



<sup>ème</sup>  
**11** Conférence Internationale  
des Energies Renouvelables

**Proceedings of Engineering & Technology  
-PET-**

**Editeur : Dr. Ahmed Rhif (Tunisie)**



# ICID

Centre International d'Innovation et de Développement

<sup>ème</sup>  
**11** Conférence Internationale  
des Energies Renouvelables

Proceedings of Engineering & Technology  
-PET-

Editeur : Dr. Ahmed Rhif (Tunisie)

PET-Vol. 84

ISSN : 1737-9334

# Comités

## Présidents d'honneurs

Bendifallah Leila (ALG)  
El Mati Khoumri (MAR)  
Georges Descombes (FRA)

## Présidents Généraux

Ahmed Rhif (TUN)  
Fatima Zohra Boufadi (ALG)  
Jeru Achyl Hounogbe (SEN)  
Tayane Souad (MAR)

## Comité de Pilotage

Abdoulaye Bouya Diop (SEN)  
Akrouch Soukaina (MAR)  
Allé Dioum (SEN)  
Belatel Mimi (ALG)  
Birane Mouhoub (ALG)  
Djeghlal M.Lamine (ALG)  
Ines Ben Sassi (TUN)  
Kasbadji Merzouk Nachida (ALG)  
Meriem Hayani Mechkouri (MAR)  
Nada Chtioui (TUN)  
Nawel Seddiki (ALG)  
Rekioua Djamila (ALG)  
Sahbeni Kawther (TUN)  
Salma El Aimani (MAR)  
Sara Zatir (ALG)  
Taher Bahi (ALG)  
Yosra Lahdheri (TUN)  
Youssef Soufi (ALG)

## Comité Technique

Abdelkrim Khireddine (ALG)  
Abdellah Mechaqrane (MAR)  
Barara Mohamed (FRA)  
Bedoud Khouloud (ALG)  
Berbaoui Brahim (ALG)  
Cherkaoui Abdeljabbar (MAR)  
Djalila Boudemagh (ALG)  
El Fadar Abdellah (MAR)  
Fateh Mebarek-Oudina (ALG)  
Gherbi Mohamed (ALG)  
Hadja Fatima Mehnane (ALG)  
Haitham Saad Mohamed Ramadan (FRA)  
Kamal Reklaoui (MAR)  
Kheiri Abdelhamid (FRA)  
Kouzou Abdallah (ALG)  
Madiha Yessari (MAR)  
Manal Marzouq (MAR)  
Mhamed Hammoudi (ALG)  
Mounir Gaidi (UAE)  
Mustapha Hatti (ALG)  
Rabhi Selma (ALG)  
Rachid Benchrifa (MAR)  
Rafika Boudries (ALG)  
Rahmouni Soumia (ALG)  
Sellam Mebrouk (ALG)  
Slimane Semghouli (MAR)  
Sofiane Amara (ALG)  
Youssef Errami (MAR)  
Zohra Ameur (ALG)

# Sommaire

Signature hors ligne basée sur des caractéristiques multi-résolution binarisées appliqué à la sécurité nucléaire <i>Bendjoudi Salim, Doghmane Hakim, Mentouri Zoheir, Bourouba Hocine</i> .....	1
Étude expérimentale de l'élimination d'un colorant sur un bioadsorbant issu de déchets agricoles <i>Nawal Ferroudj, Abdelber Belbaki, Assia Yousra Bououdine, Malek Regagda</i> .....	4
Identification des signatures hors ligne dans le domaine de la sécurité nucléaire par la représentation de motifs croisés <i>Bourouba Hocine, Doghmane Hakim, bendjoudi salim</i> .....	12
Étude expérimentale d'une machine frigorifique à absorption- diffusion : effet de la variation de la puissance du générateur sur les performances <i>Ikram Saafi, Ahmed Taieb, Ahmed Bellagi</i> .....	15
Elaboration et caractérisation de composites flexibles à matrice silicone renforcées par des nanoparticules céramiques NBT-BT <i>Malika Saidi, Zahia Chelli, Nadia Serkhane, Saliha Rabehi, Afcène Chaouchi</i> .....	23



