



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur

et de la recherche scientifique

Université De Tissemsilt

Faculté des science et de la technologie

Département des science de la nature et de la vie

Domaine : Science De La Nature Et De La Vie

Filière : Science biologique

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté par : Mlle ADIB Zahia



Thème

**L'effet écotoxicologique des liquides ioniques
sur les microorganismes du sol.**

Soutenu le : 11 Juin 2023.

Devant le Jury :

Mme. IMESSAOUDENE A

Présidente

MCA Université. Tissemsilt

Mr. CHAKER Y

Encadrant

MCA Université. Tissemsilt

Mr. MELIANI K

Co-encadrant

MAA Université. Tissemsilt

Mr. ARDJANE TE

Examineur

MAA Université. Tissemsilt

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

*Ce travail de recherche a été réalisé au laboratoire de faculté de science et de la technologie, département de la science de la nature et de la vie de l'université de Tissemsilt, sou la direction de docteur **CHAKER Y.***

On remercie tout d'abord dieu tout puissant de nous donné le courage, la force et la patience d'achever ce modeste travail .

*A notre encadrant **M CHAKER Yassine** Maitre Conférence A, qui nous a orientées pour réaliser ce travail et pour sa grande patience et surtout sa disponibilité et ses conseils avisés.*

*A notre co-encadrant **M MELIANI Kaddour** Maitre Assistant A, qui nous avons le privilège de travailler avec vous et d'apprécier vous qualités et vous valeurs.*

Votre sérieux, votre compétence et votre sens du devoir nous ont énormément marqués.

Nous remercieront chaleureusement les membres du Jury qui me font l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

***Mm IMESSAOUDENE A** Maitre Conférence A, pour m'avoir honorée en acceptant de présider le jury de soutenance de mon mémoire de fin d'étude.
M ARDJANE T Edda Maitre Assistant A, pour avoir accepté le jury mon travail.*

Enfin, un grand merci à tous les membres du laboratoire d'université de Tissemsilt.

Dédicace

je dédie ce travail à :

**mon père qui m'a appris l'amour de la science et la persévérance
dans la vie.**

**Ma mère pour sa tendresse et son encouragement pendant
toute ma vie.**

Mes frères et mes chères sœurs.

A toute ma famille, à tous mes amie (es)

A tous ce que ne sent chers.

**A tous personne qui m'a donnés une aide pour atteindre cet objectif
à partir de mon premier enseignant du primaire jusque à ce jours**

Liste des figures

Figure 1:Les différents horizons d'un profil de sol.	3
Figure 2:structure chimique et principaux cations LI dans la littérature.....	14
Figure 3:Structures des LIs à motif 1-alkyl-3-méthylimidazolium.....	15
Figure 4:Synthèse de sels d'imidazolium.	16
Figure 5:Exemple d'échange anionique avec des acides de Lewis	16
Figure 6:Exemple d'échange anionique avec des sels organiques	17
Figure 7:Schéma de synthèse des liquides ioniques dérivés d'imidazolium.	21
Figure 8:Synthèse bromure de triméthylène bis-Vinyle imidazolium.	21
Figure 9:Le spectre FTIR / ATR de bromure de triméthylène bis-Vinyle imidazolium ([V(CH ₂) ₃ IM ₂ ⁺][2Br ⁻])dans le domaine spectral 4000–600 cm ⁻¹	22
Figure 10:1,2-(propanediol)-3-methylimidazolium hydrogen sulfate [DPOHMIM ⁺][HSO ₄ ⁻].	24
Figure 11:Le spectre FTIR / ATR de l'iodure de méthylène bis-méthyle imidazolium ([M(CH ₂) ₂ IM ₂ ⁺][2I ⁻])dans le domaine spectral 4000–600 cm ⁻¹	24
Figure 12 : localisation de la wilaya de Tissemsilt	28
Figure 13: diagramme ombrothermique du commun de Tissemsilt 2015	29
Figure 14:Diagramme a barres de température mensuelles de Tissemsilt 2015	30
Figure 15:Précipitations mensuelles dans la wilaya de Tissemsilt durant 2015.	30
Figure 16: un site de prélèvement	31
Figure 17:Les deux types de sol utilisés (sableux et limoneux). (Original).....	32
Figure 18:Coulage des boîtes pétries (original)	33
Figure 19: Préparation de la solution mère (original).	34
Figure 20:Exemple d'une série de dilution (original).....	34
Figure 21:Etallement d'une suspension bactérienne (original).....	35
Figure 22: Incubation des boîtes pétries dans une étuve (original).....	36
Figure 23:Dilution du liquide ionique (original)......	36
Figure 24:L'application du liquide ionique diluée sur les échantillons du sol (original)	37
Figure 25:Shéma représente le protocole expérimentale.	38
Figure 26: Résultat de la culture bactérienne de prélèvement N° 01.	39
Figure 27: Résultat de la culture bactérienne de prélèvement N°02 (original).	40
Figure 28: Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°01 (original) qui porte 2ml de LI diluée	40
Figure 29:Résultat de culture bactérienne de l'échantillon N°02 (original) qui porte de 5 ml de L.I diluée.	41
Figure 30:Resultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°03 (original) qui porte de 10 ml de LI diluées.	42

Liste Des Tableaux

Tableau N°1: Répartition microbienne dans différents sols.....	5
Tableau N° 2 : Nombre de microorganismes par 1g/sol en fonction de la profondeur.....	10
Tableau N°3 : Les bandes FTIR/ATR observées et leur assignation pour les échantillons chlorure de 1-(hydroxyéthyl)-3-méthylimidazolium et de hydrogénosulfate de 1-(hydroxyéthyl)-3-méthylimidazolium (vw = very weak; w = weak; m = medium, s = stro...)	22
Tableau N°4 : Les bandes FTIR/ATR observées et leur assignation pour les échantillons chlorure de 1-(hydroxyéthyl)-3-méthylimidazolium et de hydrogénosulfate de 1-(hydroxyéthyl)-3-méthylimidazolium (vw = very weak; w = weak; m = medium, s = stro...)	25
Tableau N°5 : Test de solubilité du poly([EtOHVIM ⁺][HSO ₄ ⁻]).	26
Tableau N°6 : Composition principale de la gélose nutritive	32

Liste des abréviations

°C: Degré Celsius.

ADN: Acide DésoxyriboNucléique.

ATR: Réflectance totale atténuée.

DET: Direction de l'exécution des contacts de travaux.

DMF: Diméthylformamide .

DSA: Distributed Systems Architecture.

FTIR: Infrarouge à Transformée de Fourier.

g: gramme.

GN: Gélose Nutritive

h: heure.

IL: Ionic Liquid

ISO : Organisation Internationale de normalisation.

L: Limineux.

LI: Liquide ionique

ml: millilitre.

mm: millimetre.

NaCl: Chlorure de Sodium.

OIAC: Office Algérien Interprofessionnel des Céréales.

RTIL: Liquide Ionique À Température Ambiante.

S: Sableux.

Td: Température de décomposition

UFC: Unité Formant Colonies .

Sommaire

Introduction	1
Première partie :	1
Recherche bibliographique.....	1
CHAPITRE I : GENERALITE SUR LA MICROBIOLOGIE DE SOL	2
I-1 Définition du sol :	3
I-2 Les composants du sol	3
I-3 Caractéristiques générales des phases du sol	4
I-3-1 La phase solide du sol	4
I-3-1-1 Fraction minérale	4
I-3-1-2 Fraction organique	4
I-3-2 La phase liquide du sol	5
I-3-3 Phase gazeuse du sol	5
I-4 Pollution des sols	6
I-4-1 Définitions :	6
I-4-2 Formes de pollution :	6
I-4-3 Micropolluants des sols.....	7
I-4-3-1 Micropolluants inorganiques	7
I-4-3-2 Micropolluants organiques :	7
I-5 Les facteurs influençant l'activité du sol	7
I-5-1 Les facteurs physiques.....	7
I-5-2 Les facteurs chimiques :	8
I-5-3 Les facteurs climatiques.....	8
I-6 Les microorganismes du sol	9
I-6-1 Définition	9
I-6-1-1 Les bactéries	9
I-6-1-2 Les Champignons	9
I-6-1-3 Algues et protozoaires	10
I-6-1-4 Les levures	10
I-6-1-5 Les virus	10
I-6-1-6 Les actinobactéries.....	11
I-7 Rôle des communautés microbiennes dans la biorémediation	11

I-7-1 Études microbiologiques	11
I-7-2 Études métagénomiques	12
<i>CHAPITRE II : GENERALITE SUR LES LIQUIDES IONIQUES</i>	13
II.1 Définition.....	13
II.2. Histoire des liquides ioniques	13
II.3.Structure des liquides ioniques:	13
II.4 La synthèse des liquides ioniques:.....	15
II -4.1 Réaction de quaternisation du noyau imidazole:	15
II-4-2 Échange anioniques:.....	16
II.5. Les propriétés générales des liquides ioniques:.....	17
II -5-1 point de fusion:.....	17
II-5-2 Viscosité :	17
II -5-3- Densité:	18
II -6 Domaines d'applications des liquides ioniques:.....	18
II-6-1 Application en chimie analytique :	18
II-6-2 Application pour l'extraction :.....	18
II-6-3 Application en électrochimie :	19
II-7 Toxicité des liquides ioniques:.....	19
II-8 Purification et pureté des liquides ioniques:	19
Deuxième Partie :	20
Partie Expérimentale	20
CHAPITRE I :	21
Elaboration de nouveaux liquides ioniques.....	21
I.1. Introduction.....	20
I-2 Synthèses des liquides ioniques, dérivés d'imidazolium.....	20
I-2-1 Réactifs et matériaux	21
I-3 Synthèse et caractérisation de chlorure	21
I-3-1 Synthèse du bromure de triméthylène bis-Vinyle imidazolium :	21
I.3.2. Purification	21
I-3-3 Synthèse du chlorure	24
I-4 Purification	25
I-5 Conclusion	27
CHAPITRE II :	28

Présentation de la zone d'étude	28
II.1 Localisation de la wilaya	28
II-2 Géologie.....	28
II-3 Le climat de la wilaya.....	29
II-3-1 le diagramme ombrothermique	29
II-3-2 La température.....	30
II-3-3 La pluviométrie	30
CHAPITRE III : MATIRIELS ET METHODE	31
III-1 Travail hors laboratoire (au terrain)	31
III-1 -1 Choix de site du prélèvement.....	31
III-1 -2 Prélèvement et préparation des échantillons de sol	31
III-2 Travail au laboratoire	32
III-2 -1 Préparation de milieu d'culture.....	32
III-2 -1-1 Composition de la gélose nutritive	32
III-2 -1-2 Préparation	32
III-2 -1-3 Coulage des boîtes	33
III-2 -2 Les analyses microbiologiques.....	33
III-2 -2-1 Analyser microbiologique du sol (Avant l'application de liquide ionique).....	33
III-2 -2-1-1 Dilution des échantillons	33
III-2-2-1-2 Culture bactérienne.....	35
III-2 -2-1 Analyser microbiologique du sol (Après l'application de liquide ionique).....	36
CHAPITRE VI :	39
RESULTAT ET DISCUSSION	39
VI-1 La formule de dénombrement des colonies bactériennes	39
VI-2 Les échantillons témoins avant l'application de produits.....	39
VI-2 -1 Prélèvement N01	39
VI-2-2 Prélèvement N02	40
V-3 Les Echantillon Après L'application De Produits	40
VI-3-1 ECHANTILLON N°01:qui porte concentration 2 ml de liquide ionique diluées	40
VI-3-2 Echantillon N°02 : qui port concentration 5ml de liquide ionique diluées.....	41
VI-3-3 Echantillon N°03: qui porte concentration de 10 ml de liquide ionique diluée.....	42
Conclusion.....	43

Introduction

Introduction

Dans les dernières décennies, le chercheur scientifique a pris conscience des dangers de l'emploi massif des nouvelles substances chimiques ou bien des matières actives, tant pour la santé des êtres vivants et la biosphère. L'évaluation des risques engendrés par ces polluants est donc devenue un « enjeu écotoxicologique » majeur.

En tant qu'écosystèmes récepteurs, suite au transfert des molécules, les milieux aquatiques, et notamment l'eau et le sol situés dans des zones d'utilisation importante de ces molécules, sont particulièrement très sensibles. De nombreuses recherches scientifiques ont ainsi mis en évidence la forte pollution de sol et l'eau par les matières chimiques au cours des dernières années. (*Garmouna et al., 1997 ; Blanchoud et al., 2004 ; Comoretto & Chiron, 2005*).

En Algérie, la plupart des études réalisées à propos des produits chimiques se sont portées sur l'état de contamination de la biosphère des trois compartiments par les produits chimiques, la biodégradation des liquides ioniques, la qualité des céréales, des fruits et des légumes et leurs effets sur la santé humaine. Quelques études se sont intéressées aux effets des liquides ioniques sur la biologie des sols mais elles ont été conduites au laboratoire et les molécules de liquides ioniques ont été testées séparément. Les effets combinés des produits chimiques tels qu'ils sont appliqués en milieu réel par les paysans sont peu ou pas connus.

Cela a été rendu possible grâce à la combinaison de plusieurs facteurs parmi lesquels on a l'utilisation des liquides ioniques pour le désherbage et la lutte contre les insectes nuisibles des céréales.

Les liquides ioniques contribuent significativement à l'amélioration des rendements, cependant, ils suscitent des inquiétudes quant à de possibles effets négatifs sur la fertilité des sols (*Mader et al, 2002*). En effet, après leur épandage, une importante quantité de liquides ioniques se retrouve dans le sol et cela peut porter préjudice aux organismes vivants du sol.

Or, l'activité biologique d'un sol est, au même titre que ses propriétés physiques et chimiques, déterminante pour sa productivité (*Mader et al, 2002*). La plupart des avantages d'ordres physiques et chimiques du sol sont liés à l'activité biologique car ils résultent principalement de l'action des organismes vivants du sol sur la matière organique (*Larouche, 1983; Bachelier, 1973; Mader et al, 2002*).

Afin de mettre en évidence l'impact des liquides ioniques et de leurs métabolites sur le sol, les microorganismes peuvent servir de référence car ils constituent un indicateur fiable de la fertilité des

Introduction

sols (Chaussod *et al*, 2001 ; Mader *et al*,2002). C'est dans ce contexte que la présente étude

intitulée. « **L'effet écotoxicologique des liquides ioniques
sur les microorganismes du sol** »

Le but de cette étude était de déterminer l'impact des résidus de liquides ioniques sur la microbiologie des différents sols des zones céréalières du Tissemsilet.

Le travail exposé dans cette étude s'articule en deux parties :

La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique. Nous aborderons dans le premier chapitre généralités sur la microbiologie de sol, dans le deuxième chapitre généralité sur les liquides ionique.

La deuxième partie est consacrée l'étude expérimentale traiter par 4 chapitre, le premier chapitre évaluation de nouveaux liquides ioniques et le deuxième chapitre concerne description du site d'étude et le troisième chapitre mise en place de protocole expérimentale et les analyses microbiologique, le quatrième chapitre les résultats et discussion, Nous terminerons avec une conclusion générale).

Première partie :
Recherche bibliographique

CHAPITRE I :
GENERALITE SUR LA
MICROBIOLOGIE DE SOL

I-1 Définition du sol :

Les sols sont l'élément essentiel des biotopes continentaux. Leur ensemble, appelé pédosphère, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques, l'atmosphère et les deux couches superficielles de la lithosphère. C'est la modification de la racine des mères, en raison de forces chimiques et biologiques, qui donne naissance à la réglementation (manteau superficiel de plat), elle-même transformée en ce qui est ainsi Les cinq principaux facteurs impliqués dans la formation du sol sont les roches, le climat, la topographie, l'activité organique et l'heure de la mère (Atlas R. M. & Bartha R, 1992).

Le sol a de nombreuses fonctions, il est un environnement biologique dans lequel les organismes vivants sont développés. Ce développement dépend de la qualité de ce sol ou de la fertilité (quantité de carbone, d'azote, d'une capacité d'échange d'ions, etc.). C'est également un acteur déterminant du cycle de l'eau (stockage et réglementation) et la qualité de cet eau (source de pollution, capacité de rétention de polluants mais aussi biodégradation de ces), (Quénéa K., 2004 ;Soltner, 1992). (figure 1) suivante montre les principale profile de sol.

