



République Algérienne Démocratique et
Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique

Centre Universitaire El-wancharissi de
Tissemsilt

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences et de la Technologie



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master Académique en

Filière : **Industries Pétrochimiques**

Spécialité : **Génie du Raffinage**

Présentée par : **BOUHABIB Hana et BOUCHAREB Hafida**

Thème

Synthesis of nanoparticles(MnO NP) in the presence of 1-(hydroxyethyl)-3-methylimidazolium chlorid

Soutenu le, Novembre 2020

Devant le Jury :

M.TAIBI Mohamed	Président	M.A.A.	CU-Tissemsilt
M.CHAKER Yassine	Encadreur	M.C.B.	CU-Tissemsilt
M ^{me} .ZEBBARSouhila	Examinatrice	M.C.B.	CU-Tissemsilt
M ^{me} .KARAI Lila	Examinatrice	M.C.B.	CU-Tissemsilt

Année universitaire : 2019-2020



République Algérienne Démocratique et
Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique

Centre Universitaire El-wancharissi de
Tissemsilt

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences et de la Technologie



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master Académique en

Filière : **Industries Pétrochimiques**

Spécialité : **Génie du Raffinage**

Présentée par : **BOUHABIB Hana et BOUCHAREB Hafida**

Thème

Synthesis of nanoparticles(MnO NP) in the presence of 1-(hydroxyethyl)-3-methylimidazolium chlorid

Soutenu le, Novembre 2020

Devant le Jury :

M.TAIBI Mohamed	Président	M.A.A.	CU-Tissemsilt
M.CHAKER Yassine	Encadreur	M.C.B.	CU-Tissemsilt
M ^{me} .ZEBBARSouhila	Examinatrice	M.C.B.	CU-Tissemsilt
M ^{me} .KARAI Lila	Examinatrice	M.C.B.	CU-Tissemsilt

Année universitaire : 2019-2020

Remercîments

Nos remerciements vont en premier lieu à **ALLAH** le tout puissant qui nous a donné le courage, la force et la santé pour réaliser ce travail.

Nous remercions ainsi les personnes qui contribuent à son succès, grâce à leur soutien, leur conseil ou tout simplement leur bonne humeur.

Ce travail a été réalisé dans le laboratoire de synthèse et catalyse à l'Université " Ibn Khaldoun ",- Tiaret.

Nos remerciements vont à notre encadreur Monsieur **CHAKER YASSINE**, à l'Université de science et technologie ahmed ben yahya el wancharissi, qu'effort pour que ce mémoire puisse voir le jour. Nous lui exprimons notre gratitude de nous avoir dirigé, encouragé et surtout aidé afin de réaliser ce travail.

Nous remercions très vivement les membres de jury pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant de juger ce travail.

M.TAIBI Mohamed

M^{me}.ZEBBARSouhila

M^{me}.KARAI Lila

Nos sincères remerciements vont à Monsieur **Mr. KADARI AHMED** de l'Université "Ibn Khaldoun", Pour l'aide précieuse qu'il nous a apportée pour faire ce travail. Nous tenons à déclarer explicitement l'étendue de la disponibilité dont nous avons bénéficié, ainsi que la qualité fructueuse des discussions au cours desquelles nous avons pu apprécier la rigueur scientifique et la détermination à œuvrer pour l'effort malgré toutes les circonstances.

En fin nous remercions les enseignants et toutes personnes Qu'ils nous soutenu dans les moments les plus difficiles.

Dédicace

J'ai l'honneur de dédier ce travail :

A ma chère mère «kheira », qui ne cesse de m'encourager, de me soutenir

pendant toute ma Formation

Mon très cher père « djillali »

Mes sœurs « hind » «Asma» «Amina»

«AlaehibatElrahmane »

Mon binôme « Hafida » et « Ses parents »

A tous les étudiants de la promotion 2020 en génie de raffinage

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail merci infiniment.

Bouhabibhana

Dédicace

J'ai l'honneur de dédier ce travail :

A ma chère mère «kheira », qui ne cesse de m'encourager, de me soutenir

pendant toute ma Formation

Mon très cher père « mohamed»

A mes frères «samir» « said » «rafik » et « Abd El
moumen »

Ama grande mère,et ma grande père

Mon binôme « hana » et « Ses parents ».

A toute ma famille bouchareb et boukhatem.

A mes amies : amel, fatiha, samira, naima,fatima
hayet, Hassiba,Karima,asmaaahlem , souad,
rabia,iman,chayma,fatima.

A tous les étudiants de la promotion 2020 en génie de raffinage

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la
réalisation de ce travail merci infiniment

Boucharebhafida

Liste des tableaux

Tableau I.1 évolution des propriétés des particules à l'échelle nanométrique	9
Tableau I.2 application visées par l'utilisation de nanomatériaux.....	10
Tableau III.1 Produits et les matérielles utilisés.....	25

Liste des Figures

Figure II.1. Nombre d'articles publiés par année sur le sujet «room temperature ionic liquids ».	17
Figure II.2. Voies de synthèse en deux étapes pour un sel de type 1,3-dialkyl-imidazolium.....	18
Figure II.3. Structure des liquides ioniques à motif 1-alkyl-3-méthylimidazolium.....	21
Figure II.4. Utilisation des Lis	23
Figure III.1. Préparation de permanganate de potassium(KmnO4)	27
Figure III.2. Préparation de l'hydroxyde de sodium(NaOH).....	28
Figure III.3. Préparation d'une solution d'acide sulfurique.....	28
Figure III.4. Mélange de deux solution (KmnO4 +NaOH)	29
Figure III.5. PH de la solution.....	29
Figure III.6. solution de nano-composant(MnO)	30
Figure III.7. tubes de nano-composant dans centrifugeuse	30
Figure III.8. séparation de deux phases (organique-liquide)	31
Figure III.9. Filtration de produit	31
Figure III.10. Préparation de liquide ionique.....	32
Figure III.11. décationique solide	33
Figure III.12. Filtration de solution (nano-composant +liquide ioniques)	34
Figure IV.1 .diffractogramme des nanoparticules de MnO	36
Figure IV. 2 .diffractogramme des nanoparticules de MnO+LI	37
Figure IV.3. Variation de la permittivité (ϵ_1) en fonction de la température pour différentes fréquences MnO + LI	38
Figure IV. 4. Variation de la permittivité (ϵ_2) en fonction de la température pour différentes fréquences .MnO + LI	38
Figure IV. 5. Variation de la conductivité en fonction de la température pour différentes fréquences. MnO + LI	39
Figure IV.6. Variation de la permittivité (ϵ_1) en fonction de la température pour différentes fréquences MnO	40
Figure IV.7. Variation de la permittivité (ϵ_2) en fonction de la température pour différentes fréquences MnO	40
Figure IV. 8 .Variation de la conductivité en fonction de la température pour différentes fréquences MnO	41

Figure IV.9. variation de sigma en fonction de fréquence Mno (pure, avec LI).....	42
Figure IV.10. la conductivité en fonction de la température a la basse fréquence (100hz).....	42
Figure IV.11. la conductivité en fonction de la température a la haute fréquence (100khz)	43

Listes d'abréviations et symboles utilisées

abréviations	Signification
LIs	liquides ioniques
LIsTS	Liquides ioniques à Tâches spécifiques
PLIs	poly(liquides ioniques)
T _g	température de transition vitreuse
T _f	température de fusion
T _c	température de cristallisation
Mol	mole
mmol	Millimole
°C	Degré Celsius
K	Kelvin
g	Gramme
ml	Millilitre
mn	minute
NaCl	Chlorure de sodium
Nm	nanomètre
NP	Nano-particule
PH	Potentiel hydrogen
MHz	Mégahertz
Hz	Hertz
E _a	Energie d'activation
KMnO ₄	permanganate de potassium
NaOH	d'hydroxyde de sodium
H ₂ SO ₄	acide sulfurique

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Table de matière

Introduction générale.....2

Chapitre I : Etude bibliographique sur les nanoparticules

I.1.Introduction	6
I.2.Définitions.....	6
I.2.1. Nanosciences	6
I.2.2. Nanotechnologie	6
I.2.3. Nanoparticule	6
I.3.les sources des nanoparticules	7
I.4.Synthèse des nanoparticules.....	7
I.5. Types des nanoparticules	8
I.5.1. Les nanoparticules organiques.....	8
I.5.2.Les nanoparticules inorganiques	8
I.6.les propriétés physico-chimiques des nanoparticules	9
I.7. Domaines d'utilisation	9
I.8.L'importance des nanoparticules	11
Conclusion.....	12

Chapitre II: Les liquides ioniques

II.1.Introduction	14
II.2.Historique.....	14
II.3.Définition de liquide ionique	17
II.4.Synthèse des liquides ioniques.....	18

II.5. Structure des liquides ioniques	21
II.6. La nomenclature des liquides ioniques.....	21
II.7. Propriétés générales des liquides ioniques.....	22
II.8. Utilisation des liquides ioniques	22
Conclusion.....	23

Chapitre III:Partie expérimental

III.1. Introduction.....	25
III.2. Produits et les matérielles utilises	25
III.3. Synthèse de la nano composante MnO en absence de liquid ionique.....	26
III.4. Protoceleexperimental.....	27
III.4.1. La première méthode en l'absence de liquide ionique	27
III.4.1.1. Préparation d'une solution de permanganate de potassium KMnO4.....	27
III.4.1.2. Préparation d'une solution de l'hydroxyde de sodium NaOH	28
III.4.1.3. Préparation d'une solution d'acide sulfurique H2SO4.....	28
III.4.2. Deuxième méthode par présence de liquide ionique.....	32
III.4.2.1. Synthèse de deux nouveaux liquides ionique (décationique) chloroethanol	32
Première Partie	32
III.4.2.1.1. Stérilisation.....	32
III.4.2.1.2. Décationique	32
III.4.2.1.3. Chloroéthanol.....	33
III.4.3. Purification.....	33
Deuxième Partie	33
III.4.3.1. Purification	33

Chapitre IV :Résultats et discussions

Introduction	36
IV.1. Résultats DRX	36
IV.1.1. Résultats DRX de MnO en absence de LI.....	36
IV.1.2. Résultats DRX de MnO en Présence de LI	37
IV.2. Analyse diélectriques	38
IV.2.1. Analyse diélectriques de MnO+ LI.....	38
IV.2.2. Analyse diélectriques de MnO.....	40
Conclusion général.....	45
Référence bibliographe	47
Résumé	

Introduction générale

Introduction générale

Au cours des quinze dernières années, les nanosciences et les nanotechnologies ont énormément progressé grâce au développement de nouveaux outils de développement, d'observation et d'analyse.

Le terme «nano» est lié à l'échelle nanométrique et est plus largement utilisé pour des dimensions submicroniques significatives. A très petite échelle, de nouveaux phénomènes (effets de taille, effets quantiques, etc.) vont apparaître. La nanoscience s'intéresse aux nouveaux phénomènes au niveau des nanoobjets, d'une part, et à l'interaction entre nanoobjets, d'autre part.

Les travaux des chercheurs vont de la réalisation d'un seul nano-objet, de la synthèse chimique et de la recherche, à ses caractéristiques internes, à la réalisation et à l'étude d'une collection de nano-objets en interaction. Selon la densité d'intégration.

La nanotechnologie - la formalisation des concepts et des processus d'application des nanosciences - a un large éventail d'applications dans les domaines de la microélectronique et des matériaux, et il y aura sans aucun doute un certain nombre de domaines possibles dans des décennies. À l'avenir, d'importants avantages sociaux et économiques augmenteront les possibilités dans les domaines mentionnés ci-dessus, par exemple dans les domaines de la biotechnologie, de la photonique ou des technologies de l'information.

La recherche à cette époque est passée de la nanotechnologie de science-fiction à la vie réelle.

Au début des années 1990, pour la plupart des militants, le terme liquide ionique était obscur et peu connu. Depuis 2000, le nombre de publications et de brevets liés à ce domaine de recherche a augmenté de façon exponentielle.

Cependant, on peut se demander pourquoi les liquides ioniques suscitent un tel enthousiasme dans la communauté scientifique. La réponse réside dans la structure de ces sels organiques.

En fait, leurs propriétés physico-chimiques sont très intéressantes et diverses, et les nombreuses applications possibles en chimie organique font de ces entités des alternatives solvantes pour la synthèse catalysée et supportée.

Les solvants couramment utilisés en chimie organique sont parfois toxiques et ont une faible compatibilité avec l'environnement. En raison de sa faible pression de vapeur, les liquides ioniques se sont avérés être une nouvelle alternative à leur utilisation.

Les nouvelles normes environnementales encouragent les industries chimique et pharmaceutique à mettre en œuvre des processus qui minimisent ou éliminent les émissions de substances toxiques.

En conséquence, les liquides ioniques ont commencé à attirer l'attention active de ces industries. La société Solvant Innovation, créée par le chercheur académique Peter Wasserscheid, la compagnie Merck et le groupe BASF commercialisent depuis peu une grande variété de liquide ionique.

D'autre part, Les liquides ioniques sont considérés comme une alternative prometteuse aux solvants volatils traditionnels présentant des risques pour la santé. Ces composés ont des propriétés écologiques et leurs excellentes propriétés physiques et chimiques.