## Signature hors ligne basée sur des caractéristiques multi-résolution binarisées appliqué à la sécurité nucléaire

Bendjoudi Salim<sup>1</sup>, Doghmane Hakim<sup>2</sup>, Mentouri Zoheir<sup>3</sup>, Bourouba Hocine<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup>Université 8 Mai 1945 Guelma  
B.P. 401, 24000, Guelma, Algérie

<sup>1</sup>[bendjoudi.salim@univ-guelma.dz](mailto:bendjoudi.salim@univ-guelma.dz)

<sup>2</sup>[doghmane.hakim@univ-guelma.dz](mailto:doghmane.hakim@univ-guelma.dz)

<sup>3</sup>[zoheirmentouri@yahoo.fr](mailto:zoheirmentouri@yahoo.fr)

<sup>4</sup>[bourouba.hocine@univ-guelma.dz](mailto:bourouba.hocine@univ-guelma.dz)

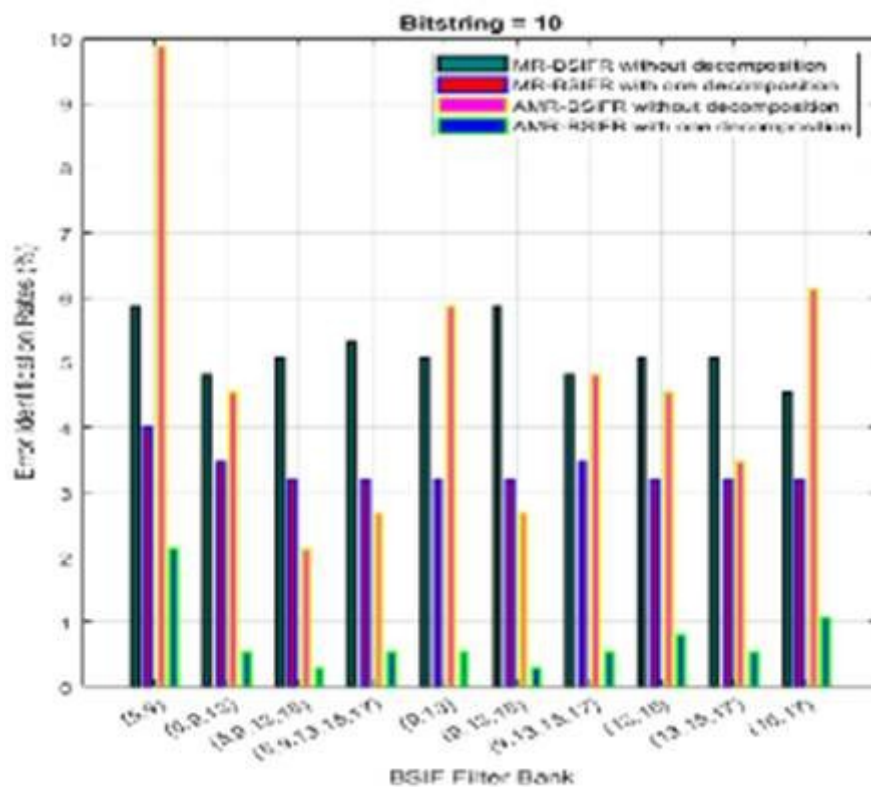
### INTRODUCTION

Les mesures de sécurité et de radioprotection sont essentielles à la protection des travailleurs, du public et de l'environnement dans le domaine de l'énergie nucléaire. Ces mesures sont conçues pour éviter les événements désastreux internes résultant d'erreurs humaines ou de défaillances matérielles ou externes à l'installation et pour limiter les conséquences de ceux qui se produiraient malgré les mesures de prévention prises. L'ensemble des mesures visant à prévenir et à limiter les conséquences est complété par des mesures de sécurité visant à prévenir les activités terroristes ou malveillantes et, si nécessaire, à les anéantir. La mise en place des systèmes biométriques précis et fiables peut jouer un rôle important dans le renforcement de la sécurité et particulièrement des sites nucléaires. Ainsi, pour identifier efficacement les individus, les systèmes biométriques utilisent des mesures physiologiques et/ou comportementales distinctes. Ils peuvent utiliser les empreintes digitales, la reconnaissance de l'iris, la reconnaissance vocale, la reconnaissance des signatures ou l'emploi d'autres traits biométriques. Ils permettent ainsi de contrôler l'accès aux zones sensibles des installations nucléaires en vérifiant l'identité des personnes autorisées avant de leur donner la permission d'accès. De plus, il est impératif de garantir que les zones dangereuses et les équipements ne soient approchées et manipulées que par des personnes qualifiées et autorisées. Les opérateurs peuvent également être authentifiés à l'aide de systèmes biométriques. Malgré les recherches approfondies menées jusqu'à aujourd'hui, la reconnaissance de signatures en hors ligne reste souvent un défi, en particulier lorsqu'il s'agit de distinguer les signatures authentiques des fausses. En effet, la différence d'apparence entre une signature authentique et une signature falsifiée peut être beaucoup plus