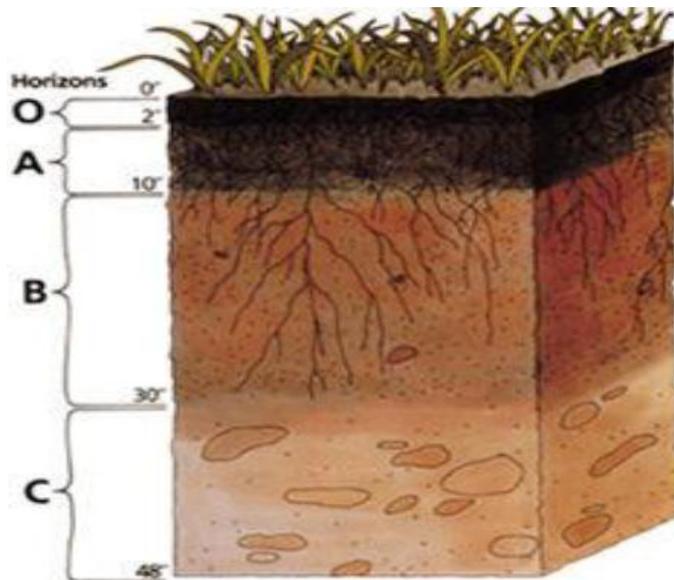


Figure 1:Les différents horizons d'un profil de sol.

I-2 Les composants du sol :

Les sols sont composés d'au moins quatre composantes. Celles-ci comprennent

I-3 Caractéristiques générales des phases du sol :

I-3-1 La phase solide du sol :

Il est constitué par les minéraux et la matière organique dans les proportions variables. (Calvet R, 2000) On distingue deux fractions dans le sol :

I-3-1-1 Fraction minérale :

Les minéraux sont généralement de 95 à 99% du sol. La composition minérale dépend de la nature de la roche mère (Quénéa K, 2004).

- Sable ($\emptyset = 2000$ à $50 \mu\text{m}$)
- Limon ($\emptyset = 50$ à $2 \mu\text{m}$)
- Argile granulométrique ($\emptyset < 2\mu\text{m}$)

La texture d'un sol correspond à la distribution des minéraux par classe de taille, quelle que soit la nature et la composition de ces minéraux (Atlas R. M. & Bartha R, 1992).

I-3-1-2 Fraction organique :

La fraction organique d'un sol est composée à plus de 80% de la matière organique morte (résidus végétaux et animal dans l'état de décomposition naturelle (Paul E. A. & Clark F. E, 1996).

On trouve aussi des organismes vivants : des bactéries dont beaucoup d'actinomycètes, des champignons et une microfaune formée de protozoaires, nématodes, insectes, vers de terre (Quénéa K, 2004). Le sol est un habitat généralement favorable à la reproduction microbienne, et sa quantité est Supérieur au nombre de micro-organismes trouvés en eau douce ou en eau de mer : le nombre de micro-organismes s'élève à une valeur entre 10^6 et 10^9 bactéries par gramme de sol (ArtiolaFortuny J. & Fuller W.H, 1982). Leur abondance et leur nature dépendent Type de sol, végétation, climat et diverses activités anthropiques et leurs changements (Calvet R, 2000) Ce La profondeur est une variable écologique qui affecte significativement la survie microbienne. Exister Tempéré, si la plupart sont concentrés dans le premier mètre de la couche Apparemment, en fait le premier centimètre contenant le plus grand nombre (Crosinier J, 1999). Les bactéries et les champignons sont les micro-organismes les plus courants Les sols, eux, sont les principaux responsables de la minéralisation de la matière organique (Quénéa K,2004). Leur Également impliqué dans un processus appelé humification, qui aboutit à la formation d'humus (Paul E. A. & Clark F. E, 1996) un Composantes complexes et majeures de la matière organique terrestre et des cycles de fertilité des sols.

Le tableau ci-dessous représente la répartition microbienne dans différents sols (Alexander.M, 1994).

Tableau N°1: Répartition microbienne dans différents sols. (Alexander.M, 1994).

Profondeur Cm	Organismes/g de sol*10 ³				
	Bactéries aérobies	Bactéries anaérobies	Actinomycètes	champignons	Algues
3-8	7800	1950	2080	119	25
20-25	1800	379	245	50	5
34-40	472	98	49	14	0.5
65-75	10	1	5	6	0.1
135-145	1	0.4	-	3	-

I-3-2 La phase liquide du sol :

La phase liquide du sol n'est pas de l'eau pure mais un arrangement dont la pièce est complexe Et très variable. On la désigne standard l'expression « arrangement du sol ». Elle contient de très nombreuses Substances dissoutes organiques et inorganiques, ionisées et non. D'une façon générale, l'arrangement du sol est difficile à décrire et à étudier en raison de sa très grande variabilité spatiale et temporelle, de sorte qu'il n'existe pas d'organisation type. On peut cependant donner quelques signes généraux en distinguant Deux catégories de solutés :

Les micro-éléments dont la concentration est inférieure à 1 mol/m³, beaucoup d'éléments Traces métalliques entrent dans cette catégorie.

Les macro-éléments dont la concentration est supérieure à cette limite ; les éléments les plus Fréquents et les composés chimiques correspondants sont : C(HCO₃), N (NO₃⁻), Na (Na⁺), Mg (Mg²⁺), Si (Si (OH)₄), S (SO₄²⁻), Cl (Cl⁻), K (K⁺), Ca (Ca²⁺) et O₂.

La solution du sol est principalement une solution d'électrolytes, généralement peu concentrée et dont la Molarité totale est souvent de l'ordre de 10⁻³ à 10⁻⁵ mol/L. Elle contient également des ions H⁺ Et OH dont les concentrations déterminent la réaction du sol caractérisée par le pH (Calvet R., 2000).

I-3-3 Phase gazeuse du sol :

La phase gazeuse du sol est souvent appelée atmosphère du sol. Sa composition est généralement Proche de l'air, mais très variable dans l'espace et dans le temps. Elle dépend principalement de deux facteurs, la proximité de l'atmosphère, la profondeur du sol et activité

biologique. L'air de surface contient généralement les mêmes substances que l'atmosphère, mais sa composition Surtout en raison de l'activité biologique (**Soulas G *et al*, 1983**).

Sol bien aéré L'air contient environ 180 à 205 millilitres d'oxygène par litre, mais cela peut être réduit à 100 millilitres ou Dans les sols inondés et le microenvironnement autour des racines des plantes, la situation est moins prononcée.

La teneur en CO₂ est généralement comprise entre 3 et 30 ml par litre de sol, jusqu'à 100 ml/L d'air dans les racines profondes ou proches et dans les environnements saturés en eau.

L'air du sol Contient également d'autres substances, telles que NO, N₂O, NH₃, CH₄, H₂S et, parfois, des composés Organiques volatils (**Calvet R.,2000**)

I-4 Pollution des sols :

I-4-1 Définitions :

La pollution et la contamination sont deux termes couramment utilisés pour désigner Accumulation anormale et exogène d'éléments ou d'éléments, généralement due à l'activité humaine Minéraux, composés organiques ou pathogènes d'un milieu donné dont la masse est Affecté (**Chassin Pet al, 1996**). Les substances toxiques sont des substances naturelles ou synthétiques, minérales ou organiques qui présentent Nocif pour les organismes, absorbé par les feuilles ou les racines des plantes Plante, intoxication par inhalation, ingestion ou contact avec des animaux Organismes affectés par une perturbation des fonctions vitales pouvant entraîner la mort (**Ramade R., 2000**)

I-4-2 Formes de pollution :

Il existe deux types de pollution : (**Jeannot, R *et al*, 2000.**)

- **pollution locale** caractérisée par une présence occasionnelle dans le sol Matières dangereuses : Déversements, déversements ou déversements de déchets.
- **Pollution par diffusion** impliquant de vastes zones de polluants à faible concentration. Surface, elles proviennent généralement de l'épandage de produits : engrais ou liquides ioniques, Retombées atmosphériques. Pour chacun de ces types, il existe deux sources de pollution :
 - * **Pollution accidentelle** déversements ponctuels et instantanés de substances La pollution.
 - * **Pollution chronique** se produit sur une longue période de temps, par exemple des déversements Canalisations souterraines, lixiviation de décharge.

I-4-3 Micropolluants des sols :

I-4-3-1 Micropolluants inorganiques

C'est un groupe d'éléments ou de composés dont l'accumulation est responsable de Pollution des sols (**Chassin P et al, 1996**). Généralement, ils sont non biodégradables, cumulatifs et toxiques. Présence importante (**Boucheseiche C et al, 2002**) Les micropolluants minéraux métalliques et non métalliques les plus courants sont le cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb, Sélénium, Zinc, Arsenic, Molybdène, Cobalt, Bore et Thallium (**Mérian E., 1991**). Raison. Elles proviennent principalement des modifications du soubassement rocheux (**Jeannot, R et al, 2000**). Activité Les humains peuvent faire augmenter ces concentrations naturelles. Accumulation Les métaux lourds dans l'environnement sont liés à leur utilisation comme matières premières De nombreux produits industriels ou comme catalyseurs chimiques (**Crosinier J, 1999**) Ils sont également trouvés dans des produits tels que des liquides ioniques ou des engrais répartis sur une zone construite. (**Eshighi Malayri B, 1995**).

I-4-3-2 Micropolluants organiques :

Il s'agit principalement de produits synthétiques issus des activités humaines (**Boucheseiche C et al, 2002**). Leur Essentiellement issus de trois groupes d'activités industrielles (production d'énergie, métallurgie, industrie chimique ...), urbaine (transport, élimination des déchets...) et agricole (utilisation de produits chimiques) phytosanitaire) (**Chu W et al, 2005**).

I-5 Les facteurs influençant l'activité du sol

I-5-1 Les facteurs physiques

Les facteurs physiques qui affectent la qualité du sol sont la texture et la structure. Texture Il existe deux façons d'intervenir dans le sol : directement par l'action de différents composants minéraux ou Indirectement par son rôle majeur dans l'apparition de la structure du sol. Dans un sol sablonneux fertile l'humidité, assurant une propagation rapide de l'activité microbienne. Cette propagation est Ralentie par la présence d'argile. L'action directe des particules d'argile est protectrice Forme de la matière organique en formant des complexes organo-minéraux inaccessibles Activité microbienne (**Morell, 1989**). Dans la structure du sol, les particules du sol sont maintenues ensemble par la force Agrégats physiques et chimiques. Absence ou présence et forme Ces agrégats définissent le type de structure (**Girard et al,**

2005).Comme, la qualité Structurale du sol est fortement influencée par la valeur du pouvoir d'oxydo-réduction de ce Sol (**Morel, 1989**).

I-5-2 Les facteurs chimiques :

Les facteurs chimiques comprennent la réponse du sol à différentes salinités de pH. Selon : (**Boullard et Moreau, 1962**) tous les processus biologiques, en particulier la nitrification et Réduire la respiration des terres salines-alcalines, former des micro-organismes terrestres, Environnement défavorable dû à la présence d'ions toxiques, pH parfois très alcalin ; Ils ont parfois une forte salinité osmotique. Inhibition de l'activité Le sel provoque des niveaux de composés solubles dans l'eau hautement mobiles (**Dellal et Halitim, 1992**) Les changements dans l'acidité du sol limitent développement embryonnaire. Certains genres bactériens comme les Actinomycètes sont très Ils sont sensibles aux changements de pH et préfèrent un environnement presque neutre. Cependant, contrairement aux champignons qui préfèrent un pH acide (**Boullard et Moreau, 1962**).

l'évolution des communautés microbiennes du sol est influencée par la salinité, L'augmentation de ces niveaux peut réduire le nombre de microbes (**Maameri, 2007**).

I-5-3 Les facteurs climatiques

Continuité des saisons, y compris une combinaison d'intensité de température et d'humidité Les changements ont des effets très importants sur la microflore du sol (**Morel, 1989**) Les changements dans l'activité biologique du sol sont principalement dus à des Qualité et quantité dans l'apport nutritif de la matière organique constituante (**Boullard et Moreau, 1962**) l'humidité et la température sont deux facteurs importants. Les sols secs n'ont qu'une très faible activité microbienne, mais à mesure que ce niveau augmente, l'activité microbienne augmente progressivement jusqu'à un maximum puis diminue (**Morel, 1989 ; Karabi, 2010**). Selon **Sltenner, (2005)** un excès ou une La rareté de l'eau ralentit ou inhibe le développement de la communauté microbienne, ce qui est nécessaire aussi pendant leur voyage. La température du sol est également un facteur écologique très important. Facteurs importants affectant la reproduction et l'activité des micro-organismes (**Sasson,1967**). Pour chaque activité microbienne, il existe un seuil de température. Température optimale (**Morel, 1989**).

I-6 Les microorganismes du sol

I-6-1 Définition

Le sol représente le support de la vie, ainsi que le réservoir de molécules simples et complexes, telles que comme les vitamines, les hormones, les antibiotiques, les enzymes, etc. pour les humains ou pour les micro-organismes (**Dommergues et Mangenot, 1970**). La diversité de la vie existe Dans le sol, du fait de la présence de micro-organismes (bactéries, champignons, algues), racines souterraines de plantes et une grande variété d'insectes et d'animaux (de protozoaires aux mammifères). Fait intéressant, plus de 90 % de la biomasse Le sol est constitué d'organes végétaux souterrains, principalement des racines (50 %), et la microflore (41,7 %) (**Calvet,2003**). Tous sont impliqués d'une manière ou d'une autre La formation et l'évolution des sols, en particulier leurs parties organiques (**Gobat, 2003**). La microflore du sol est constituée de bactéries (archées et eubactéries), de champignons (levures et moisissures), algues et protozoaires.

I-6-1-1 Les bactéries

Sont les micro-organismes les plus abondants et métaboliquement actifs dans le corps humain sol. Selon les propriétés du sol, tous les types physiologiques bactériens sont représentés : Autotrophes et hétérotrophes, mésophiles, thermophiles et psychrophiles aérobies et anaérobies. Nous On pense que tous les groupes bactériens connus peuvent être isolés à partir d'échantillons de sol si Utiliser la technologie et les médias appropriés Cela ne signifie pas que le sol est le milieu naturel Toutes les bactéries. En raison de sa nature de milieu ouvert et sensible aux facteurs environnementaux, le sol sont des conteneurs pour un approvisionnement continu en micro-organismes exogènes qui disparaissent ou survivent dans l'environnement Dormant en raison de conditions défavorables n'appartenant pas à leur Mais Certains d'entre eux peuvent ponctuellement s'implanter. Les bactéries du sol sont à dominante GRAM Positif, avec comme groupes principaux : les Corynébactéries, les Actinomycètes, les Mycobactéries et Les Nocardiformes. Les genres les plus communément isolés sont. Arthrobacter, Pseudomonas, Achromobacter et Bacillus, dans les couches aérobies alors que les bactéries du genre Clostridium sont Dominantes dans les conditions anaérobies. Les variations du potentiel nutritionnel du sol favorisent L'apparition de bactéries autotrophes du cycle de l'azote : Nitosomonas et Nitrobacter et du soufre : Thiobacillus (**Calvet,2003**).

I-6-1-2 Les Champignons

En règle générale, les champignons du sol forment une biomasse aussi importante que les bactéries. Leur Les activités métaboliques sont multiples et fondamentales pour l'équilibre écologique des sols, à travers l'interaction avec les racines des plantes, leur capacité à

coloniser et dégrader Grands fragments organiques et composés aux structures complexes. De nombreux travaux Indiquer la dominance : Mucor, Trichoderma et Aspergillus, tandis que Rhizopus, Fusarium, Zygorhynchus, Cephalosporium, Cladosporium et Verticillium sont généralement séparés (Calvet,2003).

I-6-1-3 Algues et protozoaires

Les algues sont considérées comme relativement rares dans le sol. Mais leur présence est courante. Les algues du sol comprennent des espèces globuleuses ou filamenteuses. Le groupe le plus courant est celui des algues vertes. Parmi les microbes photosynthétiques du sol, les cyanobactéries dominaient dans les sols neutres et alcalins, tandis que les algues étaient les plus courantes dans les sols acides. Les protozoaires isolés du sol se modifient et se développent dans les surfaces humides, au niveau du film d'eau entourant les particules.

Le tableau représente le nombre de microorganismes par 1g/sol en fonction de la profondeur (Calvet,2003).

Tableau N° 2 :Nombre de microorganismes par 1g/sol en fonction de la profondeur (Alexender, 1991).

Profondeur cm	Bactéries	actinomycètes	Mycètes	Algues
3 à 8	2750000	2080000	119000	25000
20 à 25	2179000	545000	50000	5000
35 à 40	570000	49000	400000	500
65 à 75	11000	5000	6000	100
135 à 145	1400	-	3000	-

I-6-1-4 Les levures

Il y a très peu de levure dans le sol. Il contient des populations de levures variables selon son type, ses caractéristiques et la végétation qu'il porte. La répartition ou ses éventuelles fluctuations saisonnières restent imparfaites Un connu. Levure enrichie en matière organique fraîche ou Peu ou pas de décomposition dans la litière forestière, peut-être même pire (Dommergues et Mangenot, 1970).