Ces dernières années, ces compositions ont fait l'objet de recherches. En utilisant des liquides ioniques non volatils au lieu des solvants volatils traditionnels, de nombreuses études ont été menées sur la séparation des polluants. et par l'utilisation de liquides ioniques sur des supports nanométriques.

Le but de notre travail est de préparer cette poudre de deux manières différentes pour fournir un nano support pour le nano-dioxyde de manganèse. Avec et sans liquides ioniques. **chapitre III**

Ce mémoire est divisé en quatre chapitres principaux qui sont:

- Le premier chapitre comporte une synthèse bibliographique sur les nanoparticules consacré à leur définition, leur historique, leur synthèse, leur importante propriété physico-chimique et leur Domaines d'utilisation.
- Le deuxième chapitre renferme un rappel bibliographique et la présentation de quelques généralités sur liquides ioniques.
- Le troisième chapitre est réservé aux modes opératoires et aux techniques expérimentales utilisées tout au cours de ce travail. chapitre est dédié à la synthèse et la caractérisation de nanoparticules par voie chimique, Cette synthèse est réalisée en absence et en présence de liquide ionique comme solvant et en tant que solvant ayant un caractère acide, en citant les détails expérimentaux et tous les modes opératoires employés.
- Enfin le quatrième chapitre rassemble l'ensemble des résultats et discussions relatifs aux manipulations réalisées et les mesure dielectriques concernant tous les NpsMno avec et son liquides ioniques synthétisés.

Mais en raison de la situation que nous avons rencontrée, nous n'avons pas été en mesure de terminer la partie réelle et d'analyser les résultats.

A la fin de ce travail, une conclusion générale représente le résumé l'essentiel de notre travail.

Partie

Bibliographiques

Chapitre I

Les nanoparticules

I.1. Introduction

Les nanoparticules sont définies comme des particules ayant au moins une dimension spatiale inférieure à 100 nm. La particularité des nanoparticules est que la plupart des atomes qui composent les nanoparticules sont en surface. Cela confère aux nanoparticules une très grande surface d'échange (surface spécifique), ce qui conduit à des propriétés physiques et chimiques spécifiques. Ces caractéristiques peuvent provoquer des effets biologiques spécifiques et, si elles entrent en contact avec des organismes vivants, elles seront encore largement mal comprises.

Les sources de nanoparticules sont nombreuses: il existe des nanoparticules naturelles (par exemple, la fumée émise par les volcans), elles sont produites involontairement par l'homme (particules de moteurs diesel ou particules contenues dans les fumées de soudage) ou en raison de leurs nouvelles caractéristiques (fabrication Nanoparticules) et sont délibérément utilisées par les humains.

I.2. Définitions

I.2.1. Nanosciences

La nanoscience étudie les propriétés d'objets de moins de quelques centaines de nanomètres. s'intéressent à l'étude des phénomènes et de la manipulation des matériaux aux échelles atomique, moléculaire et macromoléculaire, dont les propriétés (physiques et chimiques) sont significativement différentes de celles que l'on trouve couramment à plus grande échelle.

(Desforges ;2004)[01].

I.2.2. Nanotechnologie

La nanotechnologie constitue un domaine de recherche et développement multidisciplinaire basé sur des connaissances et une maîtrise infinitésimales. Ils intègrent ensemble toutes les technologies les plus précises pour que la matière puisse être fabriquée, traitée et caractérisée à l'échelle nanométrique**(Monfort et Lecomte ; 2008)[02].**

I.2.3. Nanoparticule

Il existe de nombreuses définitions de nano et parmi lesquelles nous avons choisi :

Les nanoparticules (du grec Nanos, « très petit ») existent depuis toujours. Elles font des particules de l'ordre du nanomètre, leur diamètre étant inférieur à 100nm ou 0,1µm. Elles sont 50 000 fois plus petites que l'épaisseur d'un cheveu.**(Ungeller ; 2005)[03].**

Les nanoparticules sont des collections de centaines à milliers d'atomes, formant des objets de taille nanométrique (1 à 100 nm). Par conséquent, cette définition exclut les objets d'une taille minimale comprise entre 100 et 1000 nm.

Ces nanoparticules, bien que de taille nanométrique, sont appelées micrométriques[03].

Pour une comparaison avec les structures organiques naturelles, les nanoparticules se situent principalement dans la gamme de dimensions correspondant aux protéines.[03].

I.3. les sources des nanoparticules

Les nanoparticules sont des objets relativement fréquents .il existe en effet différentes sources de production des nanoparticules :(Ophélie ; 2008)[04].

- les sources naturelles (incendies, éruption volcaniques, ...)
- les sources accidentelle (feux de bois, gaz d'échappement de véhicule, frinage,...)
- les sources industrielles (nanoparticules manufacturées intentionnellement par l'homme)[04].

I.4. Synthèse des nanoparticules

Les NP peuvent être synthétisées en utilisant différentes approches: principalement par une méthode ascendante ou une méthode descendante Par une approche ascendante (ascendante) Les NP sont construites atome par atome ou molécule par molécule .Dans l'approche descendante, une grande structure est progressivement sous-dimensionnée jusqu'à atteindre des dimensions nanométriques après l'application de contraintes mécaniques sévères, de chocs violents et de fortes déformations.(BSI, 2005)[05]

Les deux approches ascendante et descendante ont tendance à converger en termes de taille des particules synthétisées. L'approche bottom-up semble plus riche en ce qu'elle permet de produire une plus grande diversité d'architectures et souvent un meilleur contrôle de l'état nanométrique (une granulométrie et une granulométrie relativement mono-particules dispersent le positionnement des molécules d'homogénéité du produit). De son côté, bien qu'elle soit capable de produire des productions plus élevées, l'approche top-down rend généralement le contrôle de l'état nanométrique plus délicat [05] .Dans ce document, seules les approches les plus couramment utilisées et susceptibles d'exposer les travailleurs à la production de NP en grandes quantités sont discutées. Institut britannique de normalisation[05] liste pas moins de 29 approches majeures de la synthèse des NP, tandis que CRC Press vient de publier un manuel sur les procédés de préparation des NP(Busnaina, 2007)[06]. Il est possible de regrouper les procédés de synthèse selon les différents mécanismes responsables de leur formation (Aitken, 2004; BSI, 2005)[07], les différents procédés de synthèse par grande classe de NP (ICON, 2008)[08] ou les principaux procédés de synthèse à la façon de l'AFSSET (2006)[09] et selon les approches

utilisées (NP synthétisées) : les procédés chimiques, et les procédés physiques. Nous utilisons ici cette dernière approche[09].

I.5. Types des nanoparticules

D'un point de vue chimique, il existe deux grandes catégories de nanoparticules qui diffèrent par leur composition :

I.5.1. Les nanoparticules organiques

Les NP organiques peuvent souvent être décrites comme des particules solides constituées de composés organiques (principalement des lipides ou des polymères) d'un diamètre supérieur à 10 nm. un large éventail de domaines, de l'industrie électronique photonique à la médecine en passant par la biotechnologie(Zhang et al ; 2010)[10].

I.5.2. Les nanoparticules inorganiques

I.5.2.1. Les métaux

La plupart des métaux sont ou peuvent être produits en dimensions nanométriques. Parmi eux, les NP d'or permettent la prédiction de diverses applications en fonction de leurs propriétés particulières, notamment comme marqueur optique pour le diagnostic médical ou comme agent de traitement anticancéreux. L'argent nanométrique est également produit en bonne quantité et possède principalement ses propriétés microbiennes en tant que catalyseur du fer, du nickel et du cobalt, notamment pour la synthèse de nanomatériaux de carbone.(Hongtao et al ; 2009)[11].

I.5.2.2. Les oxydes métalliques

Plusieurs oxydes métalliques de taille nanométrique ont été créés, mais les plus courants, parce qu'ils sont largement produits, sont probablement l'oxyde de titane silicium et l'oxyde de zinc. Ils sont utilisés tels quels ou recouverts notamment dans le domaine des plastiques et du caoutchouc comme agents actifs et additifs (SiO_2) pour la protection solaire (TiO_2ZnO) et les pigments pour peinture (TiO_2)(Hongtao et al ; 2009)[11].

I.6. les propriétés physico-chimiques des nanoparticules

Les nanoparticules à la jonction entre l'échelle atomique et le matériau ont des propriétés structurales très spécifiques. En effet, contrairement aux matériaux conventionnels, les nanoparticules voient leurs propriétés évoluer en fonction de leur taille. Ils sont soumis à la fois aux phénomènes de la physique classique et à ceux de la physique quantique lorsqu'ils sont très petits. Les propriétés principales des nanoparticules sont: optique électrique catalytique thermique magnétique magnétique ou encore biologique (Luther ; 2004)[12].

CHAPITRE I LES NANOPARTICULES

Nous allons présenter quelques unes de ces propriétés dans le tableau suivant :

Tableau I.1: évolution des propriétés des particules à l'échelle nanométrique (Luther ; 2004)[12].

Propriétés	Exemples
Electrique	Augmentation de la conductivité électrique des céramiques et des nano composites magnétiques Augmentation de la résistance électrique des métaux
Magnétique	Augmentation de la coercivité magnétique, comportement super paramagnétique.
Mécanique	Augmentation de la dureté et de la solidité des métaux et des alliages, de la ductilité et de la superplasticité des céramiques.
Optique	Changement spectral de l'absorption optique et des propriétés fluorescentes, augmentation de l'efficacité quantique des cristaux semi-conducteurs.
Stérique	Augmentation de la sélectivité Sphères creuses pour un transport spécifique de médicaments et une distribution contrôlée.
Biologique	Augmentation de la perméabilité vis-à-vis des barrières biologiques (membrane, barrière épithéliale,...), augmentation de la biocompatibilité.
Catalytique	Efficacité catalytique élevée due au rapport surface /volume élevé

I.7. Domaines d'utilisation

Depuis les années 1990, les nanoparticules sont utilisées dans de très nombreux domaines :électroniques, revêtements, textiles, articles de sports, application pharmaceutiques, applications agroalimentaires, aéronautique, automobile, chimie, constructions, cosmétiques, optique, etc...(Pascal Andujar, 2016)[13]

Ce tableau 02 résumer les applications visées par l'utilisation de nanomatériaux[13].

Tableau I.2 : application visées par l'utilisation de nanomatériaux (Pascal Andujar, 2016)[13].

Secteurs	Applications visées
	-Délivrance ciblée de médicaments (nanoparticules magnétiques, photo thermiques, fonctionnalisées)

CHAPITRE I LES NANOPARTICULES

Santé, pharmacie	-Réparation et implants (polymères nanostructures) -Biocapteurs intégrant des nano –objets pour détection sélective
Energie	-Electrode de batterie à recharge rapide (< 1 nm) -pile à combustible à rendement amélioré -cristaux photoniques pour panneaux solaires à haut rendement -conversion photon-électron et éclairage LED\OLED à très faible consommation
Electronique	-Matériau isolant - disques durs -Polymère nanostructure pour électronique souple
Environnement	-Traitement de pollution et d'effluents -Membranes pour une production d'eau potable à moindre cout
Cosmétique	-Anti –UV -Anti -vieillissement -Anti –brillance -Coloration -Anti bactérien
Agro – alimentaires	-Revêtement imperméable à l'air sur plastique pour une meilleure conservation - Membranes pour le traitement de liquides alimentaires -Marquage pour traçabilité
Automobile	- Revêtement auto lubrifiant sur pièces mécaniques -Pneumatique - Pot catalytique - Vitrage autonettoyant, hydrophobe, athermique -Allègement et renfort, facilitant les opérations de peinture - Revêtement anti-rayure et anticorrosion

:I.8. L'importance des nanoparticules

Liste des applications en nanotechnologie De nombreux optimistes dans le domaine des nanotechnologies, y compris certains gouvernements, voient que la nanotechnologie présente de nombreux avantages, notamment:

- Une abondance de matériaux respectueux de l'environnement utilisés pour fournir des ressources en eau propre.

CHAPITRE I LES NANOPARTICULES

- Les cultures et les aliments génétiquement modifiés contribuent à une productivité agricole abondante avec un minimum de main-d'œuvre.
- Promouvoir et soutenir l'aspect nutritionnel interactif intelligent des aliments.
- Production d'énergie bon marché et puissante
- Augmentation de la capacité de production propre et hautement efficace.
- Améliorer fondamentalement la formulation et la formulation des médicaments ainsi que les processus de diagnostic et de remplacement d'organes.
- Augmentation des capacités de stockage et de communication des informations.
- Fabrication d'appareils interactifs intelligents: en augmentant les performances humaines grâce à des technologies convergentes.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté un aperçu détaillé des NP, de leurs types, de leur synthèse, de leurs caractérisations, de leurs propriétés physico-chimiques, de leurs sources et de différentes applications et utilisations. Les NP ont une grande surface, ce qui en fait des candidats appropriés pour diverses applications. A côté de cela, les propriétés optiques sont également dominantes à cette taille, ce qui augmente encore l'importance de ces matériaux dans les applications photo catalytiques. Les techniques de synthèse peuvent être utiles pour contrôler la morphologie, la taille et les propriétés magnétiques spécifiques des NP. Bien que les NP soient utiles pour de nombreuses applications, il existe toujours des problèmes de danger pour la santé en raison de leur utilisation incontrôlable et de leur rejet dans l'environnement naturel, qui devraient être pris en compte pour rendre l'utilisation des NP plus pratique et respectueuse de l'environnement.

