0,2870		

Rapport C/N :

Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	9338,375	1	9338,375	122,5976	0,000032
SOL	991,306	2	495,653	6,5071	0,031421
Erreur	457,026	6	76,171		

2- Test de Newman Keuls :

Activité biologique :

TM

Cellule N°	SOL	TM Moyenne	1	2
1	P1	4,353333		****
2	P2	5,350000	****	
3	P3	5,840000	****	

CF :

Cellule N°	SOL	CF Moyenne	1	2
1	P1	16,13333		****
2	P2	19,80000	****	
3	P3	21,63333	****	

Rapport C/N :

Cellule N°	SOL	Var2 Moyenne	1	2
3	P3	19,09690	****	
2	P2	32,75103	****	****
1	P1	44,78733		****

L'Azote

Cellule N°	SOL	N Moyenne	1	2
1	P1	0,080000	****	
2	P2	0,113333	****	
3	P3	0,210000		****

### Annexe II : les normes d'interprétation

Norme d'interprétation (Memonton Agronomie 1993)

Norme de la matière organique selon la texture

Niveau	Texture légère	Texture lourde
	sable à limon	Limon-argile a argile lourde
Tréspauvre	0,0 - 2,0 %	0,0 - 2,0
Pauvre	2,1 - 3,5 %	2,1 - 4,5
Moyen	3,6 - 6,5 %	4,6 - 10,0
Riche	6,6 - 8,0 %	10,1 - 13,0
Trés riche	>8,0 %	>13,0%

Norme pour l'azote du sol (%)

Azote	Quantification
<0,05	Trèsfaible
0,05 - 0,09	Faible
0,1 - 0,15	Moyenne
>0,15	Elevé

Norme d'interpretation du pH du sol

Valeurs de pH	Quantification
<4	Extrêmementacide
4 a 5	Trésfortementacide
5,1 a 5,5	Fortementacide
5,6 a 6,5	Faiblementacide
6,6 a 7,3	Neutre
7,4 a 7,8	Legerementalcalin
7,9 a 8,4	Moyennementalcalin
8,5 a 9	Fortementalcalin
>0,15 a	Faiblementalcalin

## **Résumé :**

Ce travail est réalisé dans l'objectif de mettre en évidence l'impact des hydrocarbures sur quelques propriétés d'un sol provenant d'une station-service de Fréha.

Les stations-service représentent une large proportion parmi les différentes sources de pollution accidentelle dues au déversement d'hydrocarbures lors du remplissage des stocks de la station ou de la distribution des carburants.

En effet, sur la base des résultats obtenus, nous pouvons conclure que l'effet des hydrocarbures peut être observé au niveau des propriétés chimiques et biologiques du sol qui se traduit par des résultats qui démontrent que les hydrocarbures dans les trois sols étudiés n'influencent pas les paramètres pH, carbone organique et la matière organique mais on a observé que au fur et à mesure qu'on s'approche de la source de pollution, les valeurs du pH ont tendance à baisser donc deviennent acide, le taux de carbone organique diminue légèrement. Les teneurs en matière organique dans les trois sols sont élevées. Néanmoins, notre étude a révélé que les hydrocarbures influencent très significativement les valeurs de l'Azote, du rapport C/N, le taux du carbone dégagé, et le taux de minéralisation. Les valeurs de l'Azote sont élevées au niveau du sol sain et faibles dans le sol pollué, celles du rapport C/N sont très élevées au niveau du sol pollué, les valeurs de carbone dégagé ainsi que le taux de minéralisation baissent en s'approchant du centre de pollution. Ces variations peuvent être des conséquences de la pollution par les hydrocarbures qui rend l'activité biologique du sol faible et en ralentie.

## **Abstract :**

This work is carried out with the aim of highlighting the effect of hydrocarbons on some properties of a soil coming from a Fréha petrol station.

Service stations account for a large proportion of the various sources of accidental pollution due to oil spills when filling the station's stockpiles or distributing fuels.

Indeed, on the basis of the results obtained, we can conclude that the effect of hydrocarbons can be observed in the chemical and biological properties of the soil, which results are showing that the hydrocarbons in the three studied soils do not influence the pH, the organic carbon, and the organic matter, but it has been observed that as we approach the source of pollution, pH values tend to drop so become acid, the level of carbon organic decreases slightly, the levels of organic matter in the three soils are high. Nevertheless, our study revealed that hydrocarbons have a very important influence on N values, C / N ratio, carbon release and mineralization rate. Nitrogen values are high in unpolluted and low in polluted soil, C / N ratio are very high in polluted soil, carbon levels and mineralization rates are decreasing as we approach the source of pollution. These phenomena can be the consequences of hydrocarbon pollution which turns the biological activity of soil weak and slows down.