I-6-1-5 Les virus

En plus des micro-organismes visibles au microscope optique, le sol contient également d'autres Sub microscopique, dont l'existence ne peut être démontrée que par microscopie Électronique. Ce sont essentiellement des virus lorsqu'ils sont libres et placés dans Les cellules vivantes, lorsqu'elles sont exposées à la lumière, se désactivent rapidement. Une fois adsorbée Peut rester infectieux pendant longtemps (Davet, 2003)

I-6-1-6 Les actinobactéries

Sont des actino bactéries. Ce sont des de bactéries Filamenteux, cloisonné, ramifié, généralement gram positif, le mot « Actinomycètes » vient de deux noms grecs « Actino » et « Mycète » signifiant « champignon de rayon » ou « champignon de rayonnement », utilisé pour désigner Anglais (rayons champignons). Ils pousseront en quelques jours à quelques semaines. Ils sont largement répandus dans la nature. Les actinomycètes sont importants car En particulier, ils fertilisent les sols, synthétisent des composés complexes tels que Antibiotiques, vitamines, stéroïdes, etc. Les actinomycètes n'ont pas de membranes Noyaux, qui ont des organites flagellaires similaires aux bactéries. Leur La plupart sont sensibles au lysozyme et aux agents antibactériens ; leur diamètre Les hyphes sont plus petits que les champignons (**Kitouni, 2007**). En fait, ils présentent des similitudes avec les eubactéries et les champignons. Cependant, il y a donc une transition entre la forme mycélienne typique et la forme Unicellulaire, avec peu de capacité significative à former du mycélium ramifié. Elles sont Sensibles à certains antibactériens, mais pas antifongique (**Lapenter et al. 1989 ; Oyal, 200 6 ; Lockman, 2009**). Certains actinomycètes sont Capacité à se développer à des températures élevées et à produire des enzymes actives Dans des conditions acides, d'autres sont des symbiotes végétaux (**Ensign et al. 1993**).

I-7 Rôle des communautés microbiennes dans la biorémédiation

Les communautés microbiennes isolées d'un environnement pollué sont susceptibles de se développer et de résister à des doses plus ou moins tolérables de la pollution organique. Leur croissance peut amener à une dégradation remarquable de cette pollution (**Pesce, 2010**).

Le rôle de certains microorganismes dans la dégradation des liquides ioniques a été mis en évidence dans plusieurs études (**Fuagier, 2010**), mais on connaît encore peu de choses sur leur rôle dans le fonctionnement biologique du sol. Les changements des conditions du sol peuvent stimuler le développement de certains microorganismes, par contre les bactéries les plus abondantes et les plus actives peuvent être affectées par ces changements. Certaines bactéries peuvent ne pas résister à certains polluants alors que d'autres peuvent surexprimer des gènes impliqués dans la résistance à des concentrations élevées des polluants, et peuvent jouer des fonctions écologiques majeures, notamment la dépollution naturelle du sol.

I-7-1 Études microbiologiques

Les études microbiologiques se basent sur l'isolement et la caractérisation des espèces existant dans un sol pollué, et qui sont jugées capables de dégrader ces polluants. Plusieurs bactéries du genre *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Sphingomonas* et *Mycobacterium* sont des

exemples connus par leur pouvoir de dégradation de certains polluants, tels que les liquides ioniques, les alcanes, les hydrocarbures, et les composés polyaromatiques (**Abdelly, 2007**).

I-7-2 Études métagénomiques

Les limites imposées par la culture de ces microorganismes *in vitro* ont permis le développement d'approches métagénomique. Depuis 1990, l'étude des bactéries par leur ADN directement extrait de l'environnement a imposé plus de précision sur leur rôle environnemental. Le métagénome ou l'ADN total du sol récolté à partir des échantillons environnementaux, peut être analysé afin de caractériser la structure d'une communauté bactérienne complexe. Récemment les chercheurs ont réussi à obtenir des giga-bases de données de séquences en se basant sur des nouvelles techniques de séquençage d'ADN venant même de bactéries non cultivées (**Fuagier, 2010**).

Le génome bactérien peut être facilement affecté par des mutations ponctuelles dont le taux peut varier selon les conditions environnementales, donnant ainsi naissance à des acquisitions, des délétions ou même des réarrangements d'informations génétiques. Ces mutations peuvent aider certaines bactéries à s'adapter facilement aux changements de conditions du milieu (**Fuagier, 2010**). Malgré tous ces efforts, des limitations techniques peuvent s'imposer pour permettre l'exploitation de la diversité microbienne du sol, et l'accès à la totalité de l'information génétique bactérienne est encore incomplet, à cause des caractéristiques physicochimiques du sol.

CHAPITRE II :
GENERALITE SUR LES
LIQUIDES IONIQUES

II.1 Définition:

On peut définir les liquides ioniques (LIs) de quelques façon en raison de la littérature mais la qualification la plus commune est que ce sont des sels fondus à température ambiante, en fait, ils ont un point de fusion minimal à 100°C. Ils sont caractérisés par une tension de vapeur très faible qui les rendent non volatiles, et une constante thermique très élevée. Ils sont des bons solvants pour divers types de solutés (organiques et inorganiques). Toutes ses caractéristiques font des liquides ioniques les constituants stratégiques de la chimie verte (Freemantle, M. (2010)).

II.2. Histoire des liquides ioniques:

Au milieu du 19^{ème} siècle, en préparant le toluène à partir du benzène et le monochlorométhane (réaction d'alkylation en présence d'acide de Lewis $AlCl_3$) qui alloue le premier liquide ionique (Wesserscheid *et al*, (2008)). Ce pendant la première guerre mondiale en 1914 et en cherchant de nouveaux explosifs que l'on apporte à la découverte du premier liquides ioniques, le nitrate d'ethylammonium, par le chimiste Walden (Walden, P. (2002)). Ce n'est que deux décennies plus tard que le premier brevet sur des liquides ioniques type ammonium paraît et revendique l'utilisation de ces sels comme un bon solvant de la cellulose important pour mener de plusieurs réactions (éthérifications, estérifications, etc....).

La littérature décrit dans les années 1940 que l'utilisation d'halogénures d'alkylpyridinium mélangés avec du chlorure d'aluminium ou du bromure d'aluminium s'avère important pour le dépôt par électrolytique de l'aluminium (Wilkes *et al*, (1982)). En 1982 Wilkes et Hussey (Plechova *et al*, (2008)) ont développés des cations plus stables tels que chloroaluminates de dialkylimidazolium. C'étaient les premiers modèles de liquide ionique d'un aspect liquide à température ambiante (RTIL). A partir des années 90, les LIs font l'objet de plusieurs recherches dans les domaines académiques et industriels (Paschoal *et al*, (2017)). Une nouvelle génération de ILs a vu le jour avec le remplacement des anions chloroaluminates, très sensibles à l'humidité, par des anions souvent perfluorés. En 1992,

les deux chercheurs Wilkes et Zaworotko ont synthétisés un IL de type imidazolium stable à l'air (Wilkes *et al*, (1992)). La gamme des liquides ioniques été élargie en faisant varier la nature de l'anion : hexafluorophosphate (PF_6^-), éthanoate ($CH_3CO_2^-$), sulfate (SO_4^{2-}), nitrate (NO_3^-), dicyanamide ($N(CN)_2^-$), bis (trifluoromethyl) sulfonylimide (NTf_2^-), etc ...

II.3 Structure des liquides ioniques:

Les liquides ioniques sont des sels organiques liquides se différenciant de l'ensemble

Chapitre II : Généralité Sur Les Liquides Ioniques

des sels fondus par une température de fusion minimal à 100°C (arbitrairement constant en référence à la température d'ébullition de l'eau) mais un grand chiffre entre eux sont liquides à température ambiante, dénommée RTIL's (« room temperature ionic liquids ») (Chowdhury *et al*, 2007).

Ces solvants sont formés par l'association de cations organiques et d'anions; avec des variations presque infinies de structures aussi bien au niveau des anions que des cations. Parmi les cations les plus étudiés, on peut citer les ammoniums quaternaires et des composés aromatiques polycycliques tels que les noyaux imidazolium et pyrrolidinium, tandis que les cations alkylpyridinium, alkylphosphonium ou alkylsulfonium sont moins fréquemment rencontrés.

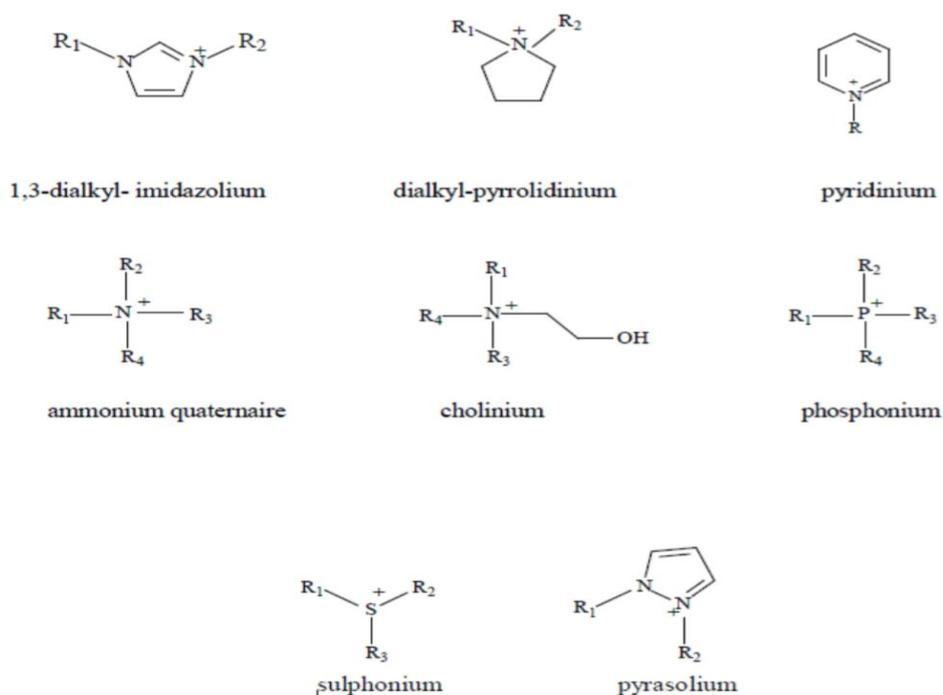


Figure 2: Structure chimique des principaux cations LI dans la littérature.

(Chowdhury *et al*, 2007).

Les liquides ioniques ILs à base d'imidazolium (Figure 3) ont de fortes stabilités thermiques (> 400°C) et de faibles points de fusion, qui sont dues essentiellement à l'inefficacité de l'arrangement résultant du désordre de l'endroit des cations dans leur structure cristalline (Chowdhury *et al*, 2007).

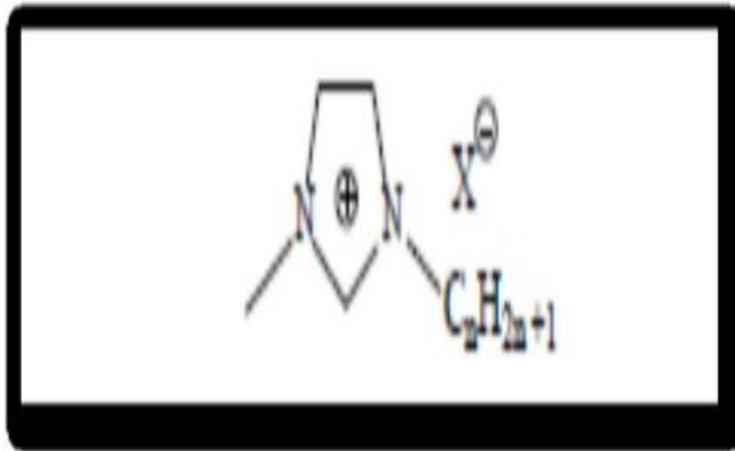


Figure 3: Structures des LIs à motif 1-alkyl-3-méthylimidazolium.

(Chowdhury *et al*, 2007).

II.4 La synthèse des liquides ioniques:

La synthèse des liquides ioniques LIs est simple et effectuée en deux étapes :

-Réaction de quaternisation du noyau imidazole.

-Réaction d'échange de l'anion.

II -4.1 Réaction de quaternisation du noyau imidazole:

De plusieurs procédés de synthèse de liquides ioniques imidazolium à chaîne alkyle courtes ou longues contenant des anions halogénés ont été rapportés (**Livi en 2010**).L'imidazole subit une étape de déprotonation avec du méthoxyde de sodium, puis réagit avec un anion halogénure fonctionnalisé avec des chaînes alkyles .Les deux réactions sont effectuées en milieu solvant (acétonitrile, tétrahydrofurane, etc...) à température de reflux et pour une durée de réaction de nombreuses heures à nombreuses jours ,sous atmosphère inerte .La nature chimique du groupe R 1, 2 permet d'adapter les LIs au milieu organiques .Comme, des chaînes perfluorées peuvent être introduites (**Figure 4**).

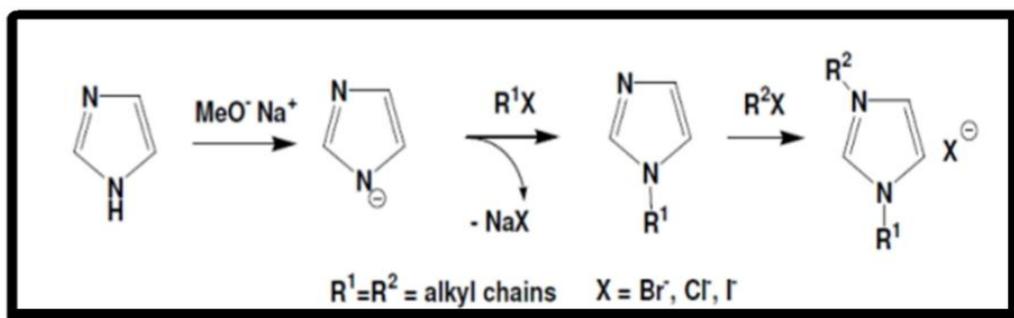


Figure 4: Synthèse de sels d'imidazolium.

(Marcilla *et al*, 2004).

II-4-2 Échange anioniques:

L'échange d'anions est aussi possible, en employant acides de Lewis ou des sels organiques (sels de sodium) ou par des réactions de métathèse.

Quelle que soient les méthodes employées, les rendements de réaction sont excellents. Le principal inconvénient de ces méthodes est qu'elles nécessitent une étape de purification qui est nécessaire pour débarrasser toutes traces d'impuretés dues à un échange incomplet (Lin *et al*, 2005).

Les figures suivantes représentent les deux voies possibles pour effectuer une réaction d'échange avec des acides de Lewis ou des sels organiques d'un sel d'imidazolium, par exemple (Figure 5 et 6).

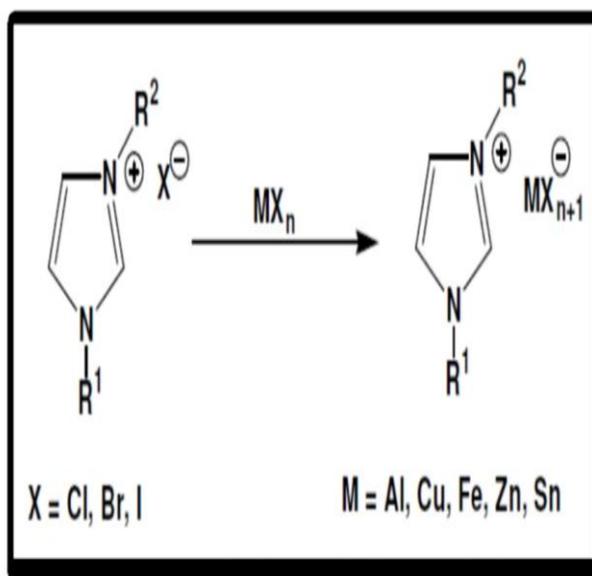


Figure 5: Exemple d'échange anionique avec des acides de Lewis.

(Marcilla *et al*, 2004).