Chapitre II

Les liquides ioniques

CHAPITRE II LES LIQUIDES IONIQUES

II.1. Introduction

Les liquides ioniques sont des matériaux composés d'ions qui forment des liquides stables à n'importe quelle température, souvent définis comme la limite supérieure du point de fusion **Plechkova et al[14]** .

mais **Earle et al[15]** ont dit que les liquides ioniques sont connus pour avoir des propriétés physiques favorables, notamment une stabilité thermique élevée, une faible inflammabilité et une pression de vapeur négligeable, ce qui les a amenés à être salués comme des solvants verts car ils présentent un risque immédiat plus faible que les solvants organiques conventionnels. **Michelman et al[16]** rapportent que malgré la stabilité apparente, le cation imidazolium, le cation le plus couramment rapporté pour la préparation de liquides ioniques, est extrêmement sensible à la base. Le noyau hétérocyclique est facilement déprotoné en C2 pour former un carbène N-hétérocyclique [16].

Cela limite l'utilisation de liquides ioniques car cela empêche leur recyclage réussi dans les réactions catalysées par une base. Les liquides ioniques basiques peuvent être préparés en localisant la basicité dans l'anion. Cela peut créer une forte basicité, mais conduit souvent à une instabilité, car que l'anion peut attaquer le cation provoquant la dégradation. liquide ionique **Maschmeyer et al[17]** .

II.2. Historique :

Au cours des 20 dernières années, les liquides ioniques ont réalisé des investissements importants dans un certain nombre de domaines, principalement en électrochimie, en particulier le dépôt électrolytique de métaux et la production de batteries. Puis en génie des procédés, comme les fluides thermiques ou comme extraction ou séparation de solvants Mais ils sont également utilisés en synthèse et catalyse de LI.

La description du premier LI datent du milieu du 19^{ème} siècle. Lors de la réaction de **Friedel et Craft[18]**, entre le benzène et le chlorométhane catalysée par un acide de Lewis, $AlCl_3$, une seconde phase apparaît sous la forme d'une « huile rouge ». La structure de ce composé sera identifiée plus tard par le **Pr. Jerry Atwood[19]**, à l'université du Missouri grâce à l'apparition de la RMN et correspond au complexe intermédiaire, jusqu'alors présumé, de la réaction de **Friedel et Craft[18]** : le sel d'heptadichloroaluminate[18].

Paul Walden[20] présente et synthétise le premier liquide ionique à température ambiante, le nitrate d'éthylammonium $[C_2H_5NH_3][NO_3]$

CHAPITRE II LES LIQUIDES IONIQUES

En 1914 pendant la Première Guerre mondiale avec un point de fusion de 13-14 ° C. C'est une espèce protique formée par la neutralisation de l'éthylamine par l'acide nitrique concentré.[20].

Dans le domaine de l'électrochimie, la première synthèse de LI est développée à base d'anions chloroaluminés qui permettent la galvanisation à basse température de l'aluminium par **Wieret al. en 1951[21]** .

Dans les années soixante, le développement des LIs sera relancé par la mise en évidence par le **Pr. John Yoke[22]** à l'université d'état de l'Oregon de la formation d'un liquide résultant du mélange de deux solides, le chlorure de cuivre et le chlorure d'alkylammonium selon l'équation : $\text{CuCl(s)} + \text{Et}_3\text{NHCl(s)} \rightarrow \text{Et}_3\text{NHCuCl}_2$ [22].

Ces découvertes marquent le début de l'ère des LI comme on les appelle à ce jour. Un programme sera lancé pour développer ce type de composés dans des applications telles que les fluides de propulsion pour les canons de marine et l'artillerie navale et conduira à la découverte de nitrates et de l'acquisition de nombreux brevets par **Wilkes [23]** .

De nombreuses LI de cette forme seront alors développées, mais aucune ne conduira à une application particulière sauf en spectroscopie. Puis de nouveaux composés appelés clathrate liquide.

Le professeur Jerry Atwood et son équipe se développeront à l'Université de l'Alabama en combinant différents sels avec de l'alkylaluminium dans les années 1970 pour former des inclusions composites avec une ou plusieurs molécules aromatiques à haute température:[23].

$\text{M}[\text{Al}_2(\text{CH}_3)_6\text{X}] + n \text{Aromatiques} \rightarrow \text{M}[\text{Al}_2(\text{CH}_3)_6 \text{Aromatique}]_n$

Ces clathrates liquides furent brevetées pour la liquéfaction du charbon et l'extraction du pétrole des schistes bitumineux. Mais dès le début des années 60, l'US Air Force Academy en collaboration avec la National Science Foundation lance un vaste projet de recherche initié par le Dr Lowell King puis repris par les **Dr John Wilkes[23]**, et **Dr Richard Carlin[24]** visant à améliorer les caractéristiques des électrolytes de batteries thermiques constitués de sels de chlorures fondus, généralement le mélange eutectique LiCl-KCl (température de fusion de 355°C), afin d'en abaisser le point de fusion. La recherche se concentre tout d'abord sur le développement de systèmes à base de chlorures alcalins et de chlorure d'aluminium[24].

En 1982, les premiers liquides ioniques à cation imidazolium sont synthétisés par mélange du chlorure de 1-éthyle-3-méthylimidazolium avec AlCl_3 . Le tétrachloroaluminate de 1-éthyle-3-méthylimidazolium est alors obtenu[24].

CHAPITRE II LES LIQUIDES IONIQUES

Les premiers travaux portent sur la caractérisation physico-chimique de tels mélanges, notamment NaCl / AlCl₃, qui se révèlent être des systèmes relativement complexes et qui seront utilisés comme électrolytes dans les batteries thermiques. Les travaux sur le dépôt électrolytique d'aluminium à partir d'électrolytes constitués de mélanges d'halogénures de 1-éthylpyridinium avec AlCl₃ inspireront les équipes de l'US Air Force dirigées par le **Dr Charles Hussey[25]** qui développera ce type de mélanges, mais aucune application ne sera couronnée de succès en raison d'une fenêtre électrochimique très étroite. Ensuite, de nouveaux cations organiques moins sensibles à la réduction électrochimique, en particulier le mélange de chlorure d'aluminium et d'un halogénure de 1-éthyl-3-méthylimidazolium, seront développés. Ces LI à base de chloroaluminate sont hydrolysables et conduisent à la formation de gaz corrosifs (HCl) d'où la recherche de nouveaux anions qui dans les années 1990 conduira au développement de sels de dialkylimidazolium associés aux tétrafluoroborate, hexafluorophosphates, nitrates, sulfates et acétates pour la métathèse des anions avec les sels d'argent correspondants. Une très large gamme de LI de ce type a ensuite été développée à l'US Air Force à partir de **Pr Mike Zaworotko[26]** et le **Dr Joan Fuller[27]**.

Parmi les problèmes qui ont apparu sont la grande sensibilité à l'eau et à l'air, et l'incompatibilité avec de nombreux produits organiques (solvants), en 1992, Ces problèmes ont été résolus grâce à **Zaworotko et al[26]**, donc il apparaît le premier liquide ionique stable à l'air et à l'eau qui s'appelle : N, N'-dialkylimidazolium[26].

Jusqu'à maintenant, **Berthod et al [28]** ont montré que les liquides ioniques ont connu un réel engouement de la part de nombreux chercheurs, dans les domaines de l'électrochimie, de la synthèse organique et de la catalyse et plus récemment, dans le domaine des sciences séparatives : l'extraction liquide – liquide, la chromatographie en phase gazeuse et en phase liquide et l'électrophorèse capillaire[28].

Depuis qu'ils ont été utilisés dans de nombreux domaines tels que la synthèse organique, catalyse, spectroscopie, séparation, de l'extraction électrochimique ou la préparation de nanomatériaux. Au cours de la dernière décennie, de nombreuses applications des LI ont été motivées par le besoin de solvants compatibles avec l'environnement et notées par de nombreux fabricants: BASF (Allemagne) GlaxoSmithKline (Royaume-Uni) Merck (Allemagne) SASOL (Afrique du Sud) Novartis (Allemagne) StrataTechnology Ltd (Royaume-Uni) Arkema et IFP (France) sont en cours de développement utilisant cette nouvelle technologie. Actuellement, seuls 3 processus basés sur ILS SONT EXPLOITÉS À NOS SAVOIRS[28].

CHAPITRE II LES LIQUIDES IONIQUES

A ce jour, il existe environ cinq cents liquides ioniques, mais **Seddon et al [29]** estimaient en 1997 que le nombre total de ces nouveaux solvants pourrait atteindre un million et que les liquides ioniques à température ambiante mentionnés dans la littérature par le 'acronyme RTILs.(de Langlais Room Temperature ionic liquids)[29].

Articles

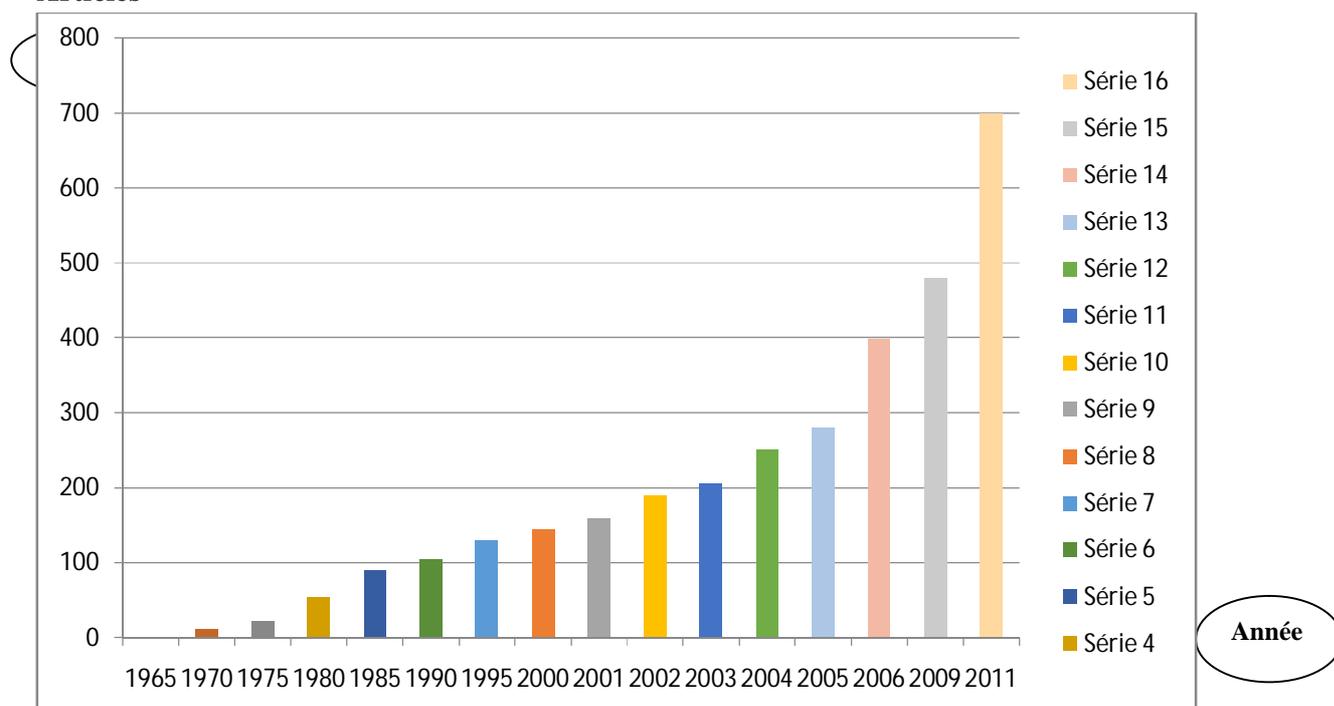


Figure II.1. Nombre d'articles publiés par année sur le sujet « room temperature ionic liquids »

II.3. Définition

La question de la définition d'un « liquide ionique » fait l'objet de nombreux débats depuis plusieurs années.

François et al[30] Définir les liquides ioniques comme des sels qui fondent à température ambiante, le point de fusion doit être inférieur à 100 ° C. Idéalement, les liquides ioniques n'ont même pas une pression de vapeur très faible ou mesurable, cette nature non volatile offre un net avantage pour les distinguer. produits par distillation et éviter l'exposition à des vapeurs incontrôlées. Ils ont une stabilité thermique élevée et sont relativement peu coûteux et faciles à synthétiser Ils offrent une solvation élevée car c'est un milieu non coordinant dans lequel un certain nombre de solutés organiques et inorganiques peuvent être dissous Toutes ces propriétés en font un milieu de choix pour le développement chimique vert **François, 2006.[30]**

II.4. Synthèse des liquides ioniques

La dernière décennie a vu une augmentation significative du nombre de liquides ioniques synthétisés, mais la plupart d'entre eux sont constitués d'un cation imidazolium, d'autres sont des sels de phosphonium ou de sulfonium mais leurs synthèses sont similaires **welton et al[31]**.

La synthèse des liquides ioniques aprotiques est généralement divisée en deux phases La première phase consiste à synthétiser le cation au moyen d'une phase de quaternisation La deuxième phase permet d'obtenir le liquide ionique souhaité par une réaction d'échange d'anions (**Figure2**) [31].