faible que celle des signatures authentiques. C'est pourquoi le présent travail propose une nouvelle approche pour la représentation des signatures en hors ligne par le biais d'une analyse multi-échelle. En effet, cette dernière présentation est destinée à capturer les caractéristiques de texture sur une large gamme de résolutions. Elle est conçue à partir de caractéristiques statistiques binarisées de l'image, qui sont calculées à différentes échelles. Les filtres pré-appriés, dérivés d'images naturelles, sont mis en œuvre sur les images de signature afin de révéler la structure de la signature et de générer une description discriminante de l'image. Les données pertinentes réduites sont évaluées à l'aide du classificateur pour une reconnaissance



efficace de la signature hors ligne. Lorsqu'un niveau d'exactitude plus élevé est nécessaire, la reconnaissance des signatures manuscrites est principalement utilisée pour certifier l'authenticité d'une personne. Malgré des recherches approfondies, la reconnaissance de signatures hors ligne reste souvent un défi, en particulier lorsqu'il s'agit de distinguer les signatures authentiques des fausses. En effet, la différence d'apparence entre une signature authentique et une signature falsifiée peut être beaucoup plus faible que celle des signatures authentiques. C'est pourquoi le présent article propose une nouvelle approche de la représentation des signatures hors ligne par le biais d'une analyse multi-échelle. En effet, cette dernière présentation est destinée à capturer les caractéristiques de texture sur une large gamme de résolutions. Elle est conçue à partir de caractéristiques statistiques binarisées de l'image, qui sont calculées à différentes échelles. Les filtres pré-appris, dérivés d'images naturelles, sont mis en œuvre sur les images de signature afin de révéler la structure de la signature et de générer une description discriminante de l'image. Les données pertinentes réduites sont évaluées à l'aide d'un classificateur pour une reconnaissance efficace de la signature hors ligne.

## Résultats obtenus



## Conclusion

La base de données des signatures hors ligne MCYT-75 a été utilisée pour tester l'algorithme de reconnaissance nouvellement développé. D'après les résultats obtenus de la simulation effectuée, le vecteur de caractéristiques AMR-BSIF a produit des scores d'identification d'environ 99,73 %. Ces résultats démontrent que la précision du système



proposé est supérieure à celle d'approches plus récentes et que sa dimension fortement condensée peut-être associée à davantage de caractéristiques pour améliorer l'efficacité.