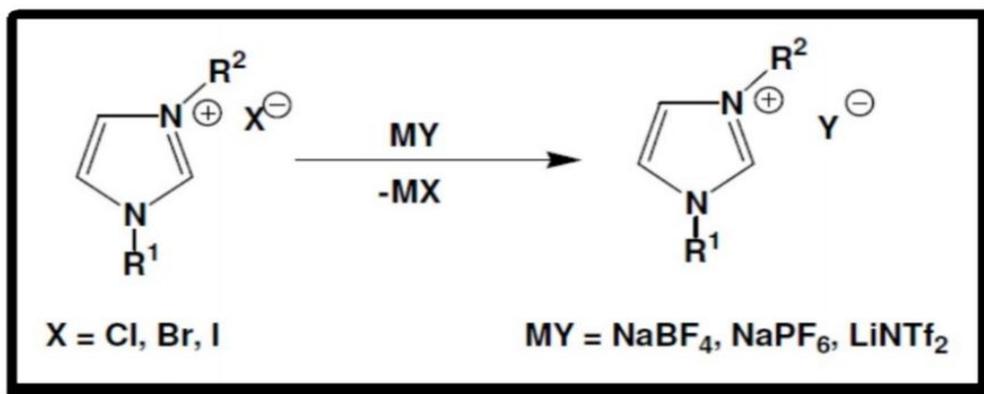


Figure 6:Exemple d'échange anionique avec des sels organiques

(Lin *et al*, 2005).

II.5. Les propriétés générales des liquides ioniques:

Généralement, les liquides ioniques sont thermiquement stables, ininflammables, conducteurs et à peine présentent une pression de vapeur (Billard *et al*, 2020). Raisonement, leur large éventail d'applications, les propriétés des liquides ioniques peuvent être allouées en modulant leur structure moléculaire (Coleman *et al*, 2010).

II -5-1 point de fusion:

Les critères clés pour les liquides ioniques sont le point de fusion (T_m), la température de transition vitreuse (T_g), et la température de décomposition (T_d) qui dépendent d'un équilibre entre la structure ioniques compatible, flexibilité de la chaîne et accessibilité des charges. A la pression atmosphérique normale, les LI dans la plage de température 200-300°C existent à l'état liquide (Greaves *et al*, 2007).

Les liquides ioniques avec l'ion Cl attaché à de grandes et les contre ions organiques asymétriques (cation) ont une faible énergie de réseau, ce qui entraîne une faible fusion magnitude ponctuelle (Wassersheid *et al*, 2000). De même, les liquides ioniques protéiques avec des sels d'alkylammonium ont un point de fusion $>100^\circ\text{C}$. Cependant, l'incorporation d'acides carboxylides au cation alkylammonium et la plupart des sels avec un cation imidazolium ont une amplitude de point de fusion très faible (Greaves et Drummond, 2008)

II-5-2 Viscosité :

La viscosité des liquides ioniques à base de cations ammonium quaternaire est réduite lorsqu'une des chaînes alkyles est remplacée par une chaîne alcoxy (Zhou *et al*, 2005). Dans les liquides ioniques alkyle et alcoxy, il y a agrégation de longues chaînes de cation voisins dans des structures de type micelle. Les simulations MD indiquent que l'assemblage moins

efficace entre les chaînes alcoxy plus flexibles, par rapport aux chaînes alkyle, est la raison structurelle de la mobilité ionique plus élevée dans MOENM2E TFSI (Zhou *et al*, 2005).

II -5-3- Densité:

La grande majorité des liquides ioniques possèdent une densité plus essentielle que l'eau et comprise entre 1 et 1,6 g.cm⁻³. Il a été montré que la densité diminuait avec l'augmentation de la longueur de la chaîne alkyle pour un cation de type imidazolium (Dzyuba et Bartsch, 2002) ainsi que pour les sels de type ammonium ou sulfonium. Globalement, la densité diminue dans l'ordre suivant: pyridinium > imidazolium > ammonium > piperidinium. La densité est aussi affectée par l'anion et devient plus lourde par l'introduction d'éléments lourds tels que les chaînes fluor alkyles (Chiappe *et al*, 2005).

II -6 Domaines d'applications des liquides ioniques:

Les liquides ioniques LIs sont des constituants chimiques remarquables, qui trouvent des applications dans de plusieurs domaines de la science moderne. Raisonnablement, de leur nature hautement accordable et de leurs propriétés exceptionnelles, les liquides ioniques sont devenus des acteurs incontournables dans les domaines de la synthèse et de la catalyse, de l'extraction, de la biotechnologie, de l'électrochimie, etc (Egorova *et al*, 2017).

II-6-1 Application en chimie analytique :

Les liquides ioniques à température ambiante (IL) sont de plus en plus reconnus comme de nouveaux solvants en chimie. Leur application en chimie analytique, en particulier dans la séparation des analytes, est méritée car les liquides ioniques ont des propriétés uniques, telles qu'une pression de vapeur négligeable, une bonne stabilité thermique, une viscosité, ainsi qu'une bonne rétractibilité pour différents constitués organiques et ions métalliques (Liu *et al*, 2005).

II-6-2 Application pour l'extraction :

Ils sont proposés pour les extractions à partir de la solution aqueuse comme une solution de rechange aux solvants ordinaires tels que des techniques de la séparation et de nouvelles propres (Huddleston *et al*, 1998). Les avantages résideraient dans plus grande facilité de séparation des extraits, en l'absence d'émissions de vapeur et dans la haute réutilisabilité des LIs. Leur utilisation permet d'isoler les produits obtenus par la synthèse par distillation simple, sans retirer le catalyseur, puis en permettant la réutilisation immédiate (Huddleston *et al*, 1998).

II-6-3 Application en électrochimie :

Application des LIs dans différents domaines de l'électrochimie (comme, développement de condensateurs électrochimiques à double couche super condensateurs hydrides). Piles à combustible à basse température, métal-air (c'est-à-dire Mg et Zn primaires et secondaires). Raisonement, leur conductivité protonique élevée, certains des IL protéiques ont été employés comme membranes conductrices de protons pour les piles à combustible à basse et moyenne température. Certains LIs ont été employés pour la réduction électrochimique ou la réduction partielle du dioxyde de carbone... (Armand *et al*, 2011).

II-7 Toxicité des liquides ioniques:

Les liquides ioniques ont été revendiqués comme un substitut plus écologique et sans danger pour l'environnement pour les solvants organiques volatils et inflammables. Cependant, leur miscibilité/solubilité dans l'eau compose une menace potentielle pour l'écosystème aquatique. Des études ont trouvé une relation forte entre la structure chimique des LIs et leur toxicité. Le fragment cationique et la longueur de la chaîne alkyle influencent significativement leur niveau de toxicité alors qu'un anion est un secondaire contributeur à la toxicité (Sivapragasam *et al*, 2020).

II-8 Purification et pureté des liquides ioniques:

La pureté des liquides ioniques est un agent essentiel pour la plupart des applications car la présence d'impuretés peut gravement affecter les propriétés physico-chimiques des liquides ioniques. Comme les LIs sont très peu volatils, la purification par distillation n'est pas envisageable excepté dans des conditions sévères (Earle *et al*, 2006). La purification par chromatographie est aussi délicate dans l'essai où les liquides ioniques ont tendance à s'absorber sur les phases stationnaires (Stepnowski *et al*, 2006).

Par conséquent, un grand soin doit être accordé lors de la synthèse des liquides ioniques afin de limiter dans la mesure du possible les impuretés présentes dans le produit final notamment les traces d'eau, d'halogénures et d'imidazolium de départ (Olivier *et al*, 2005).

Deuxième Partie :
Partie Expérimentale

CHAPITRE I :
Elaboration de nouveaux
liquides ioniques

I.1. Introduction

Les liquides ioniques LIs sont des sels comprenant des ions, qui existent à l'état liquide à température ambiante. Ils ont de nombreuses propriétés physiques et chimiques uniques telles que la pression de vapeur négligeable, la stabilité thermique et chimique, une conductivité ionique élevée et une excellente solubilité de nombreuses substances (C.Chen,2010) Plusieurs études ont été rapportées sur l'utilisation de LIs sans solvants de réaction, (I.Dinarés,2009) les solvants d'extraction de séparation (E.Ennis,2009) et matériaux d'électrolyte (H.C.Kan *et al*,2007 ;A.C.Kleinschmidt,2014) Les propriétés des LIs peuvent être modifiées par substitution des cations et anions avec des groupes fonctionnels spéciaux. LIs fonctionnalisés qui sont incorporés avec un ou plusieurs groupes fonctionnels ont des structures spéciales et beaucoup d'intérêts dans de nombreux domaines de recherche tels que la synthèse chimique, la science de séparation et de l'électrochimie. Ils peuvent également être utilisés comme éléments de dopage des polymères (A.Benabdellah *et al*,2012 ;B,Fetouhi *et al*,2014).

Dans ce chapitre nous avons utilisé le 1-méthylimidazole et 1-vinylimidazole comme composés de départ pour la préparation d'un nouveau liquide ionique le bromure de triméthylène bis-Vinyle imidazolium et le 1,2-(propanediol)-3-méthylimidazolium hydrogen sulfate .

1^{ère} Partie: Synthèse de deux nouveaux liquides ioniques: bromure de triméthylène bis-Vinyle imidazolium([V(CH₂)₃IM₂⁺][2Br⁻]) et l'hydrogénosulfate de triméthylène bis-Vinyle imidazolium([V(CH₂)₃IM₂⁺][2HSO₄⁻])

I-2 Synthèses des liquides ioniques, dérivés d'imidazolium (N-alkyl imidazolium)

D'une façon générale, la première étape réactionnelle fait intervenir une réaction de quaternarisation par addition d'un halogénure d'alkyle sur un dérivé imidazole, aboutissant au sel d'halogénure. Ce dernier donne ensuite le sel ionique via une réaction de métathèse par un échange mutuel d'anion, selon le schéma réactionnel suivant :

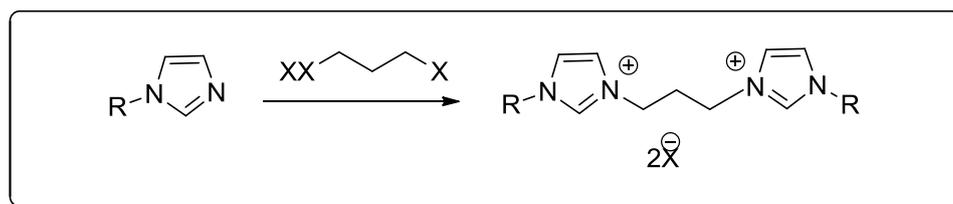


Figure 7:Schéma de synthèse des liquides ioniques dérivés d'imidazolium.

I-2-1 Réactifs et matériaux

Les réactifs utilisés dans cette étude sont, 1-méthylimidazole 99%, 1, 3-dibromopropane 99%, l'acétonitrile, l'éther diéthylique (99%), dichlorométhane, DMF. Tous ces réactifs sont utilisés sans aucune autre purification.

I-3 Synthèse et caractérisation de chlorure 1-(hydroxyéthyl)-3-méthylimidazolium [EtOHMIM+][Cl-]

I-3-1 Synthèse du bromure de triméthylène bis-Vinyle imidazolium ([V(CH₂)₃IM₂+] [2Br-]) :

En suivant la même procédure décrite ci-dessus (**Fig.8.**), 1-vinyleimidazole (9.07 ml, 100 mmol) et 1, 3-dibromopropane (5.21 ml, 49,98 mmol), 23 ml de DMF sont ajoutés dans un ballon de 100 ml. Le mélange réactionnel est chauffé à reflux sous agitation magnétique pendant 4 heures en maintenant la température à 75°C. Le bromure de triméthylène bis-méthyle imidazolium a été obtenu sous forme d'un solide légèrement jaune (6.60g, 17.12 mmol) avec un rendement de 63%

I.3.2. Purification

Après refroidissement à l'ambiante, le produit obtenu (cristallin à température ambiante) est finement broyé, lavé avec de l'éther diéthylique (3 x 80 ml) puis filtré avec papier filtre. Le produit est finalement séché sous pression réduite pendant 10 heures afin d'éliminer les traces de solvant. (M.Tammer,2004) (Figure 8)

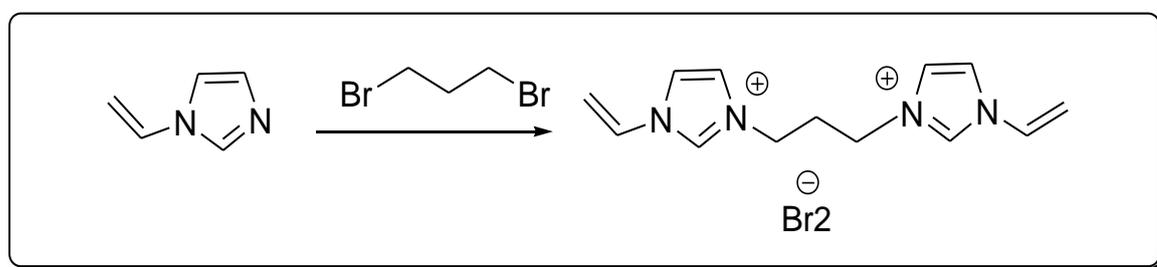


Figure 8:Synthèse bromure de triméthylène bis-Vinyle imidazolium.

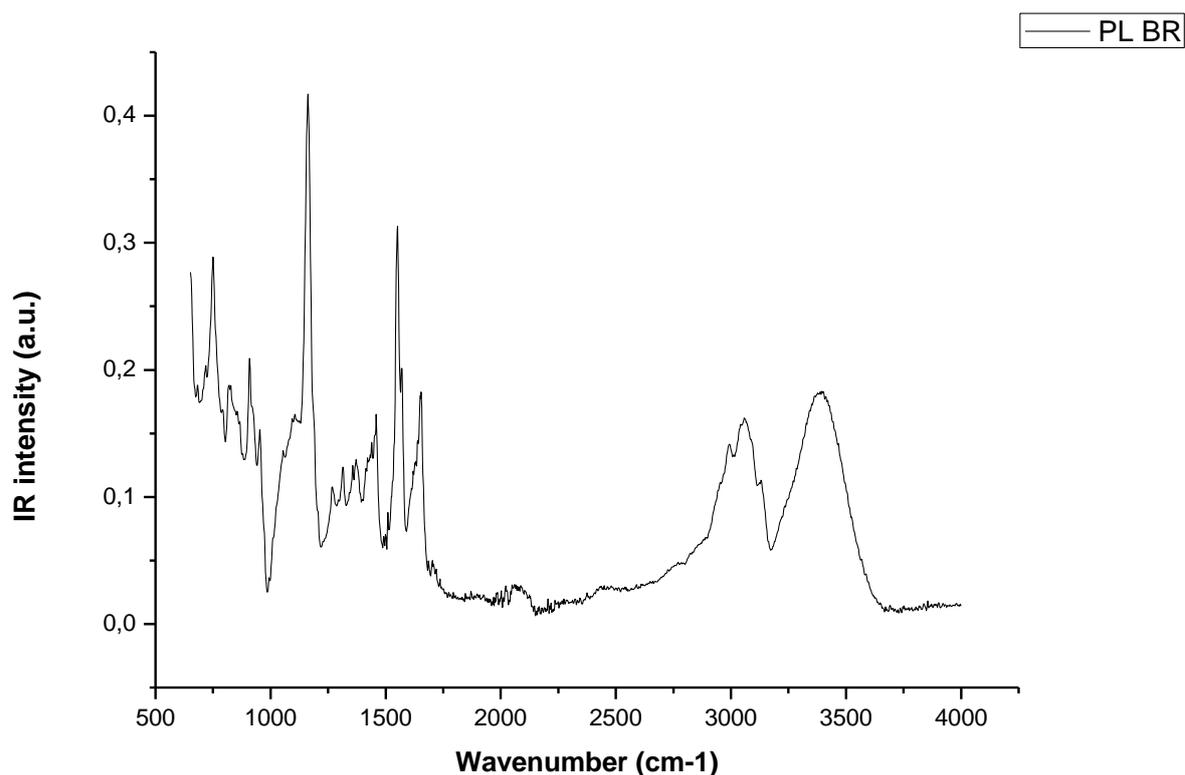


Figure 9: Le spectre FTIR / ATR de bromure de triméthylène bis-Vinyle imidazolium ($[V(CH_2)_3IM_2^+][2Br^-]$) dans le domaine spectral 4000–600 cm^{-1} .