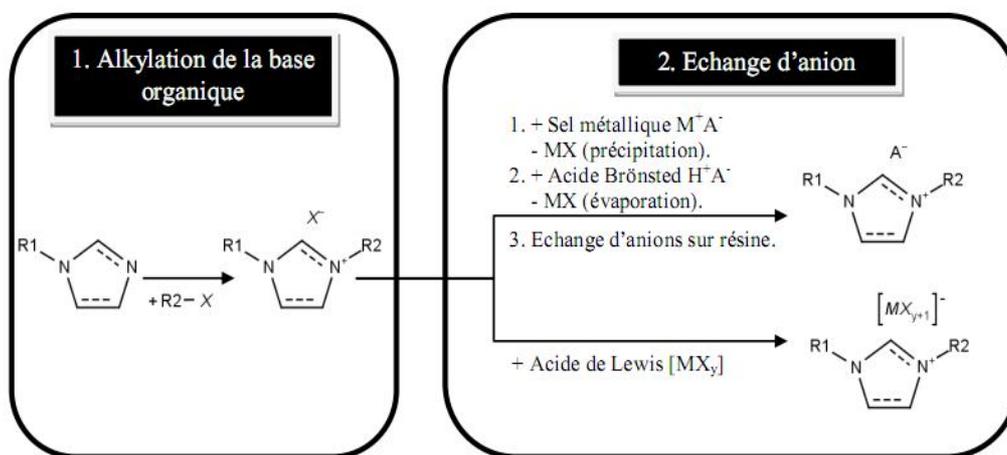
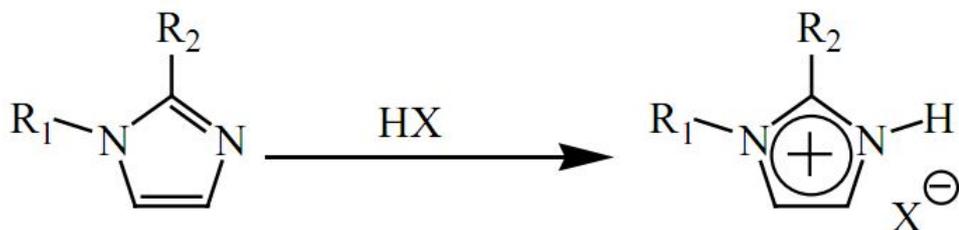


Figure II.2. Voies de synthèse en deux étapes pour un sel de type 1,3-dialkyl-imidazolium[31].

La première étape est une réaction de quaternisation, La préparation du cation peut être effectuée soit par protonation en milieu acide soit par quaternisation d'une amine par un halogénure d'alcane **Welton et al[31]**.

- ont montré que La protonation des imidazoles par un acide conduit directement aux sels d'imidazoliums désirés. Cette technique ne permet pas la préparation de sels d'imidazoliumsalkylés en position 3.[31]

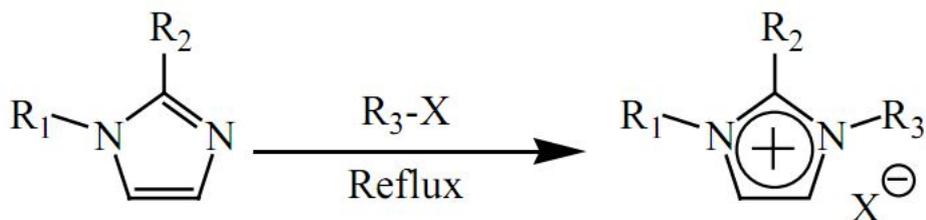
CHAPITRE II LES LIQUIDES IONIQUES



R₁ et R₂ = alkyl, H

X = Cl, NO₃, BF₄, PF₆

- La substitution nucléophile d'halogénures d'alcane par les imidazoles conduit avec de bons rendements aux halogénures d'imidazoliums correspondants **Welton et al**[31]. Cette méthode a l'avantage d'utiliser des réactifs commerciaux et bon marché mais nécessite souvent la distillation des réactifs et des temps de réaction importants (plusieurs jours avec les chloroalcane) même s'ils peuvent être réduits par utilisation des micro-ondes par **Deetlefs et al**[32] des ultrasons ou en opérant sous pression [32].



R₁, R₂ et R₃ = alkyl

X = Cl, Br, I, OTf ou OTs

La réactivité des halogénures d'alcane est augmentée dans l'ordre: Les fluorures de Cl > Br > I ne peuvent pas être préparés de cette manière à température ambiante. Ces réactions peuvent être réalisées sans solvant mais dans tous les cas cette étape est réalisée sous atmosphère inerte en raison de l'extrême hygroscopicité ou même la nature hydrolysable des réactifs et des produits[32].

La décantation à la fin de la réaction élimine l'excès de solvant et de réactifs, les sels d'imidazole sont généralement plus denses que les solvants organiques, mais par précaution, le produit est généralement traité sous vide avant utilisation. Pour éviter toute trace d'eau ou de produits volatils, il peut également être purifié par recristallisation ou lavé avec un solvant non miscible[**Welton et al**][31].

Deuxième étape, les réactions d'échange d'anions des liquides ioniques peuvent être divisées en deux voies de synthèse distinctes :

- La métathèse anionique

CHAPITRE II LES LIQUIDES IONIQUES

- La neutralisation acide
- La métathèse anionique

ce sont les limitations du traitement par l'acide de Lewis qui ont conduit **John Wilkes et al[23]**. à substituer les anions haloaluminates par des anions moins réactifs[23].

Cette synthèse connue sous le nom de métathèse anionique est généralement réalisée dans de l'eau ou dans des mélanges eau/méthanol avec un acide (tel que HPF_6 ou HBF_4), un sel métallique (tel que : AgNO_3 , AgBF_4 ou Ag_2SO_4), un métal alcalin (tel que NaBF_4 , LiTFSI ou NaPF_6) ou un sel d'ammonium ($\text{NH}_4(\text{CF}_3\text{SO}_3)$)[23].

Le liquide ionique est extrait au moyen d'une phase organique et les impuretés halogènes sont extraites par nettoyage ultérieur à l'eau. Dans le cas des sels d'argent, la faible solubilité du sel (par exemple AgI) dans le solvant permet sa séparation à filtration simple et élimination des solvants, il est possible d'isoler des liquides ioniques de très haute pureté avec des rendements élevés. Cette méthode reste la plus efficace pour la synthèse de liquides ioniques pouvant être mélangés à l'eau, mais limite les coûts élevés des sels d'argent. Il est plus facile de synthétiser de tels liquides ioniques insolubles $[\text{EMIM}][\text{PF}_6^-]$ [23].

Pour ce dernier, **Levisky et al[33]** $[\text{EMIM}][\text{Cl}]$ Il est mélangé avec HPF_6 en solution aqueuse et est facilement extrait par lavage du sous-produit acide (ici HCl) avec de l'eau. Ainsi, les liquides ioniques hydrophiles sont particulièrement difficiles à purifier: «Tous les liquides ioniques nécessitent des étapes de nettoyage, de purification et de séchage après synthèse[33].

➤ La neutralisation acide

La métathèse acide-base est l'échange d'anions avec un acide fort du sel initial, tel que l'acide sulfurique ou l'acide hexafluorophosphorique. Les liquides ioniques obtenus ont été lavés à l'eau plusieurs fois pour éliminer toute trace d'acide afin d'améliorer la qualité de l'ionique. les lavages successifs à l'eau entraînent parfois une réduction du rendement en fluide[23].

Les sels haloaluminés et le chloroforme sont préparés à partir du métal halogène correspondant. Ces liquides ioniques sont très sensibles à l'eau, à l'air et à la lumière. Ces réactions de métathèse doivent donc être effectuées en atmosphère lente[33].

II.5. Structure des liquides ioniques

Les liquides ioniques sont des sels organiques liquides qui diffèrent de tous les sels fondus par un point de fusion inférieur à 100°C (fixé arbitrairement par rapport au point d'ébullition de l'eau), mais un grand nombre d'entre eux sont des liquides à température ambiante appelés RTIL (liquides ioniques à température ambiante)**Guezzen 2014[34]**. Ces solvants sont formés par

CHAPITRE II LES LIQUIDES IONIQUES

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 alkyropyridinium, alkylophosphonium ou alkylsulfonium sont moins fréquemment rencontrés[34].

Les contre ions les plus couramment utilisés sont soit des anions inorganiques tels que BF_4^- , BF_6^- , Cl^- , NO_3^- , AlCl_4^- , SbF_6^- , ext...soient des anions organiques (CF_3SO_3^- , $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^-$, CF_3CO_2^- et CH_3CO_2^- etc...). Les anions tétrafluoroborate (BF_4^-) et hexafluorophosphate (BF_6^-) sont très utilisés en chimie organique ou organométallique car ils confèrent une solubilité recherchée aux espèces ioniques qui sont à la base de très nombreux sels liquides. [34]

Les liquides ioniques à base d'imidazole ont une stabilité thermique élevée ($> 400^\circ\text{C}$) et des points de fusion bas en raison de l'inefficacité causée par des perturbations de la position des cations dans leur structure cristalline. Guezzen 2014[34].

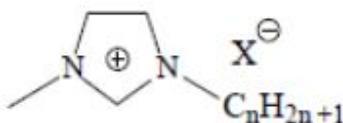


Figure II.3. Structure des liquides ioniques à motif 1-alkyl-3-méthylimidazolium

II.6. La nomenclature des liquides ioniques

Cela varie énormément selon les communautés où les articles sont dirigés. Par exemple, dans le cas de la tyrosine 1-butyl-3-méthylimidazole, nous trouvons l'abréviation [BMIM] [SCN]. le noyau du cation: [C₄MIM] [34].

[SCN], donc il est malheureusement fréquent d'observer plusieurs noms pour le même composé[34]

II.7. Propriétés générales des liquides ioniques

Les liquides ioniques (LI) ont récemment été ajoutés à la gamme de composés potentiellement utilisables comme solvants de réaction et présentent un grand intérêt en raison de leurs propriétés physico-chimiques spécifiques. Gutel, 2007[3]. En fait, les LIs présentent des avantages évidents du point de vue de l'ingénierie des procédés en raison d'une large gamme de stabilité thermique et chimique, d'une conductivité thermique élevée et d'une faible pression de vapeur. Certaines LI sont totalement non volatiles jusqu'à leurs températures de décomposition [généralement supérieures à 300°C] [35].

CHAPITRE II LES LIQUIDES IONIQUES

Les LI présentent ainsi un risque considérablement réduit de rejet accidentel de vapeurs dans l'atmosphère. De plus, la possibilité d'ajuster leurs caractéristiques physico-chimiques en faisant varier la nature de l'anion ou du cation ou en modifiant les substituants portés par le cation LI est un atout majeur. Il faut également noter que les LI sont capables de dissoudre un grand nombre de composés organiques ou inorganiques. **Gutel, 2007[35]**.

II.8. Utilisation des liquides ioniques

Joan Brennecke et al[36], En raison de la variété de leurs propriétés physico-chimiques, les liquides sont apparus au cours de la dernière décennie comme de bons solvants pour la synthèse organique. Ils permettent, en effet, grâce à la grande variété de ses propriétés physico-chimiques, de dissoudre les deux molécules ioniques. et composés organiques polaires et classiques.

Il y a actuellement plus de 40 articles publiés par jour utilisant des liquides ioniques comme solvants et environ 150 commentaires sur le sujet par an. Il est donc impensable de limiter de manière exhaustive les différentes utilisations des liquides ioniques en tant que solvant[36].

Bien entendu, en raison de leur faible volatilité, les liquides ioniques s'avèrent être des alternatives intéressantes aux solvants moléculaires conventionnels. La sécurité des procédés est grandement améliorée car tous les liquides ioniques sont ininflammables. De plus, la pollution atmosphérique devient négligeable ce qui réduit considérablement les conséquences sur la santé de l'opérateur.

Néanmoins, bien que la plupart des liquides ioniques ne soient pas très toxiques, il est difficile d'accepter que les sels dont l'anion est le cyanure ou le mercurate soient qualifiés d'éco-compatibles[36].