## Références

- [1] K. Harmandeep, K. Munish, "Signature identification and verification techniques: state-of-the-art work", Jour. of Amb. Intel. & Hum. Comp., Springer, 2021.
- [2] Y. Guerbai, Y. Chibani, and B. Hadjadji, "The effective use of the one-class SVM classifier for handwritten signature verification based on writer-independent parameters, Pattern Recognit., vol 48(1), pp. 103-113, 2015.
- [3] L.G. Hafemann, L.S. Oliveira, R. Sabourin, "Fixed-sized representation learning from offline handwritten signatures of different sizes", Int. J. Doc. Anal. Recognit., vol. 21 (3), pp.1-14, 2018.

# Étude expérimentale de l'élimination d'un colorant sur un bioadsorbant issu de déchets agricoles

Nawal Ferroudj<sup>#1,2</sup>, Abdelber Belbaki<sup>\*3</sup>, Assia Yousra Bououdine, Malek Regagda

<sup>#</sup> *Laboratoire de Biotechnologie, École Nationale Supérieure de biotechnologie Taoufik Khaznadar, Ville Universitaire Ali Mendjeli, BP E66 25100, Constantine, Algérie.*

<sup>1</sup>n.ferroudj@ensbiotech.edu.dz

<sup>3</sup>abdougch@gmail.com

<sup>\*</sup> *Centre de recherche scientifique et technique en analyses physico-chimiques BP 384, Zone industrielle Bou-Ismaïl RP 42004 Tipaza, Algérie.*

<sup>2</sup>ferroudj.nawal@gmail.com

**Résumé**— Dans cette étude, nous présentons une étude expérimentale de l'élimination d'un colorant du Bleu de Méthylène en solution par l'adsorption sur différents supports : charbon actif commercial et le déchet de café, ce déchet de café a été utilisé en l'activant thermiquement et chimiquement, dans un réacteur en mode batch. Plusieurs paramètres sur la capacité de rétention ont été étudiés, tel que, l'effet du temps de contact l'effet de pH et l'effet du rapport solide-liquide. Les isothermes ont été utilisées pour décrire l'adsorption du colorant, le modèle de B.E.T à un meilleur coefficient de corrélation. Les modèles cinétiques : pseudo premier ordre, pseudo second ordre ont été utilisés pour analyser les données obtenues pour l'adsorption du BM, les résultats ont indiqué que le charbon actif obéit au model du pseudo premier ordre et le déchet de café obéit au model du pseudo second ordre.

**Mots clés**— Traitement des eaux, Valorisation d'un déchet, Bioadsorbant, Bleu de Méthylène, Isotherme d'adsorption, Cinétique d'adsorption.

## I. INTRODUCTION

La pollution des eaux issues des rejets industriels est un sérieux problème dans le monde. Cette pollution peut provoquer des effets nocifs sur l'environnement. Ces polluants en générale présentent un véritable danger pour l'homme et son environnement en raison de leur stabilité et de leur faible biodégradabilité [1 ; 2] Les colorants sont largement utilisés dans les imprimeries, les produits alimentaires, cosmétiques et cliniques, mais en particulier dans les industries textiles pour leur stabilité chimique et la facilité de leur synthèse et leur variété de couleurs. Cependant, ces colorants sont à l'origine de la pollution une fois évacués dans l'environnement. Plusieurs traitements ont été utilisés pour diminuer l'effet néfaste des effluents rejets (Le processus biologique classique, oxydation ou l'ozonation, séparation par membrane,...). Ces procédés sont couteux et ne peut pas efficacement utiliser pour traiter les différents types des eaux usées [3]. Mais le traitement avec l'adsorption en phase liquide a été jugé comme un procédé très efficace pour l'élimination de la couleur en terme coût, la simplicité de la conception, la facilité d'exploitation et de l'insensibilité de la substance toxique [4].