Tableau N°3 : Les bandes FTIR/ATR observées et leur assignation pour les échantillons chlorure de 1-(hydroxyéthyl)-3-méthylimidazolium et de hydrogénosulfate de 1-(hydroxyéthyl)-3-méthylimidazolium (vw = very weak; w = weak; m = medium, s = strong)

$[V(CH_2)_3IM_2^+][2Br^-]$	ASSIGNEMENT	Refs
607 (s)	$\omega(N-H)$ / $CH_3(N)CN$ Str	(C.Chen,2010 ;I.2009)
613 (s)	$\omega(N-H)$ / $CH_3(N)CN$ Str	(C.Chen,2010 ;I.2009)
622 (s)	$\omega(N-H)$ / $CH_3(N)CN$ Str / $\square(PF^-)$	
6		
668 (vw)	$\omega(N-H)$ / $CH_3(N)CN$ Str	(C.Chen,2010 ;I.2009)
681 (m)	$\omega(C-H) + \omega(N-H)$	(C.Chen,2010)
729 (m)	anion interaction	
741 (sh)	$CH_2(N)/CH_3(N)CN$ bend/ CF_3 sym bend ring/ $\square(PF_6)$	
-)		
	w(C-H) / SNS sym Str	(C.Chen,2010 ;E.Ennis.2009)
760 (s)	$\delta HCCH$ / Ring HCCH asym bend	(C.Chen,2007; E.Ennis.2009)
773 (w)	$\nu(N-C)$	(C.Chen,2010)
	Ring HCCH asym bend/CS Str	(E.Ennis.2009)
	$\square(PF_6)$	

-)		
	NC(H)N _{bend} /CCH _{bend}	(I.Dinarés,2009)
845 (m)	NC(H)N _{bend} /CCH _{bend}	(I.Dinarés,2009)
852 (m)	NC(H)N _{bend} /CCH _{bend}	(I.Dinarés,2009)
	ω (C-H) + ρ as(CH ₂)	(C.Chen,2010)
	ρ as(CH ₂)	(A.C.Kleinschmidt, 2014)
889 (w)	ρ as(CH ₂) (P-O) stretch	(A.C.Kleinschmidt, 2014) (B.Fetouhi et al, 2014)
993 (vw)	ρ as(CH ₂)	(A.C.Kleinschmidt, 2014)
1014+1018 (vw)	\square (C-C)	(C.Chen,2010)
1027 (vw)	\square (C-C)	(C.Chen,2010)
1048 (vw)	CH ₃ N Str/CH ₂ N Str, SO str	(I.Dinarés,2009)
	Ring ip asym str, CC str, NCH ₃ twist, SNS asym str	
1089 (vw)	Ring ip asym str, CC str, CH ₃ (N) twist, SNS asym str, ν (C-O), P-O str	(B.Fetouhi et al, 2014)
1109 (vw)	CC Str / δ CH	(E.Ennis, 2009)
1119 (w)	CC Str / δ CH	(I.Dinarés,2009 ; H.C.Kan et al, 2007)
	SO ₂ sym Str	
1164 (s)	Ring asym Str CH ₂ (N) and CH ₃ (N)CN Str/CC Str	(E.Ennis, 2009)
	Ring sym Str CH ₂ (N) and CH ₃ (N)CN Str/CF ₃ asym Str	(E.Ennis, 2009)
	\square (N-C) /CF ₃ sym Str	$\square\square\square$
	Ring ip asym str str, butyl chain str	(E.Ennis, 2009)
	ν (S-O)	(I.Dinarés,2009)
1295 (vw)	ν (C-C)	(I.Dinarés,2009)
	SO ₂ asym str, ring ip sym str, CH ₂ (N) and CH ₃ (N) CN str Imidazolium ring: C-N, C=N str, CC str, CH ₂ (N) str, CH ₃ (N), ν (C-C), P=O str	(B.Fetouhi et al, 2014)
	SO ₂ asym str, ring ip sym str, CH ₂ (N) and CH ₃ (N) CN str	
1385 (w)	ρ (N-H)	(I.Dinarés,2009)
1393 (w)	ρ (N-H)	(I.Dinarés,2009)
1412 (w)	ρ (N-H)	(I.Dinarés,2009)
1434 (w)	CH ₃ (N)Str/CH ₃ (N)HCH sym bend/NC(CH ₃)N HCH bend	(E.Ennis, 2009)
1457 (vw)	δ (CH ₂) /CCH HCH asym bend	(A.Benabdellah et al,2012 ; I.Dinarés,2009)
1543 (m)	ν (N=C)	(I.Dinarés,2009)
1555(sh)+1559(m)	ν (N=C)	(I.Dinarés,2009)
1577(w)+1580(w)+1590(w)	asym Str CH ₂ (N)/CH ₃ (N)CN Str	(E.Ennis, 2009)

I-3-2 Synthèse du chlorure 1, 2-(propanediol)-3-methylimidazolium (J.M.Oblisca et al ; K.Noack et al, 2010)

Un mélange équimolaire de 3-chloropropane-1,2-diol (0,83 mL, 10 mmol) et de 1-méthylimidazole (1,1 g, 10 mmol) a été chauffé à 120°C (milieu liquide homogène) pendant 24 heures sous agitation magnétique vigoureuse. Après refroidissement à température ambiante, le produit brut (cristallin à température ambiante) est finement broyé, lavé à l'éther diéthylique (3 x 80 ml) puis filtré sur verre fritté de porosité 4. Le produit est enfin séché sous pression réduite pendant 10 heures pour éliminer les traces de solvant. (Fig 10) liquide brun clair; rendement : (98%).

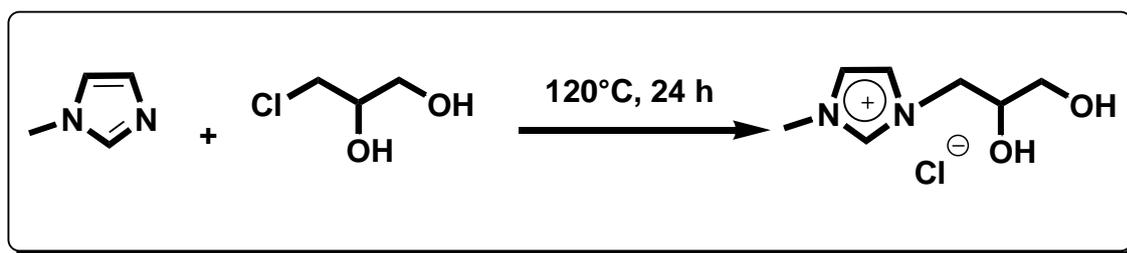


Figure 10:1,2-(propanediol)-3-methylimidazolium hydrogen sulfate [DPOHMIM⁺][HSO₄⁻].

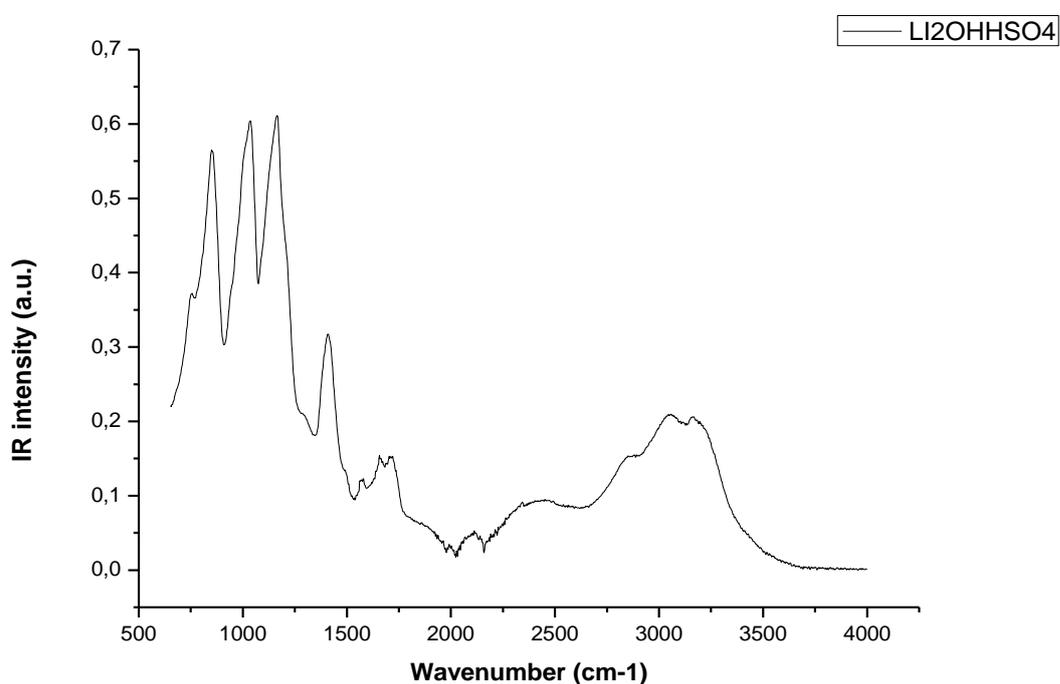


Figure 11:Le spectre FTIR / ATR de l'iodure de méthylène bis-méthyle imidazolium ([M(CH₂)IM₂⁺][2I⁻]) dans le domaine spectral 4000–600 cm-1.

I-4 Purification

Le produit obtenu est finement broyé, lavé avec de H₂O (3 x 80 ml) puis filtré sur verre fritté de porosité N 0,4. Le produit est enfin séché sous pression réduite pendant 10 heures pour éliminer les traces de solvant (F.Shirini et al, 2012 ; Y.Chaker et al,2016).

Tableau N°4 :Les bandes FTIR/ATR observées et leur assignation pour les échantillons chlorure de 1-(hydroxyéthyl)-3-méthylimidazolium et de hydrogénosulfate de 1-(hydroxyéthyl)-3-méthylimidazolium (vw = very weak; w = weak; m = medium, s = strong)

[DPOHMIM ⁺][HSO ₄ ⁻]	ASSIGNEMENT	Refs
607 (s)	ω (N-H) / CH ₃ (N)CN Str	(C.Chen,2010 ;I.2009)
613 (s)	ω (N-H) / CH ₃ (N)CN Str	(C.Chen,2010 ;I.2009)
622 (s)	ω (N-H) / CH ₃ (N)CN Str / \square (PF ⁻)	
6		
668 (vw)	ω (N-H) / CH ₃ (N)CN Str	(C.Chen,2010 ;I.2009)
681 (m)	ω (C-H)+ ω (N-H)	(C.Chen,2010)
729 (m)	anion interaction	
741 (sh)	CH ₂ (N)/CH ₃ (N)CN bend/CF ₃ sym bend ring/ \square (PF ₆)	
-)		
	w(C-H) / SNS sym Str	(C.Chen,2010 ;E.Ennis.2009)
760 (s)	δ HCCH / Ring HCCH asym bend	(C.Chen,2007; E.Ennis,2009)
773 (w)	ν (N-C)	(C.Chen,2010)
	Ring HCCH asym bend/CS Str	(E.Ennis,2009)
	\square (PF ₆)	
-)		
	NC(H)N bend/CCH bend	(I.Dinarés,2009)
845 (m)	NC(H)N bend/CCH bend	(I.Dinarés,2009)
852 (m)	NC(H)N bend/CCH bend	(I.Dinarés,2009)
	ω (C-H) + pas(CH ₂)	(C.Chen,2010)
	pas(CH ₂)	(A.C.Kleinschmidt, 2014)
889 (w)	pas(CH ₂) (P-O) stretch	(A.C.Kleinschmidt, 2014) (B.Fetouhi et al, 2014)
993 (vw)	pas(CH ₂)	(A.C.Kleinschmidt, 2014)
1014+1018 (vw)	\square (C-C)	(C.Chen,2010)
1027 (vw)	\square (C-C)	(C.Chen,2010)
1048 (vw)	CH ₃ N Str/CH ₂ N Str, SO str	(I.Dinarés,2009)
	Ring ip asym str, CC str, NCH ₃ twist, SNS asym str	
1089 (vw)	Ring ip asym str, CC str, CH ₃ (N) twist, SNS asym str, ν (C-O), P-O str	(B.Fetouhi et al, 2014)
1109 (vw)	CC Str / δ CH	(E.Ennis, 2009)
1119 (w)	CC Str / δ CH	(I.Dinarés,2009 ; H.C.Kan et al, 2007)

	SO2 sym Str	
1164 (s)	Ring asym Str CH2(N) and CH3(N)CN Str/CC Str	(E.Ennis, 2009)
	Ring sym Str CH2(N) and CH3(N)CN Str/CF3 asym Str	(E.Ennis, 2009)
	□(N-C) /CF3sym Str	□□□
	Ring ip asym str str, butyl chain str	(E.Ennis, 2009)
	v (S-O)	(I.Dinarés,2009)
1295 (vw)	v(C-C)	(I.Dinarés,2009)
	SO2 asym str, ring ip sym str, CH2(N) and CH3(N) CN str Imidazolium ring: C-N, C=N str, CC str, CH2(N) str, CH3(N), v (C-C), P=O str	(B.Fetouhi et al, 2014)
	SO2 asym str, ring ip sym str, CH2(N) and CH3(N) CN str	
1385 (w)	ρ(N-H)	(I.Dinarés,2009)
1393 (w)	ρ(N-H)	(I.Dinarés,2009)
1412 (w)	ρ(N-H)	(I.Dinarés,2009)
1434 (w)	CH3(N)Str/CH3(N)HCH bend/NC(CH3)N HCH bend sym	(E.Ennis, 2009)
1457 (vw)	δ(CH2) /CCH HCH asym bend	(A.Benabdellah et al,2012 ; I.Dinarés,2009)
1543 (m)	v(N=C)	(I.Dinarés,2009)
1555(sh)+1559(m)	v(N=C)	(I.Dinarés,2009)
1577(w)+1580(w)+1590(w)	asym Str CH2(N)/CH3(N)CN Str	(E.Ennis, 2009)

Tableau N°5 : Test de solubilité du poly([EtOHVIM+][HSO4-]).

Solvant	Solubilité
H ₂ O	Insoluble
Dichlorométhane (DCM)	Insoluble
Méthanol (MeOH)	Insoluble
Dioxane	Insoluble
Tétrahydrofurane (THF)	Insoluble
Toluène	Insoluble

Diméthylformamide (DMF)	Insoluble
--------------------------------	-----------

I-5 Conclusion

Dans cette partie expérimentale, nous avons préparé plusieurs nouveaux liquides ionique le bromure de triméthylène bis-Vinyle imidazolium et le 1,2-(propanediol)-3-methylimidazolium hydrogen sulfate.

Tous ces composés ont été caractérisés par des mesures spectroscopiques ATR FTIR. pour confirmer leurs structures chimiques.

CHAPITRE II :
**Présentation de la zone
d'étude**

II.1 Localisation de la wilaya

La wilaya de Tissemsilt, née du découpage territorial de 1984, a été tracée autour de l'imposant massif de l'Ouarsenis qui s'étend sur plus de la moitié nord de son territoire. L'ensemble des conditions de vie est tributaire de la géographie physique. Le relief et Partant la géologie, l'hydrographie, le climat déterminent le régime des eaux et expliquent, dans une large mesure, l'évolution démographique, les conditions de vie, les rapports humains, l'importance de l'agriculture et de l'élevage, dans cette wilaya. Il faut donc s'arrêter quelque peu sur la situation générale de la wilaya de Tissemsilt, son relief, sa géologie, son hydrographie, son climat, sa pédologie et sa végétation, afin de pouvoir dresser l'état des lieux en matière de ressources en eau et dessiner les perspectives en ce domaine. **Figure 12** suivante montre la localisation de la wilaya de tessimssilte

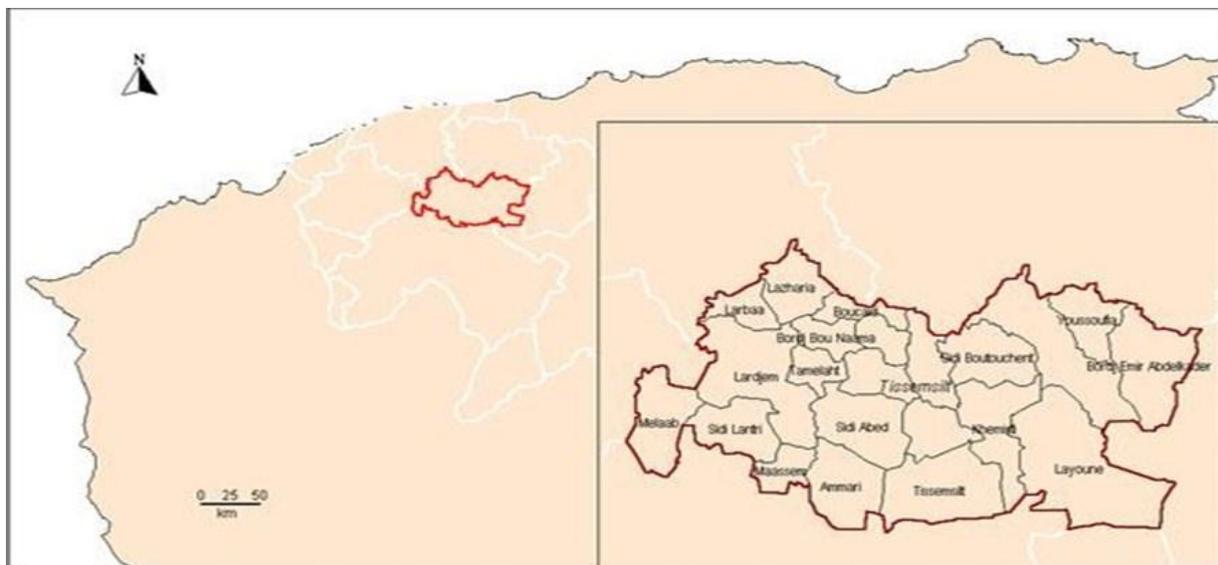


Figure 12 : localisation de la wilaya de Tissemsilt (DRE, 2008)

II-2 Géologie

La géologie de la région de tissemsilt s'inscrit dans le cadre de l'évolution de la chaîne tellienne et en particulier celle du massif de l'Ouarsenis. Cet ensemble a structure complexe est formé de 3 sous-ensembles :

Au nord : la zone interne du socle du djebel D qui constituait de formation de l'érepaléozoïque

Au centre : la zone externe comprenant des unités diversifiées et fortement charriées dont l'âge de sédimentation va du trias jusqu'à l'Oligocène

Au sud : la bordure sud tellienne représentée par un faciès remplissage de zones dépressionnaires et subsidences. il s'agit de formation du Miocène inférieur , du pliocène et du Quaternaire.