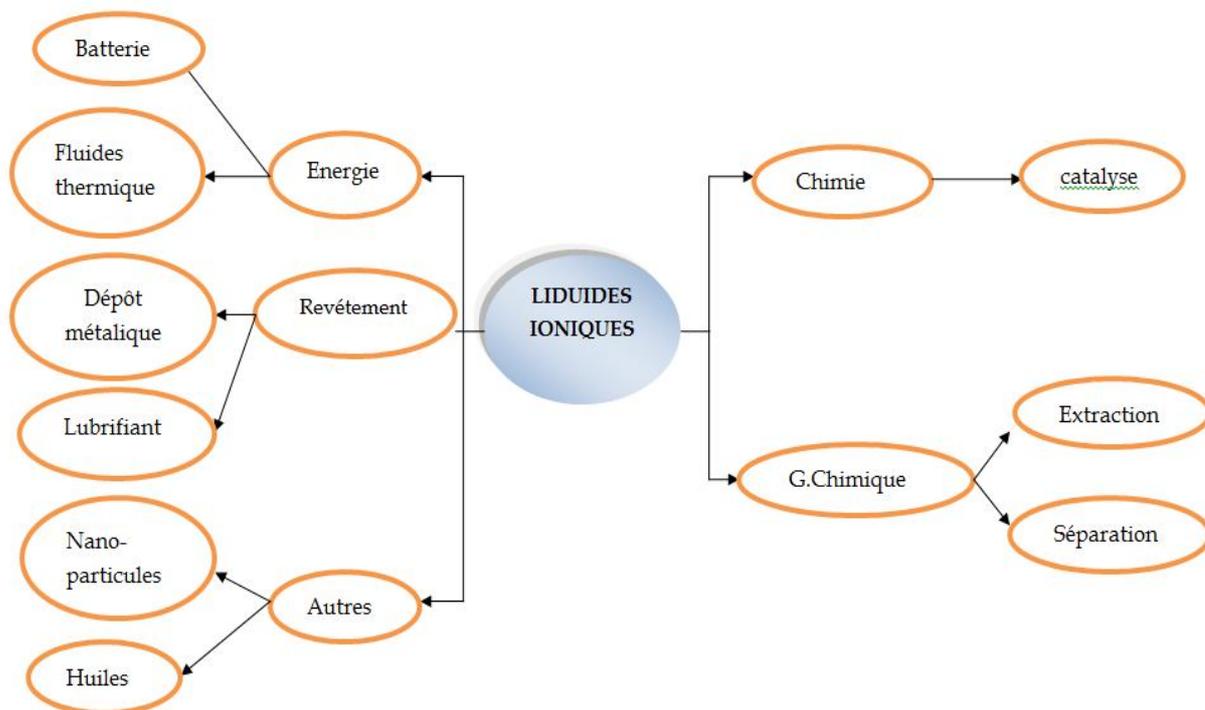


Figure II.4. Utilisation des Lis[36]

Conclusion

Les Lis sont des liquides formés généralement par un cation organique volumineux et un anion organique ou inorganique et ayant une température de fusion inférieure à 100°C malgré tout les Lis présentent des avantages:

- Un point de fusion variable en fonction des ions choisis.
- Une viscosité modulable (similaire à l'huile d'olive).
- Une grande stabilité thermique de plusieurs centaines de degrés et ne sont pas volatils.
- Une grande stabilité chimique et de leur faible inflammabilité.
- Une faible pression de vapeur saturante et possèdent une faible toxicité.
- ils sont faciles à stocker et à manipuler puisqu'à température ambiante ils se trouvent sous forme de poudre.
- Les sels fondus seraient donc des candidats idéaux au remplacement des solvants organiques volatils si ce n'était que pour pouvoir les utiliser comme solvant.

Partie

Expérimentale

Partie expérimentale

La partie pratique de notre travail a été réalisé au Laboratoire de Synthèse et Catalyse à l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret

III.1. Introduction

Le NPsMnO est synthétisée soit par voie chimique soit par voie physique, Dans les deux cas, la préparation de cette composant conduit à un types de nano composante en fonction des conditions opératoires.

Nous nous sommes intéressés dans ce travail à la synthèse de la nano particule par voie chimique. Cette synthèse est réalisée en deux méthodes en absence et en présence de liquide ionique comme solvant et en tant que solvant ayant un caractère acide, a fin d'étudier l'influence de ce dernier sur le processus des préparation d'un nano composante poudre.

- **En absence de liquide ionique** par préparation des solutions aqueuse, Il est basé sur les poudres solides de permanganate de potassium (KMnO_4) et d'hydroxyde de sodium (NaOH)
- **En présence de liquide ionique** En présence de liquides ioniques issus d'eau distillée et de permanganate de potassium, nous donnons directement le nano solution.

Dans ce chapitre est consacrée à la description de l'ensemble des expériences effectuées ainsi que les méthodes d'analyses et les produits utilisées.

III.2. Produits et les matérielles utilisés

Produits utilisés

Au cours de réactifs dont les données sont récapitulées dans le (**Tableau III.1**)

Tableau III.1 Produits et les matérielles utilisés

Produis	Formule brute	Propriétés
Permanganate de potassium	KMnO_4	Masse molaire : 158,034 g/mol Masse volumique : 2,7 g/cm ³ Solubilité dans l'eau à 20 °C : 64 g /l, Soluble dans l'acétone, l'acide acétique glacial, le méthanol
Hydroxyde de sodium	NaOH	Masse molaire : 39,9971 g /mol Masse volumique : 2,13 g/cm ³ Solubilité dans l'eau à 20 °C : 1 090 g /l PKa : base fort
	H_2SO_4	Masse molaire : 98.07 g/mol

PARTIE EXPERIMENTALE

Acide sulfurique		Densité : 1.84 g/cm ³ Solubilité Miscible avec l'eau et l'alcool.
L'eau distillé	H ₂ O	Masse molaire : 18g/mol Eau pur pH=7
L'acétone	C ₃ H ₆ O	Masse molaire : 58,0791 g/m miscible avec l'eau, l'éthanol, l'oxyde de diéthyle, les esters ¹ , le benzène, le diméthylformamide, le chloroforme, la plupart des huiles
Chloroéthanol	C ₂ H ₅ ClO	Masse molaire : 80.52 g/mol Densité : 1,2 g/cm ³ Entièrement miscible à 20°C
L'éther diéthylique	Et ₂ O	Masse molaire : 74.12 g/mol Densité : 713 kg/cm ³ Très soluble dans l'éthanol
1-Methylimidazole	C ₄ H ₆ N ₂	Masse molaire : 82.1 g/mol Densité : 1.035 g/cm ³
Diiodométhane	CH ₂ I ₂	Masse molaire : 267,8355 g/mol Solubilité presque insoluble dans l'eau, mais est soluble dans l'éther et l'éthanol

Les matérielles utilisés

Balance, verre de montre, fiole jaugé, bécher, pipette ou éprouvette, pro pipette, Centrifugeuse, Agitateur magnétique, Pissette, spatule, Burette, papier filtre entonnoir, Erlenmeyer, pH mètre, bain ultration

III.3.Synthèse de la nano composante MnO en absence de liquide ionique

Le nano particule MnO est synthétisée selon le procédé standard développé par déférente chimistes **Yong et al**[37], c'est à dire par Préparation de nano tiges monocristallines MnO et nano needles d'une solution aqueuse à partir de permanganate de potassium(KMnO₄) et d'hydroxyde de sodium (NaOH) avec d'acide sulfurique[37].

III.4. Protocole expérimental

III.4.1. La première méthode en l'absence de liquide ionique

Le protocole expérimental adopté est le suivant :

III.4.1.1. Préparation d'une solution de permanganate de potassium KMnO_4

Nous pesons 2g de KMnO_4 et le mettre dans une fiole jaugée de 250 ml non rempli d'eau distillée et agiter la fiole jaugée jusqu'à dissolution complète, puis nous le remplissons d'eau distillée et la couleur de la solution apparaît en violet.

Nous vidons cette solution dans un erlenmeyer et la mettre au **bain-ultrason** à 150 C° pendant 10-20 minutes afin que l'ensemble soit bien mélangé.



*



Figure III.1. Préparation de permanganate de potassium (KMnO_4)

III.4.1.2. Préparation d'une solution de l'hydroxyde de sodium NaOH

D'autre part, nous préparons une deuxième solution de d'hydroxyde de sodium en suivant les mêmes étapes que de la première solution de KMnO_4 .

Nous pesons 4g de NaOH sans le toucher à la main (il est très dangereux et corrosif), Ferme rapidement le flacon pour éviter que l'hydroxyde de sodium s'hydrate et se carbonate à l'air nous mettons la quantité calculée dans l' erlenmeyer rempli d'eau distillée 200ml nous le remuons bien puis le mettons au bain-ultrason à une température de 150C° pendant 15 minutes .



Figure III.2. Préparation de l'hydroxyde de sodium (NaOH)

III.4.1.3. Préparation d'une solution d'acide sulfurique H_2SO_4

Nous apportons 20 ml de H_2SO_4 avec 30 ml d'eau distillée pour oxyder la solution.



Figure III.3. Préparation d'une solution d'acide sulfurique

PARTIE EXPERIMENTALE

- Dans un Becher, nous mélangeons les deux solutions (150 ml KMnO_4 + 50 ml NaOH) et le mettons au bain-ultrason, fermé et agité. Initialement, La couleur de la solution est violette et après quelques minutes de mélange et l'ajout de la deuxième solution de NaOH la couleur vire au brun foncé.

Nous mesurons le Ph de cette solution par le [PH-mètre](#) afin que:



Figure III.4. Mélange de deux solution (KMnO_4 + NaOH)

*Si la valeur du Ph est élevée Ph = 9 ou plus, nous ajouterons des gouttes de solution H_2

SO_4 afin de diminuer la valeur du pH.

*Si la valeur du Ph est faible pH = 2,5 ou moins, nous ajouterons des gouttes de solution de NaOH afin d'augmenter la valeur du pH.



Figure III.5. PH de la solution

La solution que nous obtenons enfin s'appelle nano composant de (MnO)

PARTIE EXPERIMENTALE

MnO peut être obtenu à partir de la réduction du permanganate de potassium (KMnO₄) avec l'acide sulfurique pendant le traitement hydrothermal, la réaction chimique entre KMnO₄ et l'acide sulfurique peut être formulée comme :

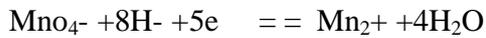


Figure III.6. solution de nano-composant(MnO)

Après avoir terminé la préparation de la solution de MnO et ajusté la valeur de pH comme nous avons déjà mentionné précédemment pour qu'elle soit égale à 9,2, nous remplissons de petits tubes avec cette solution et la mettons dans la centrifugeuse pendant 5 minutes comme la montre la figure III.7.



Figure III.7. tubes de nano-composant dans centrifugeuse

PARTIE EXPERIMENTALE

L'étape d'expulsion a pour but de séparer les deux phases (liquide + organique)
Après que 5 minutes se soient écoulées sur la solution dans la centrifugeuse, nous retirons la phase aqueuse des tubes et les remplissons à nouveau avec de l'eau distillée et bien les mélanger manuellement et les remettre à nouveau dans la centrifugeuse pendant 5 minutes pour purifier la phase organique en répétant ce processus plusieurs fois.



Figure III.8. séparation de deux phases (organique-liquide)

Après avoir terminé le processus de séparation les deux phases (liquide + organique), nous filtrons le produit résultant sur le papier filtre, puis le séchons sous basse pression pendant quelques minutes pour éliminer les traces de solvant comme indiqué dans la **fige** ci-dessous.



Figure III.9. Filtration de produit

III.4.2. Deuxième méthode par présence de liquide ionique

cette partie est consacré à la présentation des méthodes de préparation et de purification du sels liquide ionique : dihydrogénophosphate de 1-(hydroxyéthyl)-3-méthylimidazolium et 1-(hydroxyéthyl)-3-méthylimidazolium dérivées d'imidazolium .

Première Partie

III.4.2.1. Synthèse de deux nouveaux liquides ionique (d'écationique ; chloroethanol)

III.4.2.1.1. Stérilisation

On a rincé le ballon avec l'acétone puis on va le mettre dans le chauffage pour le sécher.

III.4.2.1.2. d'écationique

Pour préparé ce liquide ionique on mélange 2 produits (**1-Méthylimidazole** et Diiodométhane) Dans un ballon de 100 ml contenant Un mélange équimolaire de 3.6 ml de (**1-Méthylimidazole**) et 1.5 ml de Diiodométhane) . Et faire installer le ballon dans le support de l'agitateur après le fermé pour éviter la vaporisation de produit et le posé dans un récepteur plein de l'huile car l'huile réchauffé rapidement ce que facilite la production du d'écationique , Le mélange est agité sous reflux à 120°C pendant 3h et après nous récupérons notre produit.

Au début, la solution est incolore, après quelques minutes de mélange donne une coloration beige claire...



Figure III.10. Préparation de liquide ionique

III.4.2.1.3 Chloroéthanol

Dans un ballon de 100 ml muni d'un réfrigérant sont introduits 1,8 ml de chloroéthanol et installer dans l'agitateur sur un réception à l'huile. Le mélange est agité sous reflux à 120°C pendant 24h.

III.4.3. purification

Après la production des liquides ioniques passons à la purification pour éviter les produits de départ (Diiodométhane / Chloroéthanol) ; est finement broyé, lavé 3 fois avec l'éther diéthylique puis filtré avec papier filtre. Le produit est finalement séché sous pression réduite pendant 30 minutes afin d'éliminer les traces de solvant.



Figure III.11. décationique solide

Deuxième Partie

Le NPsMnO est synthétisée par la 2ème méthode en présence de liquide ionique

Dans un bécher de 100 ml, on introduit 2.5 ml de liquide ionique décationique et 50 ml de solution de KMnO_4 , la réaction produit directement et donne un coloré marron, en gardant le mélange réactionnel sous agitation à une température ambiante durant 30 minutes.

III.4.3.1. Purification

Le produit formé est filtré sous vide puis lavé avec l'eau distillée, jusqu'à ce que l'eau de lavage devient incolore, ensuite, le précipité est transféré dans un bécher pour le laver avec le méthanol pour éliminer les oligomères probablement formés puis à nouveau filtré sous vide, séché à l'étuve, ce dernier à une couleur marron **Figure III.12.**



Figure III.12. Filtration de solution (nano-composant + liquide ioniques)

Chapitre IV

Résultats et discussions

Introduction

Dans ce chapitre nous nous sommes intéressés des caractérisation par D.R.X de nanoparticules avec son liquides ioniques et propriétés diélectriques présenterons une analyse des propriétés diélectriques des matériaux synthésisés. Nous étudierons l'évolution de ces propriétés en fonction de la fréquence et de la température et nous discuterons des changements observés dans le comportement diélectrique à basse fréquence et des mécanismes de polarisation.