Les niveaux géologiques massifs se rencontrent pratiquement dans tous les terrains de la région. Le massif du grand pic « Kef Sidi Amar » culmine a une altitude de 1983m.so imposante et gigantesque morphologie lui donne un aspect de « pivot ». Sa position géologique permet de défini une limite entre un Ouarsenis occidental. Les niveaux géologiques pratiquement dans tous les terrains de la région. (DET, 2019)

II-3 Le climat de la wilaya

La région de TISSEMSILT fait partie de l'étage bioclimatique semi-aride, particularité du climat méditerranéen, et il a un hiver froid humide et un été chaud et sec, la température moyenne hivernale est comprise entre 0 et 6 C° et celle estivale oscille entre 32 C et 40 C° quant à la pluviosité moyenne annuelle, elle oscille entre 300 et 600mm de pluies, avec cependant un pic de 800mm enregistrée aux monts de l'Ouarsenis ou on note également la chute de neige dont la hauteur moyenne se situe dans une fourchette comprise entre 0,5 et 50 cm d'épaisseur, accompagnée parfois de verglas. (ANIREF, 2011; ANDI, 2013).I.6.1.

II-3-1 le diagramme ombrothermique

D'après le diagramme ombrothermique ci-dessous, les mois secs sont-ils : est au début de mai jusqu'à mi-septembre, (La température plus élevé que la précipitation), et la période humide du mois d'octobre jusqu'à Avril.

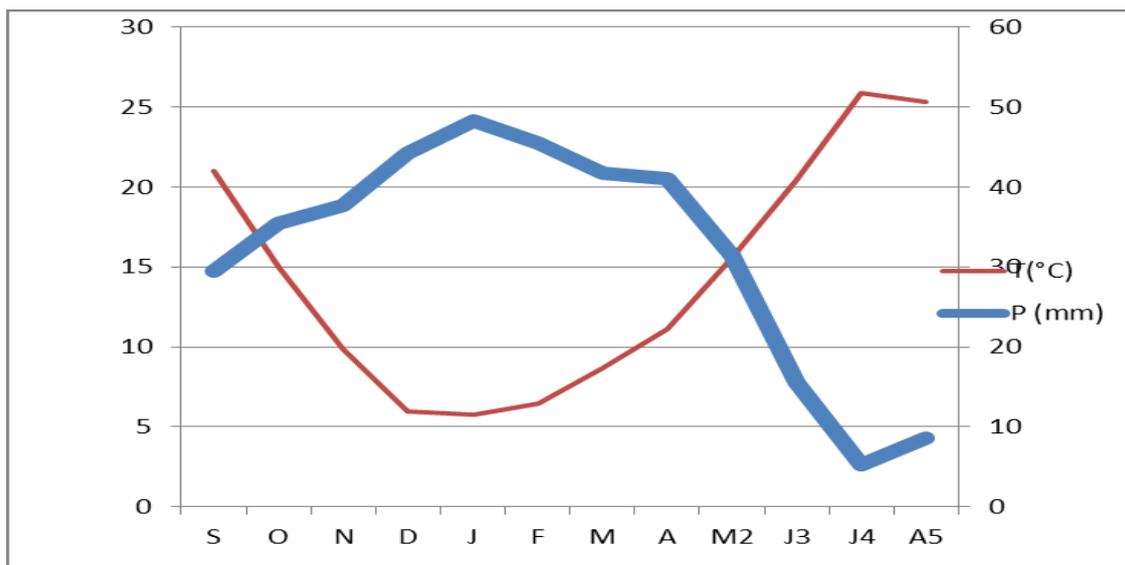


Figure 13: diagramme ombrothermique du commun de Tissemsilt 2015 (DSA, 2019)

II-3-2 La température

Juillet et août sont les mois les plus chauds de l'année, avec une température moyenne de 25, 2°C. Janvier est le mois le plus froid de l'année. la température moyenne est de 5.3°C à cette période.

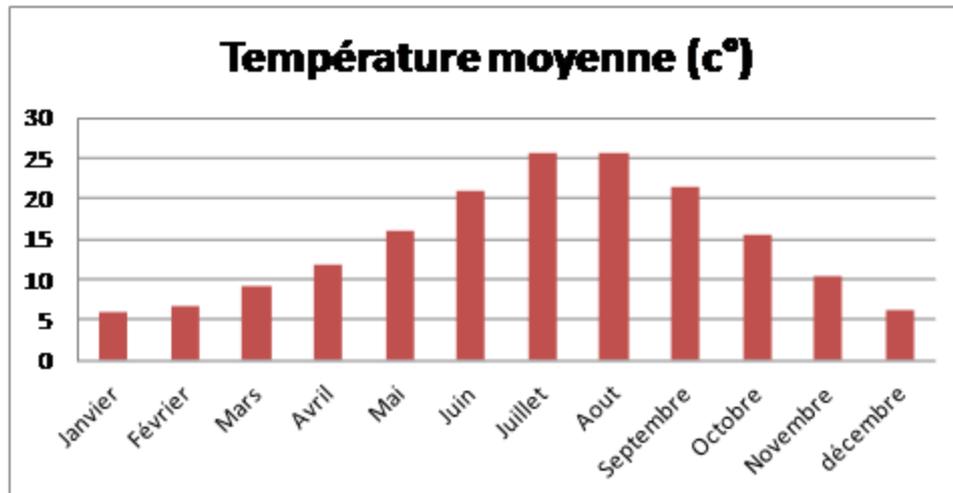


Figure 14: Diagramme a barres de température mensuelles de Tissemsilt 2015

(DSA, 2019).

II-3-3 La pluviométrie

Malgré les changements climatiques de ces dernières années la commune de Tissemsilt possède généralement une pluviométrie assez favorable comparée par rapport au reste de wilaya. Au mois de Janvier et Décembre, les précipitations sont les plus élevées (58 mm) et les précipitations sont au plus bas au mois de Juillet et Août (5 mm).

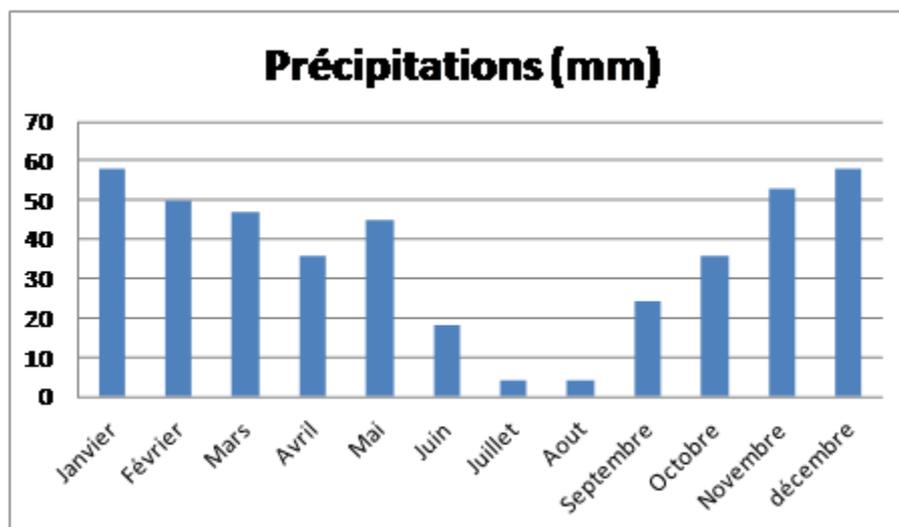


Figure 15: Précipitations mensuelles dans la wilaya de Tissemsilt durant 2015.

(DSA, 2019).

CHAPITRE III : MATIRIELS ET METHODE

III-1 Travail hors laboratoire (au terrain)

III-1 -1 Choix de site du prélèvement

Le critère qui a été pris en compte pour le choix des sites est le type de sol et l'activité agricole. Il existe au Tissemsilt des zones où la culture des céréales depuis longtemps. Pour cette recherche nous avons choisi deux (02) sites de prélèvement, Les sites de l'état connus par la ferme pilote et les sites de secteur privé OAIC.

Il existe de nombreux types de sol dans ces sites qui sont différents de point de vue de texture, de couleur, **Figure 16** montre un site de prelevement.



**Figure 16: un site de prélèvement
(original)**

III-1 -2 Prélèvement et préparation des échantillons de sol

Les échantillons de sol ont été prélevés dans les champs de céréales à une profondeur de 0-20 cm (la partie racinaire). Les échantillons prélevés procèdent de couleurs différentes. Les **Figures 17** représente les échantillons de sol prélevés. Les échantillons de sol ont été prélevés puis mélangés pour constituer un échantillon composite. Les échantillons de sols ont été séchés à l'air libre et à l'ombre pendant trois jours puis tamisés à 2 mm.



Figure 17: Les deux types de sol utilisés (sableux et limineux). (Original).

Méthodes de caractérisation physique des sols

La caractérisation physique a consisté à faire une granulométrie pour l'ensemble des échantillons fractions granulométrique en utilisant la méthode internationale adaptée à la pipette Robinson.

III-2 Travail au laboratoire

III-2 -1 Préparation de milieu d'culture

III-2 -1-1 Composition de la gélose nutritive

La composition peut être ajustée de façon à obtenir des performances optimales, pour 1 litre de milieu :

Tableau N°6 : Composition principale de la gélose nutritive

Ingrédients	gramme/litre
Tryptone	5,0g
Extrait de viande	1,0g
Extrait de levure	2,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Agar agar bactériologique	12,0 g

III-2 -1-2 Préparation

Pour préparer un milieu de culture commencer par prélever la quantité importante d'eau distillée à l'aide un éprouvette graduée dirigez-vous ensuite à la balance pour peser la quantité nécessaire de milieu de culture en poudre.

-Mettre la poudre dans le bécher qui contient d'eaux distillés.

-En suite mettant la tige magnétique dans le bécher puis la mettons sur la plaque chauffante tourner le bouton pour activer l'agitation et le chauffage.

- Laisse jusqu'à le milieu de culture bouillir, lorsque le milieu bout, videz-le dans un flacon stérilisé et mettez-le dans l'autoclave.

III-2 -1-3 Coulage des boîtes

La **figure 18** représente technique de collage Liquéfier l'agar dans un bain marie, laisser refroidir à 45-50 °C et verser dans des boîtes de Pétri. Laisser solidifier pendant au moins 30 minutes.



Figure 18: Coulage des boîtes pétries (original)

III-2 -2 Les analyses microbiologiques

Pour isoler et dénombrer les microorganismes de l'échantillons de sol, nous avons employé la méthode de suspension –dilution (**Bouderhem, 2011**).

III-2 -2-1 Analyse microbiologique du sol (Avant l'application de liquide ionique)

III-2 -2-1-1 Dilution des échantillons

Préparation de la solution mère

La préparation de la solution mère a été effectuée dans des tubes à essai, on a pesé 1g de sol de chaque pot (échantillons), et diluer dans 10 millilitre de sérum salé NaCl 0.9%, agiter les tubes à essai pour homogénéiser la solution. Les figure 19 représente l'opération de préparation solution mère.

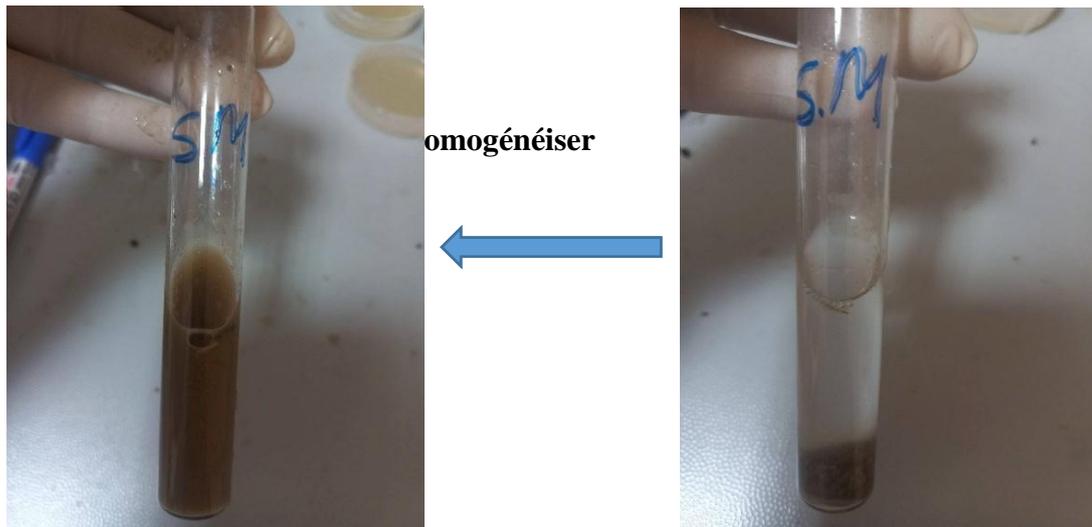


Figure 19: Préparation de la solution mère (original).

La dilution de la solution mère.

Dilution en cascade ayant de la solution mère jusqu'à 10^{-7} (1ml de la solution mère dans 9ml de sérum salé NACL 0.9%) :

- 1) Remplir les tubes stériles 1 à 7 avec 9ml de sérum salé. Utiliser une seringue pour remplir les tubes, ainsi que la flamme pour réaliser les techniques stériles.
- 2) Agiter le tube contenant la solution mère
- 3) Prélever 1ml du tube contenant les bactéries (solution mère) et déposer celui-ci dans le tube 1.
- 4) Agiter le tube 1 afin de répartir les bactéries dans le liquide.
- 5) Prélever 1ml du contenu du tube 1 et insérer ce prélèvement dans le tube 2.
- 6) Mélanger le tube.
- 7) Répéter les étapes 5 et 6 jusqu'au tube 7.

Les figures 20 suivantes montrent les tubes de dilution.

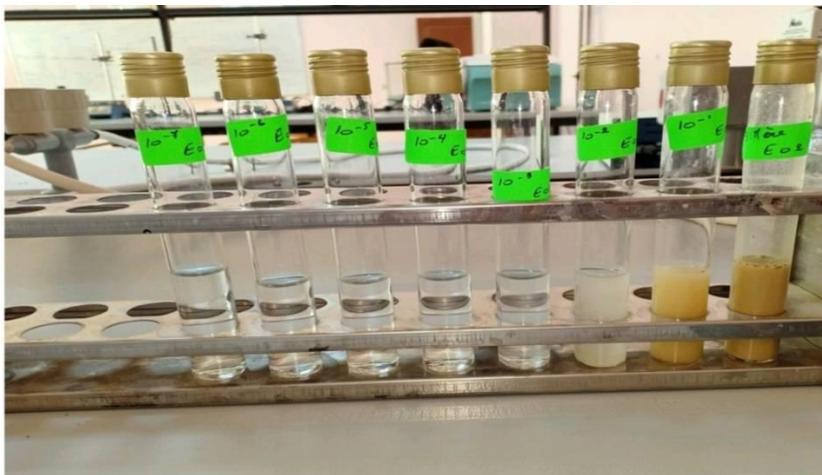


Figure 20: Exemple d'une série de dilution (original)

III-2-2-1-2 Culture bactérienne

L'ensemencement par la méthode d'étalement

Les figures 21 représente technique de l'étalement Cette technique utilisée pour le dénombrement microbien

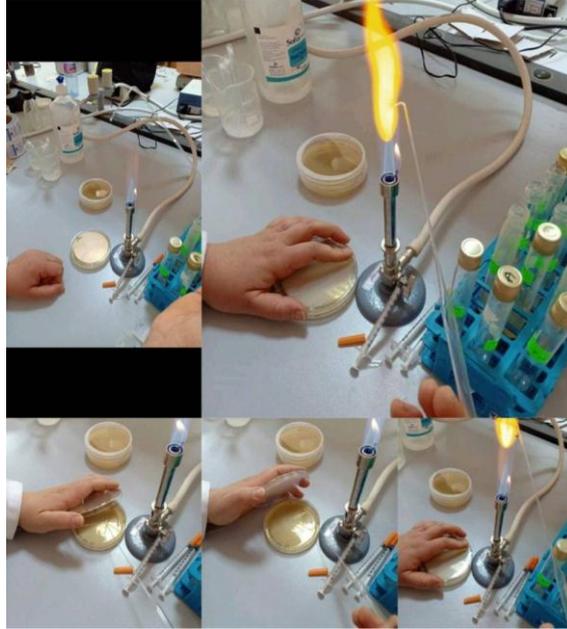


Figure 21:Étalement d'une suspension bactérienne (original)

- Déposer 0.1 ml de suspension du germe à l'aide d'une seringue, à la surface du milieu de culture (GN) coulé et solidifié.
- Constituer un râteau (étaleur) à l'aide d'une pipette pasteur.
- Etaler la goutte de suspension par ce râteau, puis incuber.

Incubation

On place les boites dans une étuve qui va réguler et maintenir la température à la valeur favorable à leur croissance (37°C), durant toute la période nécessaire (variant de 24h à 72h pour la majorité des bactéries).

La figure 22 montre l'incubation des boites.



Figure 22: Incubation des boîtes pétries dans une étuve (original)

III-2 -2-1 Analyse microbiologique du sol (Après l'application de liquide ionique)

Préparation de substrat (sol) avec le liquide ionique

La dilution du liquide ionique :

-prendre 0.5 ml de produit avec précaution d'emploi (porter des gants, bavette) et mettre dans 250 ml d'eau distillée dans une éprouvette.

-homogénéiser le contenu eau -liquide ionique et laisser réagir pendant quelques minutes



Figure 23: dilution du liquide ionique (original).

Préparation du substrat (sol) avec liquide ionique:

On a préparé trois (03) échantillons de de sol mélanges avec le liquide ionique.

(pour les deux type de sol (sableux et limoneux)).

Echantillon N01:

-Prendre 2ml de liquide ionique dilué et le mélanger avec 100g de sol récolté dans des béchers (pour les deux échantillon)

-Laisser les mélanges en contact pendant 24h.

Echantillon N02:

-Prendre 5ml de produit dilué et le mélanger avec 100 g de sol récolté dans des béchers (pour les deux échantillon)

-laisser les mélanges en contact pendant 24h.

Echantillons N03:

-prendre 10ml de produit dilué et le mélanger avec 100g de sol récolté dans des béchers (pour les deux échantillons)

-laisser les mélange en contact pendant 24h



Figure 24:l'application du liquide ionique diluée sur les échantillons du sol (original)

Les analyses microbiologiques

Concernant les analyse microbiologie on a suive toute les étapes et les techniques précédant pour les échantillons témoins

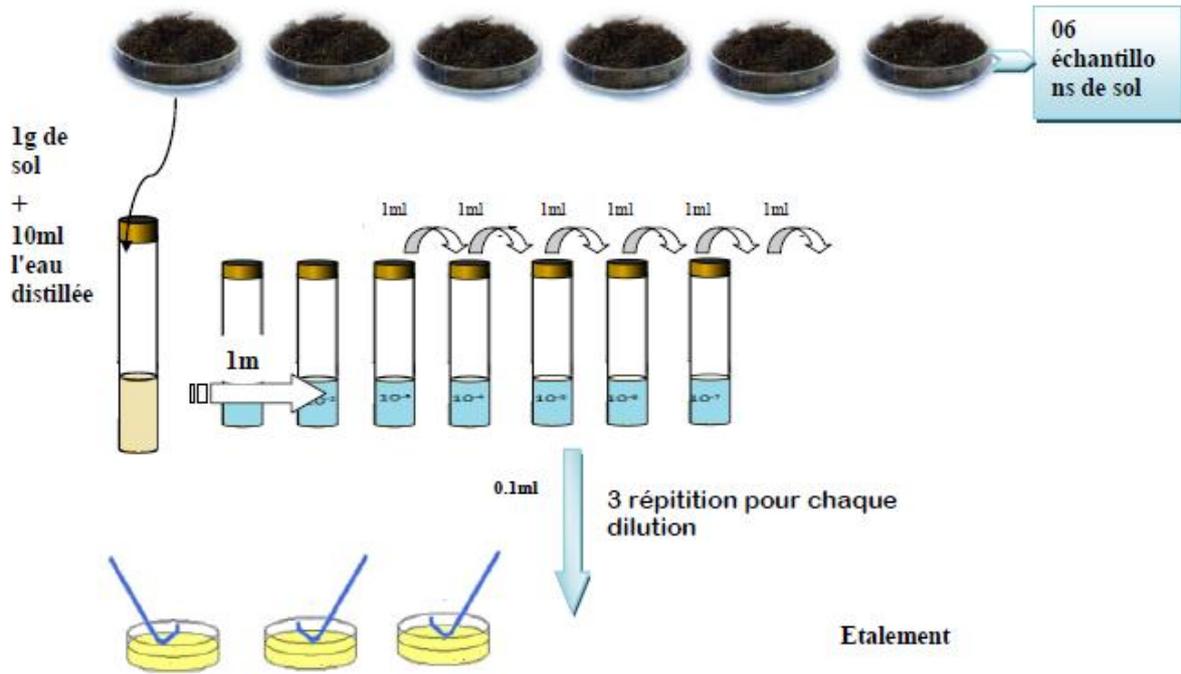


Figure 25:shéma représente le protocole experimentale.

CHAPITRE VI :
RESULTAT ET
DISCUSSION

Résultat et discussion de chaque prélèvement

VI-1 La formule de dénombrement des colonies bactériennes

Les résultats d'analyse microbiologique obtenus au cours de notre expérimentation pour l'ensemble des échantillons sont représentés dans les figures

La biomasse microbienne a été calculée en basant sur la formule suivante à partir du nombre de colonie (UFC) enregistré dans les boîte de pétris :

La biomasse	nombre d'UFC comptées
microbienne (ufc/ml)=	$\frac{\text{volume d'inoculum déposé}}{\text{}} \times \text{facteur de dilution}$

VI-2 Les échantillons témoins avant l'application de produits

VI-2 -1 Prélèvement N01:

Concernant le type de sol sableux échantillons N01 avant l'application de liquide, les résultats obtenus au cour des analyses microbiologiques de notre l'échantillon sont illustrés dans la figure 26 suivante :

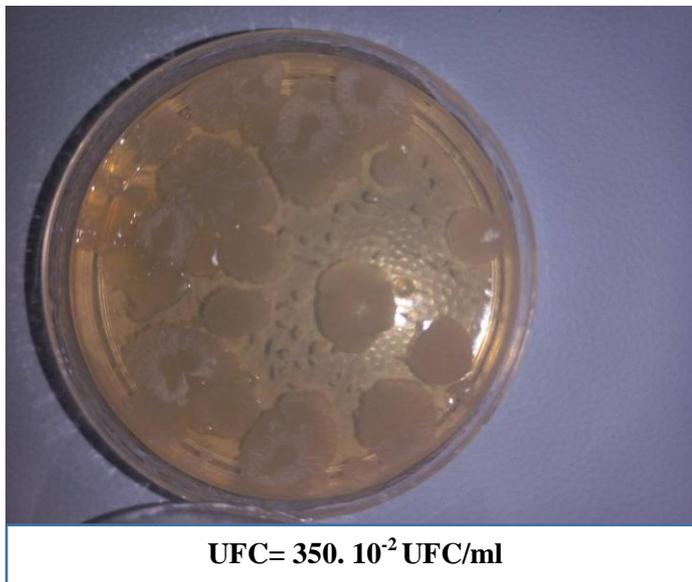


Figure 26: Résultat de la culture bactérienne de prélèvement N° 01.

Nous remarquons d'après la figure 26 avant l'application de liquide ionique croissance de nombre de colonies est estimée à 350.10^{-2} UFC/ ml , cette croissance est justifié par la présence d'un milieu aérobie est une activité microbienne élevée

VI-2-2 Prélèvement N02 :

Concernant le type de sol limoneux pour l'échantillon avant l'application de liquide ionique, la figure 27 suivante montre les résultats des analyses microbiologiques obtenus au cours de notre analyse.

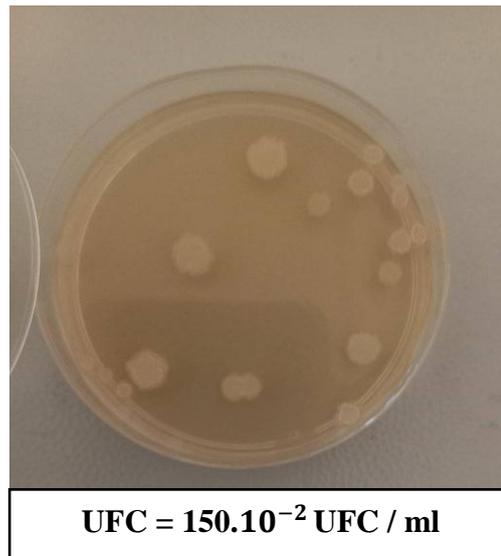


Figure 27: Résultat de la culture bactérienne de prélèvement N°02 (original).

La figure 27 illustre une diminution de l'activité microbienne estimée à 150.10^{-2} UFC/ml Cette diminution de l'eau à l'absence de l'oxygène et une faible rétention de l'eau et de matière organique.

V-3 Les Echantillon Après L'application De Produits

VI-3-1 Echantillon N°01: qui porte concentration 2 ml de liquide ionique diluées

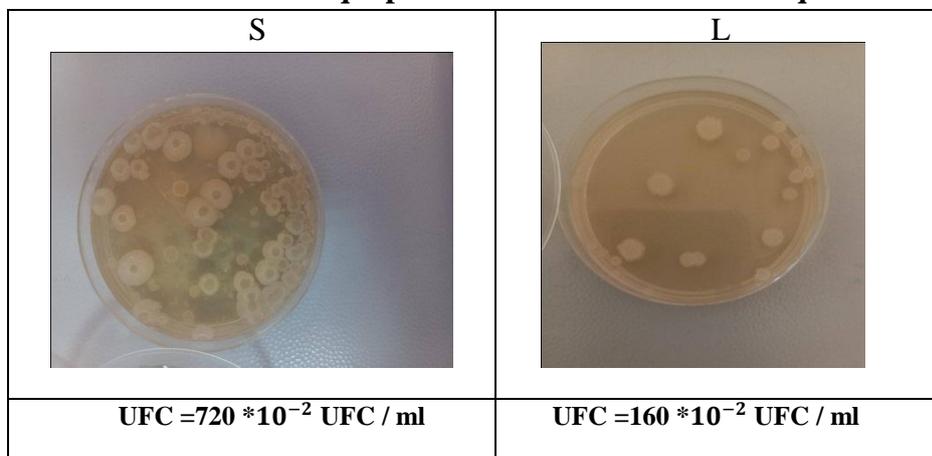


Figure 28: Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°01 (original) qui porte 2ml de LI diluée

Chapitre VI : Résultat et discussion

Nous remarquons une croissance considérable estimée à $720 \cdot 10^{-2}$ UFC/ml pour échantillon (A) alors que l'échantillon (B) on a enregistré $160 \cdot 10^{-2}$ UFC/ml

Ce qui une différence de $560 \cdot 10^{-2}$ UFC/ml.

Cette diminution est due au type de sol lumineux car il ne contient pas assez d'air pour la matière organique.

VI-3-2 échantillon N°02 : qui port concentration 5ml de liquide ionique diluées.

La figure N° 29 illustre les résultats de la croissance microbienne au niveau de sol de type sableux et lumineux, après l'application de Li

S	L
	
UFC = Indénombrable	UFC = $230 \cdot 10^{-2}$ UFC / ml

Figure 29: Résultat de culture bactérienne de l'échantillon N°02 (original) qui porte de 5 ml de L.I diluée.

Nous remarquons d'après la figure 29 Une croissance de valeur indénombrable le pour l'échantillon sableux, alors que l'échantillon lumineux on a enregistré $230 \cdot 10^{-2}$ ufc/ml Cette diminution due au phénomène de la volatilisation des liquides ionique , manque de la matière organiques, manque de la matière organique et la type de sol caractéristique par un régime de l'exuviation essentiel .

VI-3-3 Echantillon N°03: qui porte concentration de 10 ml de liquide ionique diluée

S	L
	
UFC = Indénombrable	UFC = Indénombrable

Figure 30: Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°03 (original) qui porte de 10 ml de LI diluées.

Nous remarquons une croissance de valeur indénombrable pour les deux (02) échantillons

Cette croissance à cause d'existance d'aération donc une forte pénétration d'oxygéné dans le sol.

Conclusion

Conclusion

Conclusion et Perspectives :

La problématique de l'impact des produits chimiques ou bien organique sur les micro-organismes du sol a été abordée dans cette travail. L'objectif globale était de déterminer en milieu réel et a court terme. L'effets des liquides ioniques sur l'activité microbienne de sol aux champs des céréales dans la région de Tissemsilt.

Les résultats indiquent que le type de sol et les teneurs en sol sable et en matière organique influencent l'impact des liquides ionique sur la biomasse microbienne.

Au regard des difficultés de détermination de l'influence réelle de liquide ioniques dans les variation de la biomasse microbienne des sols dues essentiellement à la multiplicité des facteurs perturbateurs de ce paramétré microbiologie, il est suggéré le dosage de liquides ioniques dans les échantillons de et un affinement de la méthodologie .

En milieu paysan, la suivi de certain paramètres tels que les matières active employée. Le nombre d'application et les doses appliquées est difficile.

On ces facteurs sont susceptibles d'influencer le devenir des produits chimiques dans le sol et partant . leur impact sur les microorganismes du sol.

Donc ces résultats révèlent des effets liés au type de Sol et d'autres paramètre comme la teneur de la matière organique le ph et la monoculture des céréales et nous conclurons notre travail par quel que perspectives:

L'études s'est l'imitée à l'évaluation de l'impacte des produits chimiques sur uniquement la biomasse microbienne qui d'ailleurs ne concerne que le microbienne que d'ailleurs ne concerne que le microfaune du sol .

Afin de paramètres meilleure connaissance de l'impacte des produits chimiques sur la biologie du sol d'autre paramétré microbiologique et les macrofaunes doivent et pris en compte pour le suite des activités du projet .