IV.1.Résultats DRX

IV.1.1. Résultats DRX de MnO en absence de LI

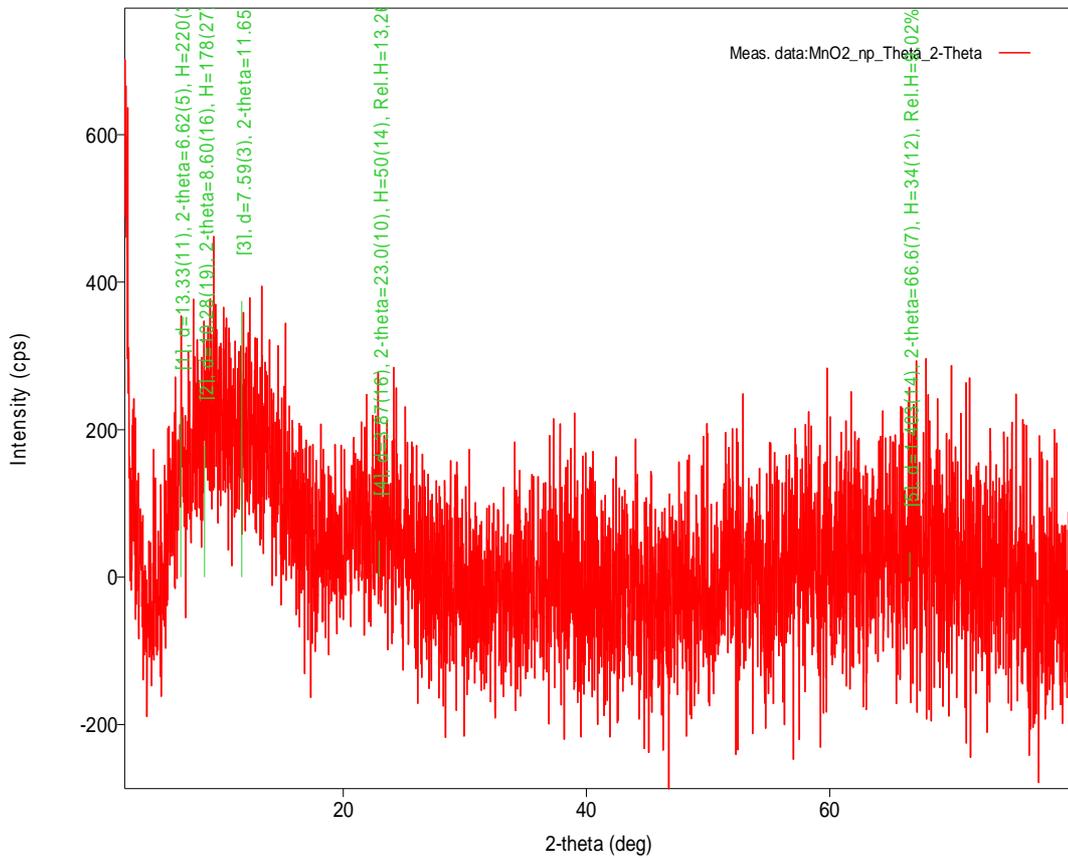


Figure IV.1 .diffractogramme des nanoparticules de MnO

IV.1.2. Résultats DRX de MnO en Présence de LI

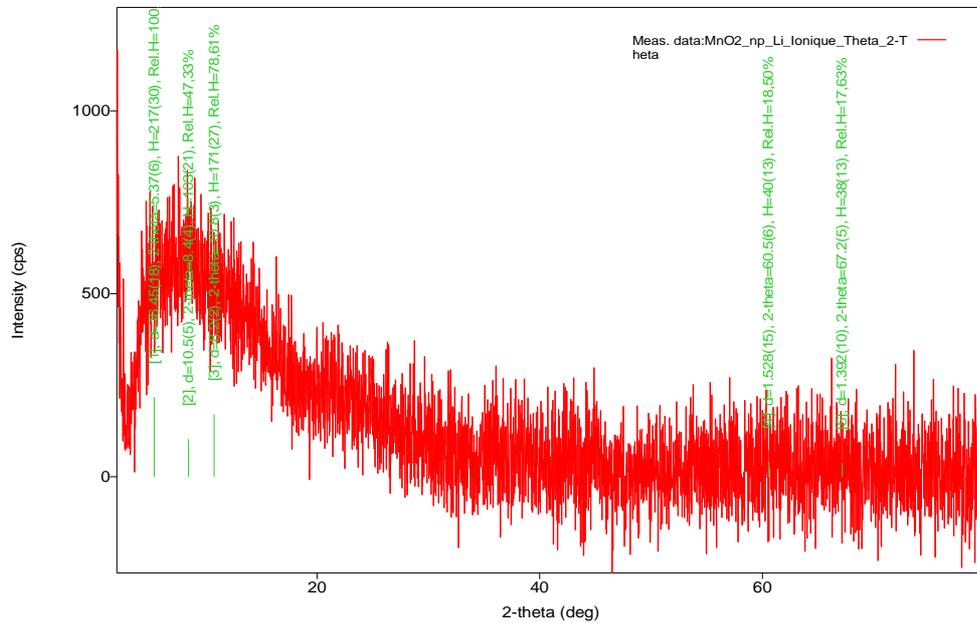


Figure IV. 2 .diffractogramme des nanoparticules de MnO+LI

Ces deux poudres ont été caractérisées par D.R.X. et les résultats sont montrés sur les figures 1et 2. En examinant ces deux spectres de diffraction, nous remarquons pour la figure 26 la présence des pics intenses 6 ° 9° 11° 23° 66° correspondants aux valeurs (*hkl*) suivantes : 120, 031, 131, 160 et 121.

D'après les fiches A.S.T.M. (American Society for Testing and Material), ces valeurs confirment structure du MnO de la variété cristallographique γ (gamma), reconnue comme la plus réactive.

Dans la figure 27 le spectre relatif au MnO synthé-tisé avec liquide ionque, les pics 5° 8° 11° 67° présents aux valeurs (*hkl*) 120 031 131 et 121 correspondent à la variété MnO (ramsdellite), ce qui montre que ce MnO est formé dans la matrice de la ramsdellite.

IV.2.Analyse diélectriques

IV.2.1.Analyse diélectriques de MnO+ LI

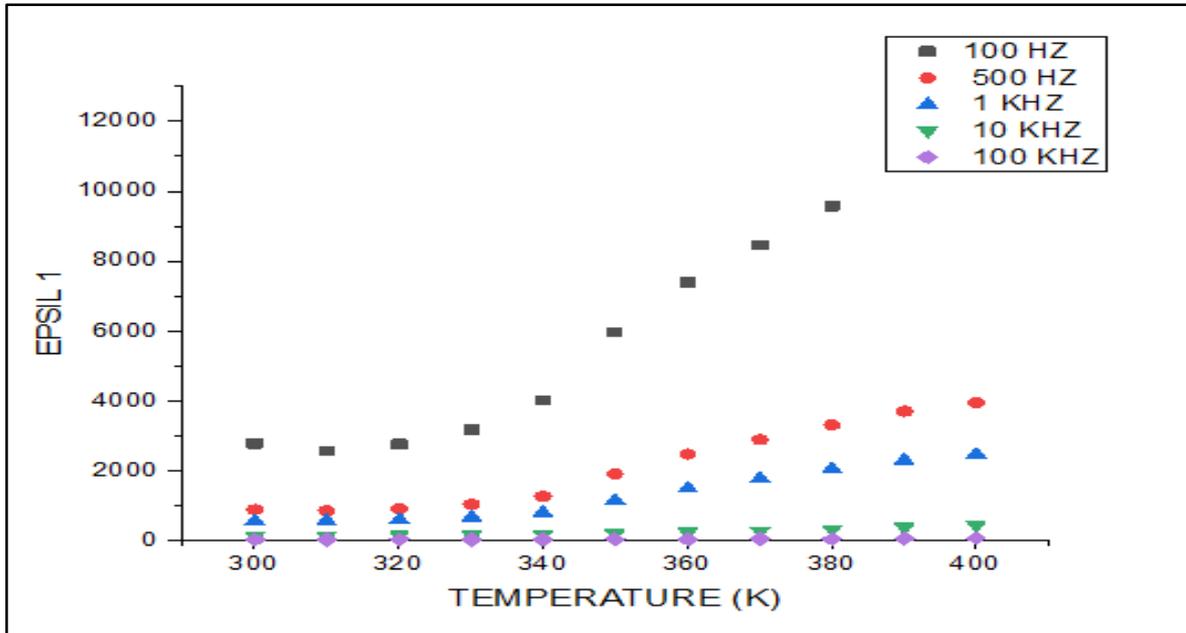


Figure IV.3.Variation de la permittivité (ϵ_1) en fonction de la température pour différentes fréquence MnO + LI

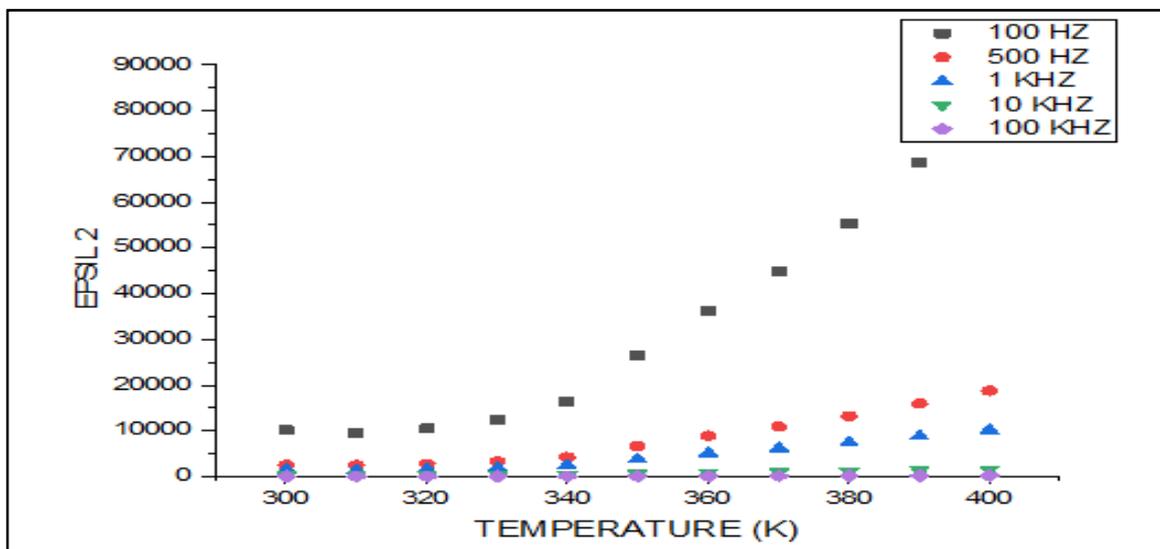


Figure IV. 4. Variation de la permittivité (ϵ_2) en fonction de la température pour différentes fréquence .MnO + LI

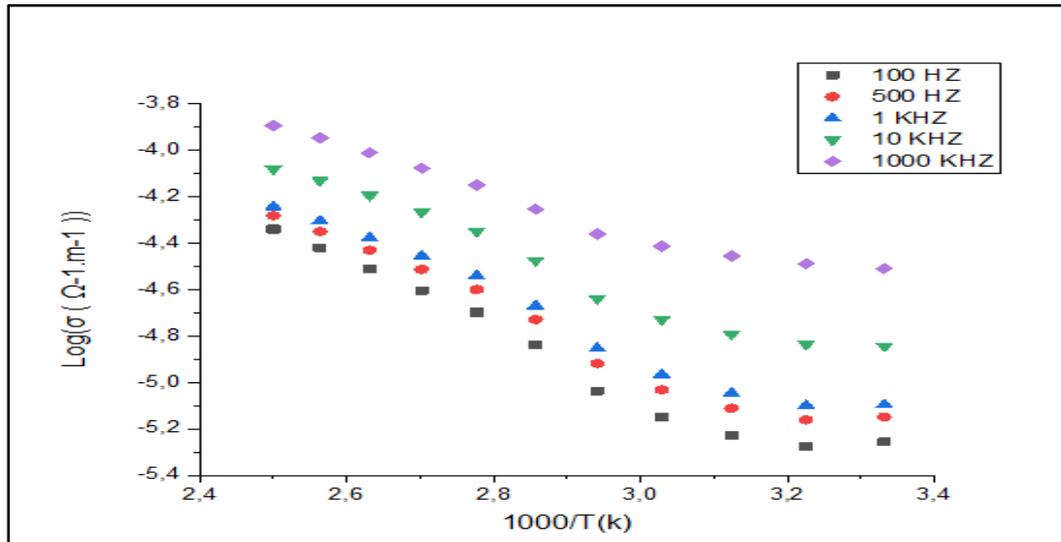


Figure IV. 5. Variation de la conductivité en fonction de la température pour différentes fréquences. MnO + LI

Les figures 3.4.5 représentent les variations de la permittivité relative réelle, (ϵ_1), imaginaire (ϵ_2) et la variation du logarithme de la conductivité en fonction de la température pour cinq fréquences : 100 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 10 kHz et 100 kHz.