REFERENCE BIBLIOGRAPHIE

REFERENCE BIBLIOGRAPHIE

- Abdelly, C. (2007). Bioremédiation / Phytoremédiation.
- Alexander, M., 1994. Biodegradation and Bioremediation. Academic Press, New York (USA).
- ANDI 2013, Agence National De Développement Et Investissement
- ANIREF 2011 Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière D. Gummy, C. Morais, P. Bowen, C. Pulgarin, S. Giraldo, R. Hajdu, J. Kiwi, Catalytic.
- Armand, M., Endless, F., MacFarlane, D.R., Ohno, & Scrosati, B. (2011). Ionic-liquid materials for the electrochemical challenges of the future. *Materials for sustainable energy: a collection of peer-reviewed research and review articles from Nature Publishing Group*, 129-137.
- Artiola-Fortuny J. & Fuller W.H., 1982. Adsorption of some mono-hydroxybenzene derivatives By soils. *Soil Science*, 133 : 218-227.
- Atlas R. M. & Bartha R., 1992. Microbial ecology. Fundamentals and applications. 3rd edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company. San Francisco, California (USA), 563.
- A. Benabdellah, E.-H. Belarbi, H. Ilikti, M. Hatti, et B. Fettouhi, « Electrical Properties of PANI/Chalcogenide Junctions Doped with Ionic Liquids Anions », *Tenside Surfactants Detergents*, vol. 49, n° 3, p. 241–246, 2012.
- Billard, I., & Lagrost, C. (2020). Liquides ioniques, espoirs et raison, de la recherche à l'industrie. *Techniques de l'Ingénieur. Physique Chimie*.
- BLANCHOUD H., FARRUGIA F. & MOUCHEL J.M., 2004. Pesticide uses and transfers in urbanised catchments. *Chemosphere* 55 : 905-913.
- Boucheseiche C., Cremille E., Pelte T. & Pojer K., 2002. Pollution toxique et écotoxicologique : Notions de base. Guide technique N°7. Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, Montpellier (France).
- Boucheseiche C., Cremille E., Pelte T. & Pojer K., 2002. Pollution toxique et écotoxicologique : Notions de base. Guide technique N°7. Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, Montpellier (France).
- Boullard B., et Moreau J ; (1962). Sol, microflore et végétation. Edition ; Masson; **paris, 289p.**
- A.C. Kleinschmidt, « Produção de grafenopela abertura de nanotubos de carbono auxiliada por líquido iônico e uso em nanocompósitos de resina epoxídica »,

Reference Bibliographie

- 2014.
- Calvet R., 2000. Le sol propriétés et fonctions, constitution et structure, phénomènes aux interfaces. Tome 1. Edition France Agricole. Paris (France), 83-90 .
 - Chassin P., Baize D., Cambier Ph. & Sterckeman T., 1996. Les éléments traces métalliques et la qualité des sols : impact à moyen et à long terme. Forum « le sol un patrimoine menacé ? ». Paris (France), 297-303.
 - C.Chen, « A functionalised ionic liquid: 1-(3-chloro-2-hydroxypropyl)-3-methyl imidazolium chloride », *Physics and Chemistry of Liquids*, vol. 48, n° 3, p. 298–306, 2010.
 - Chiappe, C., & Pieraccini, D.(2005). Ionic liquids: solvent properties and organic reactivity *Journal of physical Organic Chemistry*, 18(4), 275-297.
 - Chowdhury, S., Mohan, R. S., & Scott, J. L. (2007). Reactivity of ionic liquids. *Tetrahedron*, 63(11), 2363-2389.
 - Chu W., Kwan C. Y., Chan K. H. & Kam S. R., 2005. Kinetics modeling and reaction pathway of 2, 4-dichlorophenol transformation by photo-fenton-like oxydation. *Journal of Hazardous Materials*, 121: 119-126.
 - Coleman, D., & Gathergood, N.(2010). Biodegradation studies of ionic liquids. *Chemical Society Reviews*, 39(2), 600-637.
 - COMORETTO L. & CHIRON S., 2005. Comparing pharmaceutical and pesticide loads into a small Mediterranean river. *Sci. Total Environ.* 349 : 201-210.
 - Crosinier J., 1999. Devenir de la pollution métallique drainée par les eaux pluviales, influence du compartiment microbien et des alternances de dessiccation/réhumectation sur le transfert du zinc dans la zone non saturée du sol. Thèse de Doctorat. Université de Claude Bernard – Lyon I (France).
 - Crosinier J., 1999. Devenir de la pollution métallique drainée par les eaux pluviales, influence du compartiment microbien et des alternances de dessiccation/réhumectation sur le transfert du zinc dans la zone non saturée du sol. Thèse de Doctorat. Université de Claude Bernard – Lyon I (France).
 - Davet. P ; (1996). Vie microbienne du sol et production végétale. Edition INDRA. Paris p 63-81.
 - Dellal A et Halitim A., 1992. Activités microbiologiques en conditions salines. cas de quelques sols salés de la région de relizane (Algérie) *Cah. Agri.* vol 1, N°5, éd John Libbey Euro texte, paris .

Reference Bibliographie

- I.Dinarès, C. G. de Miguel, A. Ibáñez, N. Mesquida, et E. Alcalde, « Imidazolium ionic liquids: A simple anion exchange protocol », *Green Chemistry*, vol. 11, n° 10, p. 1507–1510, 2009.
- Dommergues, Y. Manganot, F ; (1970). *écologie microbienne du sol* .Masson et Cie, paris, pp9-72(796).
- DRE.,2008. Schéma Direction de la wilaya de Tissemsilt, Mission 1, Etat des lieux 79p.
- Dzyuba, S.V., &Bartsch, R. A.(2002).Influence of structural variations in 1- alkyl (aralkyl)-3- methylimidazolium hexafluorophosphates and bis (trifluoromethylsulfonyl) imides on physical properties of the ionic liquids. *ChemPhysChem*, 3(2), 161-166.
- Earle, M.J., Esperança, J.M., Gilea, M.A., Canongia Lopes, J.N.,Rebelo, L.P., Magee, J.W., ...&Widgren, J.A.(2006). *The distillation and volatility of ionic liquids*. *Nature*, 439(7078),831-834.
- Egurova,K. S., Gordeev, E. G., &Ananikov, V. P.(2017). Biological activity of ionic liquids and their application in pharmaceutics and medicine. *Chemical Reviews*, 117(10) 7132-7189.
- E.Ennis et S. T. Handy, « A facile route to C2-substituted imidazolium ionic liquids », *Molecules*, vol. 14, n° 6, p. 2235–2245, 2009.
- Ensign .J.C; Normand .P; Burdden J.P. et Yallop C.A; (1993). Physiology of some actinomycetes genera. *Res. Microbiol.*144, 657-660.
- EshighiMalayri B., 1995. Décontamination des sols contenant des métaux lourds à l'aide de plantes et de microorganismes. Thèse de Doctorat. Université de Nancy1 (France).
- B.Fetouhi, A. Benabdellah, E. H. Belarbi, H. Iikti, et T. Benabdallah, « Junction Characteristics System Based on Composite Organic Semiconductors: Polystyrene/Polyaniline Doped by [BMIM][BF4] Ionic Liquid », *Tenside Surfactants Detergents*, vol. 51, n° 6, p. 541–546, 2014.
- Freemantle, M.(2010). *An introduction to ionic liquid*. Royal Society of chemistry.
- Fuagier, A. (2010). Diversité bactérienne des sols : accès aux populations à effectifs monitaires « the rare biosphere ». L'ÉCOLE DOCTORALE ÉLECTRONIQUE, ÉLECTROTECHNIQUE, AUTOMATIQUE DE LYON.
- GARMOUMA M., BLANCHARD M., CHESTERIKOFF A., ANSART P. & CHEVREUIL, M., 1997. Seasonal transport of herbicides (triazines and phenylureas)

Reference Bibliographie

- in a small stream draining an agricultural basin: Mèlarchez (France). *Water Res.* 31 : 1489-1503.
- Girard M.C ; Walter C ; Remy J.C ; Berthelin J ; et Morel J.L ;(2005). Sols et environnement. Dunod, Paris.france.
 - Gobat .M ; Argano. M ; Mathey W ; (2003). Le sol vivant, France, 568pages.
 - Greaves, T.L., & Drummond, C.J.(2008). Protic ionic liquids: properties and applications. *Chemical reviews*, 108(1),206-237.
 - Greaves, T.L., Weerawardena, A., Fong, C., &Drummond, C. J.(2007). Many protic ionic liquids mediate hydrocarbon-solvent interactions and promote amphiphile self-assembly.*Langmuir*, 23(2),402-404.
 - H.-C. Kan, M.-C. Tseng, et Y.-H. Chu, « Bicyclic imidazolium-based ionic liquids: synthesis and characterization », *Tetrahedron*, vol. 63, n° 7, p. 1644–1653, 2007.
 - Huddleston, J.G., Willauer, H.D., Swatoski, R. P., Visser, A. E., & Rogers, R. D.(1998). Room temperature ionic liquids as novel media for 'clean' liquid -liquid extraction. *Chemical Communications*, (16),1765-1766.
 - J. M. Obliosca, S. D. Arco, et M. H. Huang, « Synthesis and optical properties of 1-alkyl-3-methylimidazolium lauryl sulfate ionic liquids », *Journal of fluorescence*, vol. 17, n° 6, p. 613–618, 2007.
 - Jeannot, R., Lemièrè B., Chiron S. Augustin F. &Darmendrail D., 2000. Guide méthodologique pour l'analyse des sols pollués. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. France.
 - K. Noack, P. S. Schulz, N. Paape, J. Kiefer, P. Wasserscheid, et A. Leipertz, « The role of the C2 position in interionic interactions of imidazolium based ionic liquids: a vibrational and NMR spectroscopic study », *Physical Chemistry Chemical Physics*, vol. 12, n° 42, p. 14153–14161, 2010.
 - Lin, I.J., &Vasam, C.S.(2005). Metal-containing ionic liquids and ionic liquids crystals based on imidazolium moiety. *Journal of organometallic chemistry*, 690(15), 3498-3512.
 - Livi, S.(2010). Ionic liquids: multifunctional agents of the polymer matrices (*Doctoral dissertation, Lyon, INSA*).
 - M. Tammer, « G. Sokrates: Infrared and Raman characteristic group frequencies: tables and charts », *Colloid & Polymer Science*, vol. 283, n° 2, p. 235–235, 2004.
 - Maameri. M, (2007). Caractérisation microbiologique des sols sous conditions semi-arides. (Ksar Chellala) Mémoire.Ing.Agro.Univ. Ibn-Khaldoun, Tiaret.

Reference Bibliographie

- Marcilla, R., Alberto Blazquez, J., Rodriguez, J., Pomposo, J. A., & Mecerryes, D. (2004). Tuning the solubility of polymerized ionic liquids by simple anion - exchange reactions. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 42(1), 208-212.
- Mérian E., 1991. *Metals and their compounds in the environment: occurrence, analysis and biological relevance*. Wiley-VCH, Weinheim (Allemagne).
- microorganismes du sol. *VBB-Bulletin*, 6: 6-7.
- Mider P., Peng S et Fliessbach A., 2002. Effet des produits phytosanitaires sur les
- F. Shirini, N. G. Khaligh, et S. Akbari-Dadamahaleh, « Preparation, characterization and use of 1, 3-disulfonic acid imidazolium hydrogen sulfate as an efficient, halogen-free and reusable ionic liquid catalyst for the trimethylsilyl protection of hydroxyl groups and deprotection of the obtained trimethylsilanes », *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, vol. 365, p. 15–23, 2012.
- Morel. R. (1989), in Chaussod. R. (1996), *la qualité biologique des sols : Evaluation et implication, étude et gestion des sols*, 3, 4, P. 261-278 .
- Paschoal, V. H., Faria, L. F., & Ribeiro, M. C. (2017). Vibrational spectroscopy of ionic liquids. *Chemical reviews*, 117 (10), 7053-7112.
- Paul E. A. & Clark F. E., 1996. *Soil microbiology and biochemistry*. 2nd edition. Academic Press. San Diego, California (USA), 340.
- Paul Maeder, Andreas Fliessbach, David Dubois, Lucie Gunst, Padruot Fried, and Urs Niggli 2002 *Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming Science*.
- Pesce, S. (2010). Evidence for adaptation of riverine sediment microbial communities to diuron mineralization: incidence of runoff and soil erosion. *J Soils Sediments* 10, 698–707.
- Plechkova, N. V., & Seddon, K. R. (2008). Applications of ionic liquids in the chemical industry. *Chemical Society Reviews*, 37(1), 123-150.
- Quéneá K., 2004. *Etude structurale et dynamique des fractions lipidiques et organiques Réfractaires de sols d'une chronoséquence forêt/maïs (CESTAS, Sud ouest de la France)*. Thèse de Doctorat. Université de Paris 6 (France).
- Ramade R., 2000. *Dictionnaire encyclopédique des pollutions*. Ediscience international. Paris (France), 58-365
- Sasson. A., (1967). *Recherches éco-physiologique sur la flore bactérienne de sol des régions du Maroc*. Série botanique et biologie végétale. Travaux de l'institut scientifique chérifien et de faculté des sciences, rabat, N°30: 27-55.

Reference Bibliographie

- Sivapragasam, M., Moniruzzaman, M., &Goto, M.(2020). An overview on the toxicological properties of ionic liquids toward microorganisms. *Biotechnology journal*, 15(4), 1900073.
- Soltner D., 1992. Les Bases De La Production Végétale. Tome 1 : Le Sol. Collection Sciences Et Techniques Agricoles, 19è Edition, Sainte Gemmes Sur Loire.
- Soulas G., Codaccioni P. & Fournier J. C., 1983. Effect of crosstreatment on the subsequent Breakdown of 2,4-D, MCPA and 2,4,5-T in the soil. Behaviour of the degradingmicrobial Populations. *Chemosphere*, 12 (7/8) : 1101-1106.
- Stepnowski, P., Nichthauser, J., Mrozik, W., &Buszewski, B.(2006). Usefulness of aromatic interactions in the selective separation and analysis of imidazolium and pyridinium ionic liquid cations. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 385(8), 1483-1491.
- T. Moumeneet *al.*, « Study of imidazoliumdicationic ionic liquids by Raman and FTIR spectroscopies: The effect of the nature of the anion », *Journal of Molecular Structure*, vol. 1083, p. 179–186, 2015.
- T. Moumeneet *al.*, « Vibrational spectroscopic study of ionic liquids: Comparison between monocationic and dicationicimidazolium ionic liquids », *Journal of Molecular Structure*, vol. 1065, p. 86–92, 2014.
- V. Emmanuel, B. Odile, et R. Céline, « FTIR spectroscopy of woods: A new approach to study the weathering of the carving face of a sculpture », *SpectrochimicaActa Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, vol. 136, p. 1255–1259, 2015.
- Walden, P.(1914). Molecular weights and electrical conductivity of several fused salts. *Bulls. Acad. Imper. Sci.(St. Petersburg)* , 1800.
- Wasserscheid, P., &Welton, T.(Eds.).(2008).*Ionic liquids in synthesis* .John Wiley & Sons.
- Wilkes, J. S., &Zaworotko, M. J. (1992). Air and water stable 1-alkyl-3-méthylimidazolium based ionic liquids. *Journal of the Chemical Society, Chemical Communications*, (13), 965-967.
- Wilkes, J.S., &Hussey, C. L. (1982). *Selection of cations for ambient temperature chloroaluminate molten salts using MNDO molecular orbital calculations* (No. FJSRL-TR-82-0002). FRANK J SEILER RESEARCH LAB UNITED STATES AIR FORCE ACADEMY CO.
- Y. Chakeret *al.*, « Synthesis and characterization of 1-(hydroxyethyl)-3-méthylimidazolium sulfate and chloride ionic liquids », *Journal of Molecular*

Reference Bibliographie

Structure, vol. 1113, p. 182–190, 2016.

- Zhou, Z. B., Matsumoto, H., & Tatsumi, K. (2005). Low-melting, low-viscous, hydrophobic ionic liquids: aliphatic quaternary ammonium salts with perfluoroalkyltrifluoroborates. *Chemistry-A European Journal*, 11(2), 752-766.

Résumé :

Les produits chimiques appliqués dans tous les domaines médicaux, ou bien industrie et en agriculture pour la protection des cultures peuvent avoir des effets secondaires néfastes pour la santé et les êtres vivants l'homme et son environnement. Les impacts sont en fonction de plusieurs facteurs dont la nature des produits chimiques, les applications, les conditions climatiques, le type de sol.

Plusieurs études ont porté sur les effets secondaires des matières actives mais celles intéressant les effets combinés des produits et type de sol sur la biologie des sols en milieu réel restent limitées.

Notre travail a pour but d'étudier l'impact des produits chimiques sur les microorganismes des sols dans les zones céréalières de Tissemsilet.

Cette étude a porté sur deux (02) échantillons de sols prélevés à une profondeur de 0-15cm dans des champs de céréale, avec types de sol différents (sableux et limoneux).

Nous avons mesuré l'activité microbienne avant et après l'utilisation de ce produit (**Hydrogénosulfate de triméthylène bis-vinyle imidazolium**).

Les résultats obtenus de là l'activité microbienne après l'application de produit sont presque tous diminués dans tous les types de sol sauf le type limoneux il y a un taux faible.

Mots clés : produits (Li_8HSO_4), Impact, Culture céréalière, sol, microorganismes, activité microbienne.

المخلص :

يمكن أن يكون للمنتجات الكيميائية المطبقة في جميع المجالات الطبية أو الصناعة والزراعة لحماية المحاصيل آثار جانبية ضارة بالصحة والكائنات الحية والإنسان وبيئته. الآثار هي دالة لعدة عوامل بما في ذلك طبيعة المواد الكيميائية، والتطبيقات، والظروف المناخية، ونوع التربة. ركزت العديد من الدراسات على الآثار الجانبية للمكونات النشطة، ولكن تلك المتعلقة بالتأثيرات المشتركة للمنتجات ونوع التربة على بيولوجيا التربة في البيئة الحقيقية لا تزال محدودة.

يهدف عملنا إلى دراسة تأثير المواد الكيميائية على الكائنات الحية الدقيقة في التربة في مناطق زراعة الحبوب في تيسمسيلت.

ركزت هذه الدراسة على عينتين (02) من التربة تم أخذها على عمق 0-15 سم في حقول الحبوب، مع أنواع مختلفة من التربة (الرمليّة والطينيّة).

قمنا بقياس النشاط الميكروبي قبل وبعد استخدام هذا المنتج (تريميثيلين ثنائي الفينيل إيميدازوليوم كبريتات الهيدروجين).

النتائج التي تم الحصول عليها من هناك انخفاض النشاط الجرثومي بعد تطبيق المنتج تقريبا في جميع أنواع التربة باستثناء النوع الطفلي هناك معدل منخفض.

الكلمات المفتاحية: المنتجات (Li_8HSO_4)، التأثير، محصول الحبوب، التربة، الكائنات الحية الدقيقة، النشاط الميكروبي