Nous remarquons une augmentation importante de la permittivités relatives réelle (ϵ_1) et imaginaire (ϵ_2) pour les fréquences 100 Hz, 500 Hz, 1 kHz après la température du début de fusion T_f . Cette augmentation est associée à l'apparition du phénomène de polarisation des électrodes.

Nous remarquons aussi que la conductivité MnO avec Liquide ionique, a été jugée très élevée entre la température ambiante et 400 k.

$E_a(\text{MnO+LI})=0.92 \text{ eV}$

IV.2.2. Analyse diélectriques de MnO

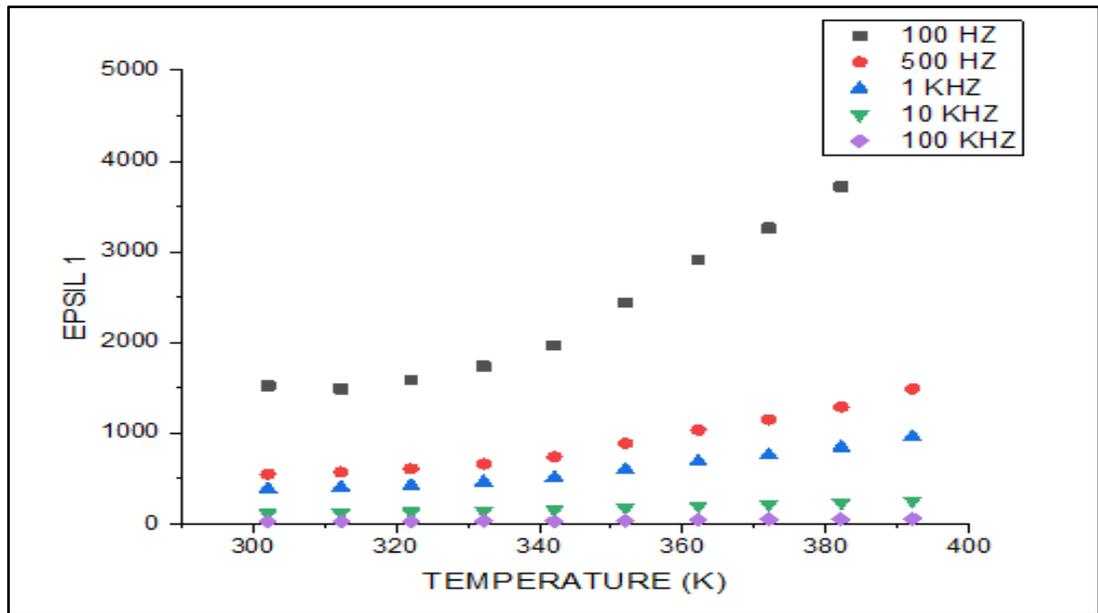


Figure IV.6. Variation de la permittivité (ϵ_1) en fonction de la température pour différentes fréquence MnO

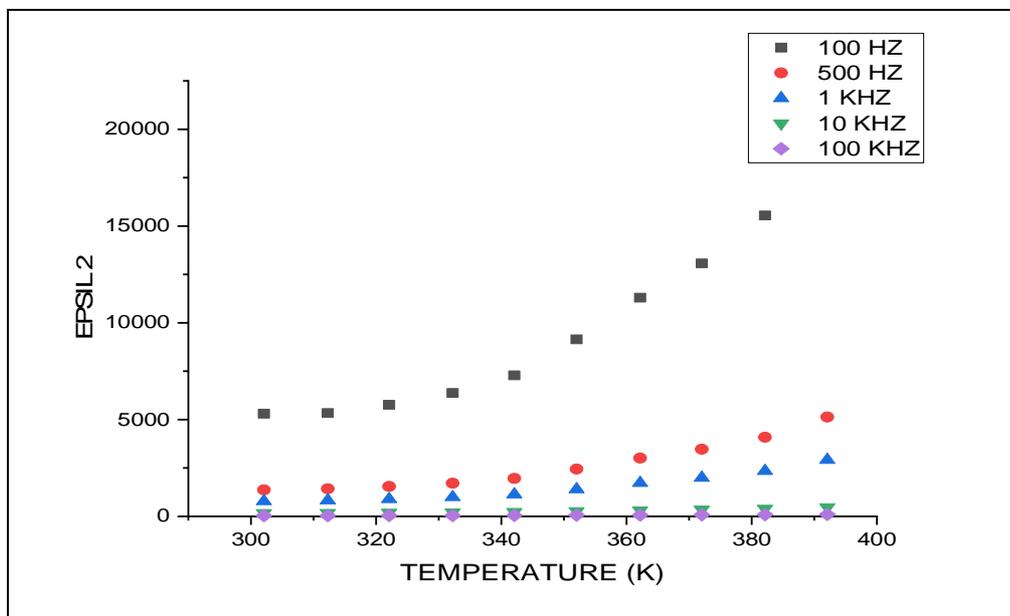


Figure IV.7. Variation de la permittivité (ϵ_2) en fonction de la température pour différentes fréquence .MnO

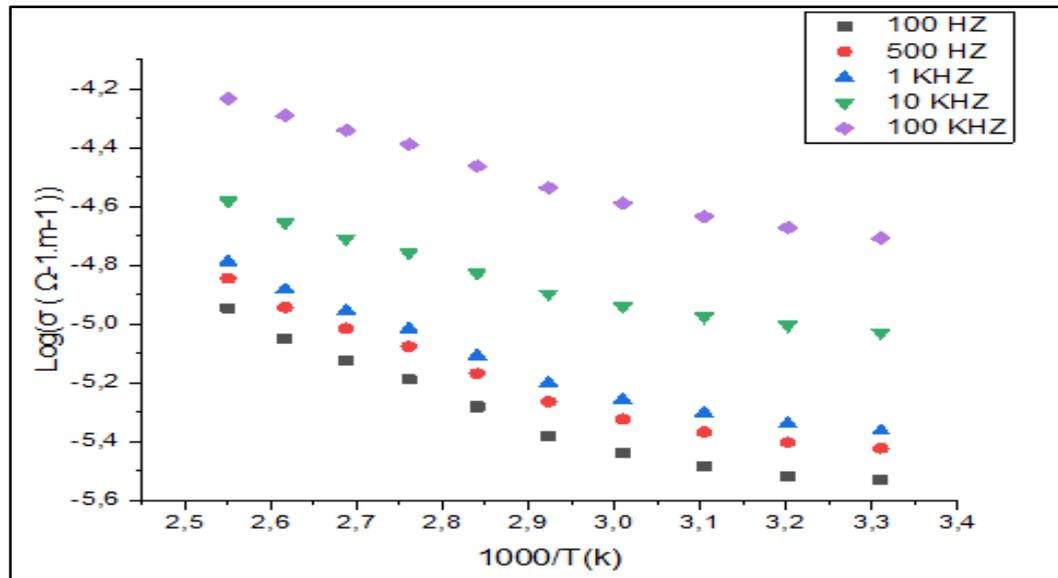


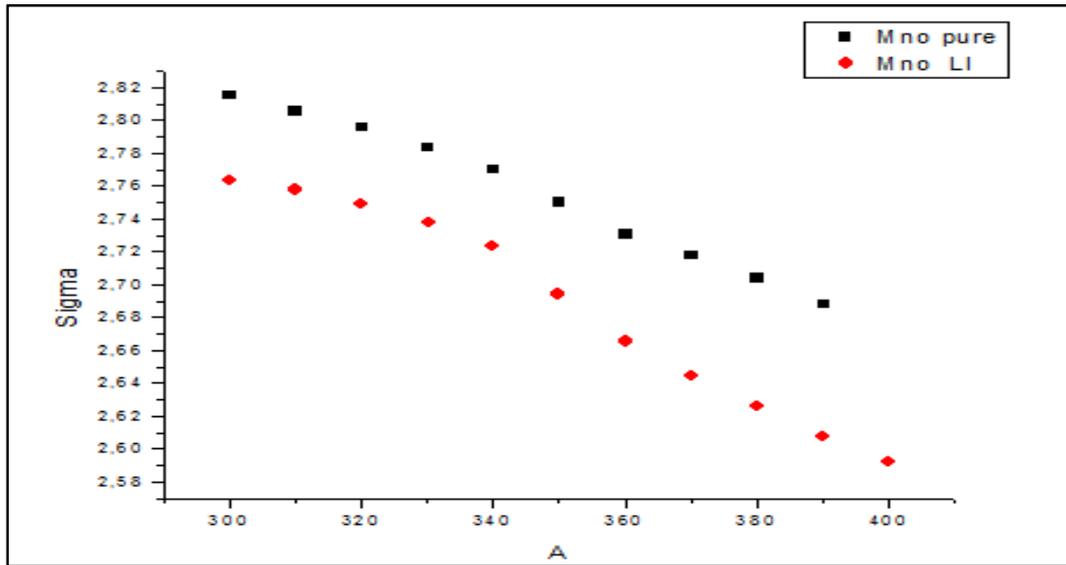
Figure IV. 8 .Variation de la conductivité en fonction de la température pour différentes fréquences MnO

Les figures 6.7.8 représentent les variations de la permittivité relative réelle, (ϵ_1), imaginaire (ϵ_2) et la variation du logarithme de la conductivité en fonction de la température pour cinq fréquences : 100 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 10 kHz et 100 kHz.

Nous remarquons une augmentation importante de la permittivités relatives réelle (ϵ_1) et imaginaire (ϵ_2) pour les fréquences 100 Hz, 500 Hz, 1 kHz après la température du début de fusion T_f . Cette augmentation est associée à l'apparition du phénomène de polarisation des électrodes.

Nous remarquons aussi que la conductivité MnO, a été jugée très élevée entre la température ambiante et 400 k.

E_a (MnO) = 0.70 eV.



100khz

Figure IV.9.variation de sigma en fonction defréquence Mno (pure, avec LI)

La figure 9 représente la variation de la conductivité moléculaire (Sigma) en fonction de la fréquence, nous remarquons une réponse la conductivité Mno pur avec LI A 100,dans lequel nous remarquons une diminution de la valeur de conductivité par rapporte. ça veut dire Si la fréquence augment donc la conductivité diminué, donc Mno pure est plus courant que Mno LI.

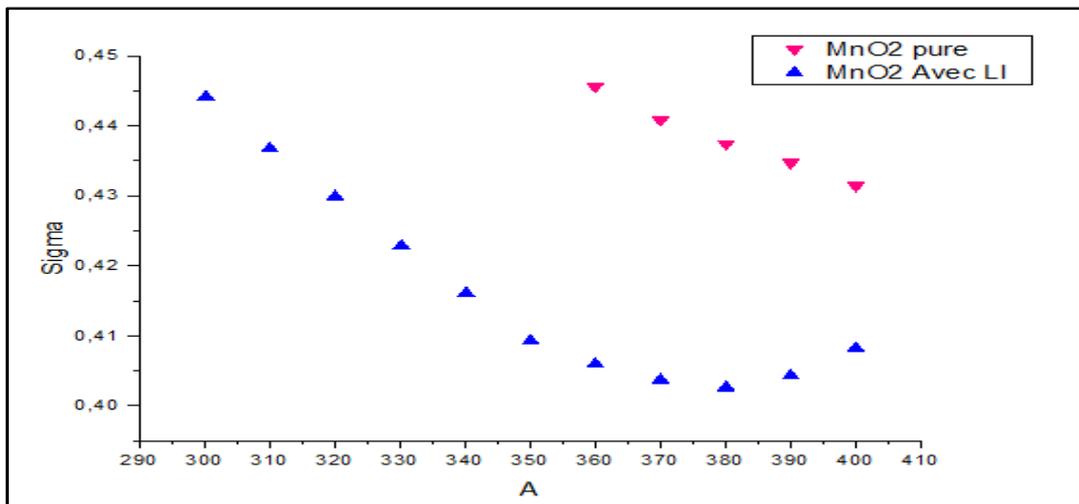


Figure IV.10.la conductivité en fonction de la température a la basse fréquence (100hz)

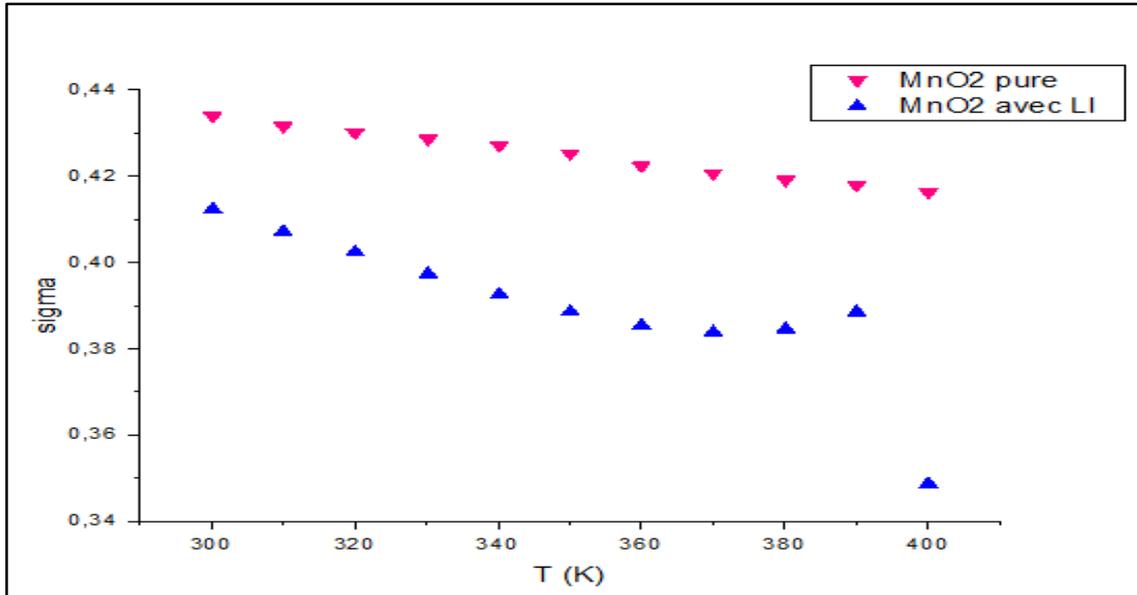


Figure IV.11. la conductivité en fonction de la température a la haute fréquence (100khz)

Sur la figure IV 10, nous avons observé la réponse des liquides ioniques à la conductivité moléculaire à température idéale, et observé la réponse des particules de MnO à la conductivité lorsque la température augmentait.

figure IV11 on observe une réponse vectorielle dans chacun des deux objets

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans notre présentthème, nous avons effectué la synthèse de nanostructures par voie chimique, et nous avons changé les conditions opératoires en mettant en œuvre cette composition en l'absence et en présence de liquides ioniques en équivalent industriel et en solvant à caractère acide, afin d'étudier l'effet de ces derniers sur le processus de synthèse des nanoparticules, Les IL sont également de véritables «fluides de conception», car ils peuvent être facilement fabriqués sur mesure ou conçus spécifiquement pour répondre à des besoins spécifiques. Il a été démontré que les IL remplacent avec succès les solvants organiques dans diverses réactions de synthèse organiques et inorganiques; Cependant, ce n'est pas le seul rôle des IL, il est intéressant de noter que les IL se sont avérées plus polyvalentes et capables de fournir un milieu approprié pour la synthèse de nanoparticules (NP) .

Lorsque les IL sont utilisées comme milieux de dispersion pour la synthèse de NP, il n'y a souvent pas besoin d'un autre agent stabilisant ou de coiffage, souvent les IL elles-mêmes peuvent agir comme agents réducteurs pour la synthèse de NP métalliques.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

- [01] **Desforges A., 2004.** Nucléation et croissance de nanoparticules métalliques dans une matrice organique poreuse, application à la catalyse. Thèse de doctorat. Université Bordeaux I. p253.
- [02] **Monfort F., Lecomte J., Janvier 2008.** Les applications des nanotechnologies. Revue *Sirrisdrivingindustry by technology 2* Bruxelles. p 185-189-190.
- [03] **Ungeller D., 2005.** Nanoparticules métalliques anisotropes synthétisées par voie chimique : fils, plaquettes et particules hybrides de cobalt-nickel, propriétés structurales et magnétiques ; fils d'argent auto-organisés. Thèse de doctorat. Université Paris 7.p356
- [04] **Ophélie Z., (2008).** «*Etudes des interactions physicochimiques et biologiques entre des nanoparticules manufacturées et des bactéries de l'environnement*».Thèse de doctorat, Université Paris VI - Pierre et Marie Curie, 321P.
- [05] **BSI, 2005.** Vocabularynanoparticles, British Standards, PAS 71: 2005, 26 p. Bureau of National Affairs, Washington D.C., 2004. Nanotechnology.*Conference Report*, Vol. 34, no. 42, p. 1068-1071.
- [06] **Busnaina A, 2007.**Nanomanufacturing Handbook, CRC Press, 400 p.
- [07] **Aitken RJ, Creely KS, Tran CL, 2004.** Nanoparticles: An Occupational Hygiene Review, Institute of Occupational Medicine, Health and Safety Executive (HSE), UK, Research Report 274, 113 p.
- [08] **CON 2008.** Towards Predicting Nano-Biointeractions: An International Assessment of Nanotechnology Environment, Health and Safety Research Needs. *International Council on Nanotechnology, Number 4, May 1, 2008, 80 p.*
- [09] **AFSSET, 2006.** Les nanomatériaux : effets sur la santé de l'homme et sur l'environnement, Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, Juillet 2006, Paris, 248 p.
- [10] **(Zhang et al ; 2010) Y Ma,WBai,ZZhang,K Lu, Y Ding,YZhao,Z Chai Nanotechnology 21**
- [11] **Hongtao YuSamuel S. R. DasaryAnant Kumar SinghDulalSenapati, and Paresh Chandra Ray***
- [12] **Luther W., (2004).** «*Industrial application of nanomaterials-chances and risks.Technical report, Future Technolos Division of VDI Technologiezentrum*».

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [13] **Pascale Andujar** .11.01.2016.nanoparticules :nature,utilisations,effets sur la santé .université paris _Est créteil faculté de Médecine Iserm U955 8 rue du Général Sarrail 94000 Créteil_France,1_23 p.
- [14]**Plechko****N.V, K.R. Seddon** Applications of ionic liquids in the chemical industry *Chem. Soc. Rev.*, 37 (2008), pp. 123-150.
- [15] **Earle, J. M. Esperan****\cca, M. A. Gilea, J. N. C. Lopes, L. P. Rebelo, J. W. Magee, K. R. Seddon, et J. A. Widegren**, « The distillation and volatility of ionic liquids », *Nature*, vol. 439, no 7078, p. 831–834, 2006.
- [16] **J.S. Michelman****Olofson R.A, W.R. Thompson**, **Heterocyclic nitrogen ylides***J. Am. Chem. Soc.*, 86 (1964), pp. 1865-1866,
- [17]**Yuen****A.K.L, A.F. Masters, T. Maschmeyer** 1,3-Disubstituted imidazolium hydroxides: dry salts or wet carbenes?*Catal. Today*, 200 (2013), pp. 9-16.
- [18]**C friedl and J M Crafts.**,(2009).*Mild liquid-phase Friedel-Crafts acylation of heteroaromatic compounds over zeolite Beta.**Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*,V 305(1-2) .p.100-103.
- [19]**Jonathan W. Steed.**, **pr.jerry Atwood (2009).***Supramolecular Chemistry*.pr.jerry Atwood.8-10 p. **ISBN: 978-0-470-51234-0.**
- [20] **Walden P**, Molecular weights and electrical conductivity of several fused salt. *Bull. Acad. Imper. Sci. (St. Petersburg)* 1914, 405.
- [21]**wler (1951). Hurley F.H.&T. P.** , The electrodeposition of aluminum from nonaqueous solutions at room temperature. *Journal of the Electrochemical Society*, 98(5), 207-212.
- [22]**pr.janyoke.**, *Physical Properties of Ionic Liquids for Electrochemical Applications*, WileyVCHVerlag GmbH & Co. KGaA, 2008, p. 47-82.
- [23] **Wilkes J.S,& M. J. Zaworotko, (1992).** Air and water stable 1-ethyl-3-methylimidazolium based ionic liquids. *Journal of the Chemical Society, Chemical Communications*, (13), 965-967.
- [24]**Richard., Lynnette A. Blanchard**, Dan Hancu, Eric J. Beckman and Joan F. Brennecke, “Green Processing Using Ionic Liquids,” *Nature*, 399, 1999, p. 28-29.
- [25]**charles Hussey ., Y. Pan, L. E. Boyd, J. F. Kruplak, W. E. Cleland, Jr., J. S. Wilkes**, “Physical and Transport Properties of Bis(trifluoromethylsulfonyl)imide-Based Room-Temperature Ionic Liquids: Application to the Diffusion of Tris(2,2’-

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- bipyridyl)ruthenium(II),” *J. Electrochem. Soc.*, **158**, F1-F9 (2011). DOI: 10.1149/1.3505006
- [26] **M. J. Zaworotko, (1992)**. Air and water stable 1-ethyl-3-methylimidazolium based ionic liquids. *Journal of the Chemical Society, Chemical Communications*, (13), 965-967.
- [27] **Dr Joan. Brennecke.P.et al.** Joe Magee “Workshop on Ionic Liquids: Properties of Ionic Liquids and their Application in Chemical Engineering ». IACT/IUPAC International Conference on Chemical Thermodynamics, Rostock, Germany, 27 July to 2 August 2002.
- [28] **Berthod A, S. Carda-Broch**, *l’actualité chimique* 2004, 24.
- [29] **K. R. Seddon, & R. Wareing, (2001)**. A simple colorimetric method for the quality control of 1-alkyl-3-methylimidazolium ionic liquid precursors. *Green Chemistry*, 3(1), 33-36.
- [30] **Francois Y. (2006)**, Utilisation d’EC pour la caractérisation des liquides ioniques et intérêt des LIs comme nouveaux milieux de séparation en EC, Thèse doctorat, Université de Pierre et Marie curie, p. 17.18. 29. 30.
- [31] **Wnelto, Wasserscheid, P.;** *T. Ionic Liquids in Synthesis*; Wiley-VCH: Weinheim, 200
- [32] **Deetlefs, M.; Seddon, K. R. Green Chem.** 2003, 5, 181-186.
- [33] **Levisky., M. Debdab, F. Mongin, et J. P. Bazureau,** « Ionic-liquid-supported synthesis of amines and derivatives », *Synthesis*, vol. 2006, no 23, p. 4046–4052, 2006.
- [34] **Guezzen.B,** Thèse de doctorat: Les liquides ioniques & le D2EHPA/TBP dans l’exaction liquide – liquide de Zn(II), Cd(II) & Hg(II); 2014, Université de Tlemcen, Algérie.
- [35] **Gutel T. (2007)**, les liquides ioniques, leur utilisation et leur rôle comme solvants de réaction catalytique, Thèse doctorat, Université de Claude Bernard - Lyon 1, p. 23. 24.
- [36] **Joan Brennecke.F., M.Jacob Crosthwaite.** Liquid phase behavior of imidazolium-based ionic liquids with alcohols: effect of hydrogen bonding and non-polar interactions. *Fluid Phase Equilibria* 228–229 (2005) 303–309.
- [37] **Yang W., Peters J.I., Williams R.O., (2008)**. « *Inhaled nanoparticles—a current review* ». *Int J Pharm*, 356(1-2)

Résumé

L'objectif de cette étude, des nanoparticules d'oxyde de manganèse (MnO) ont été synthétisées par réduction chimique de $KMnO_4$ en utilisant la méthode monocristalline MnO dans une solution H_2SO_4 et NaOH à température ambiante.

D'autre part, nous avons la synthèse de liquide ioniques (IL) qui peuvent jouer un double rôle dans la conception et la réduction du dioxyde de manganèse pour la synthèse de nanoparticules (MnO NP) en présence de liquide ionique à base d'imidazolium 1-(hydroxyethyl)-3-methylimidazolium chlorid. Nous avons également présenté une nouvelle méthode simple pour la synthèse de certains IL contenant du citrate comme antagoniste et leur application dans la préparation de nanoparticules de dioxyde de manganèse.

Les mesures diélectriques ont été réalisées dans une large gamme et les mesures de la conductivité diélectrique ont été obtenues par la méthode des quatre points. chacune d'entre elles, nous a donné une information très importante.

Les mots clés : Nanoparticules, liquide ioniques (IL), oxyde de manganèse (MnO).

Abstract

The objective of this study, nanoparticles of manganese oxide (MnO) were synthesized by chemical reduction of $KMnO_4$ using the monocrystalline method MNO in H_2SO_4 and NaOH solution at room temperature.

On the other hand, we have the synthesis of ionic liquid (IL) which can play a dual role in the design and reduction of manganese dioxide for the synthesis of nanoparticles (MnO NP) in the presence of ionic liquid based on imidazolium 1-(hydroxyethyl)-3-methylimidazolium chlorid. We have also presented a new simple method for the synthesis of certain ILs containing citrate as an antagonist and their application in the preparation of manganese dioxide nanoparticles.

The electrical measurements were carried out in a wide range and the dielectric conductivity measurements were obtained by the method of four points each of them gave us very important information.

Key words : Nanoparticles, ionic liquid (IL), manganese oxide (MnO).

المخلص:

الهدف من هذه الدراسة ، تم تصنيع الجسيمات النانوية من أكسيد المنغنيز (MnO) عن طريق الاختزال الكيميائي لـ $KMnO_4$ باستخدام الطريقة أحادية البلورية MnO في محلول H_2SO_4 و NaOH عند درجة حرارة الغرفة. من ناحية أخرى ، لدينا تخليق السائل الأيوني (IL) الذي يمكن أن يلعب دورًا مزدوجًا في تصميم وتقليل ثاني أكسيد المنغنيز لتخليق الجسيمات النانوية (MnO NP) في وجود سائل أيوني يعتمد على إيميدازوليوم 1- (هيدروكسي إيثيل) -3- ميثيل إيميدازوليوم كلوريد. لقد قدمنا أيضًا طريقة بسيطة جديدة لتخليق بعض ILs التي تحتوي على سترات كمضاد وتطبيقها في تحضير جزيئات ثاني أكسيد المنغنيز النانوية. تم إجراء قياسات كهربائية في نطاق واسع وتم الحصول على قياسات موصلية عازلة باستخدام طريقة النقاط الأربع كل واحد منهم اعطانا معلومات هامة جدا.

الكلمات المفتاحية : الجسيمات النانوية، السائل الأيوني، أكسيد المنغنيز