Le charbon actif est l'adsorbant préféré pour l'élimination des impuretés de l'eau en les fixant et en les faisant s'accumuler à sa surface (Raymond Desjardins., 1990). Beaucoup de chercheurs ont montré un grand intérêt pour les adsorbants préparés à base de matériaux naturels ou de déchets agricoles et industriels, en vue de remplacer le charbon actif comme : les noyaux de pêche [5], les noyaux des dattes [2], les noyaux d'olives [6], et la coquille d'œuf [7], pour les utiliser en qualité d'adsorbants. Ces bioadsorbants qui sont disponibles, avec un coût de revient très faible, se sont avérés efficaces vis-à-vis des molécules organiques à l'échelle de laboratoire.

Dans le présent travail, nous avons étudié une méthode pratique, simple et rapide pour l'élimination d'un colorant « Bleu de Méthylène » d'une solution synthétique par adsorption en utilisant différents bioadsorbants (Valorisation d'un déchet végétal : déchet de café), et comparer ses performances par rapport le charbon actif commercial de BIOCHEM Chemopharma, en vue d'une application à la dépollution d'un effluent réel. Différents

paramètres expérimentaux ont été analysés: pH, masse d'adsorbant, concentration initiale en colorant, la vitesse d'agitation.

Afin de mieux comprendre le mode et la vitesse d'adsorption du colorant BM, nous nous sommes intéressés particulièrement à étudier les isothermes et la cinétique d'adsorption.

## II. PROCÉDURE EXPÉRIMENTALE

### A. Préparation des adsorbants

Dans le but de valorisation des déchets agricoles « déchet de café », des adsorbants moins coûteux et efficaces, pour l'élimination et la rétention d'un colorant « BM » sont testés. Ce travail repose sur la proposition de deux bioadsorbants qui ont le déchet de café activé thermiquement (DCT) et déchet de café activé chimiquement (DCC) pour voir leurs efficacités dans les deux cas. Une comparaison du pouvoir adsorbant de ces supports avec celui d'un charbon commercial (CAC) a aussi été effectuée.

Après le nettoyage et leur séchage dans une étuve à une température de 50°C pendant 48h. Les déchets secs issus du séchage sont ensuite broyés et tamisés pour obtenir une poudre très fine de taille 0.30mm. Cette poudre sera la matière première pour préparer le bio-adsorbant.

### B. Procédure expérimentale

La procédure expérimentale suivie est simple, consiste à mettre en contact, 0.5 g du support avec 100 ml de la solution fille dans un bécher de 125ml.

- Mise sous agitation de 600 tr/min à la température ambiante et dont le temps de contact est de 120 min.
- Prendre des échantillons dans les temps 0, 5, 10, 20, 30, 60, 80, 100, 120 min.
- Séparation et filtration de la solution avec du papier filtre.
- La solution filtrée est récupérée dans des tubes à vices.
- Mesurer l'absorbance des solutions filtrées pour la détermination de la quantité adsorbée  $q$  et la concentration  $C$ .

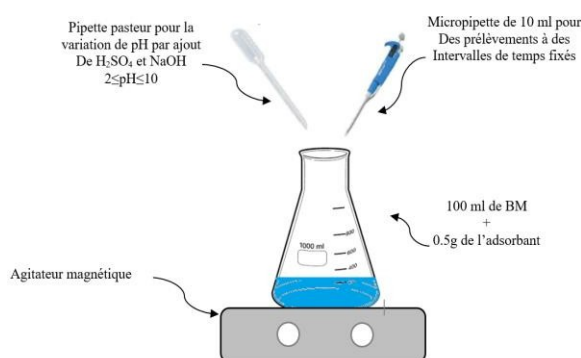


Fig. 1 Dégradation du BM

## III. RESULTATS ET DISCUSSION

### A. Effet du contact

Puisque l'adsorption est un phénomène de transfert du polluant de la phase liquide vers la phase solide, le temps de contact est un facteur important car il nous permet de déterminer les points qui constituent l'isotherme d'adsorption ainsi sa nature. Cette étude est importante dans le but de déterminer la durée nécessaire pour atteindre l'équilibre « saturation ». Les résultats obtenus sont représentés sur une courbe donnant la quantité adsorbée «  $q$  » par gramme de support en fonction du temps, à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible.

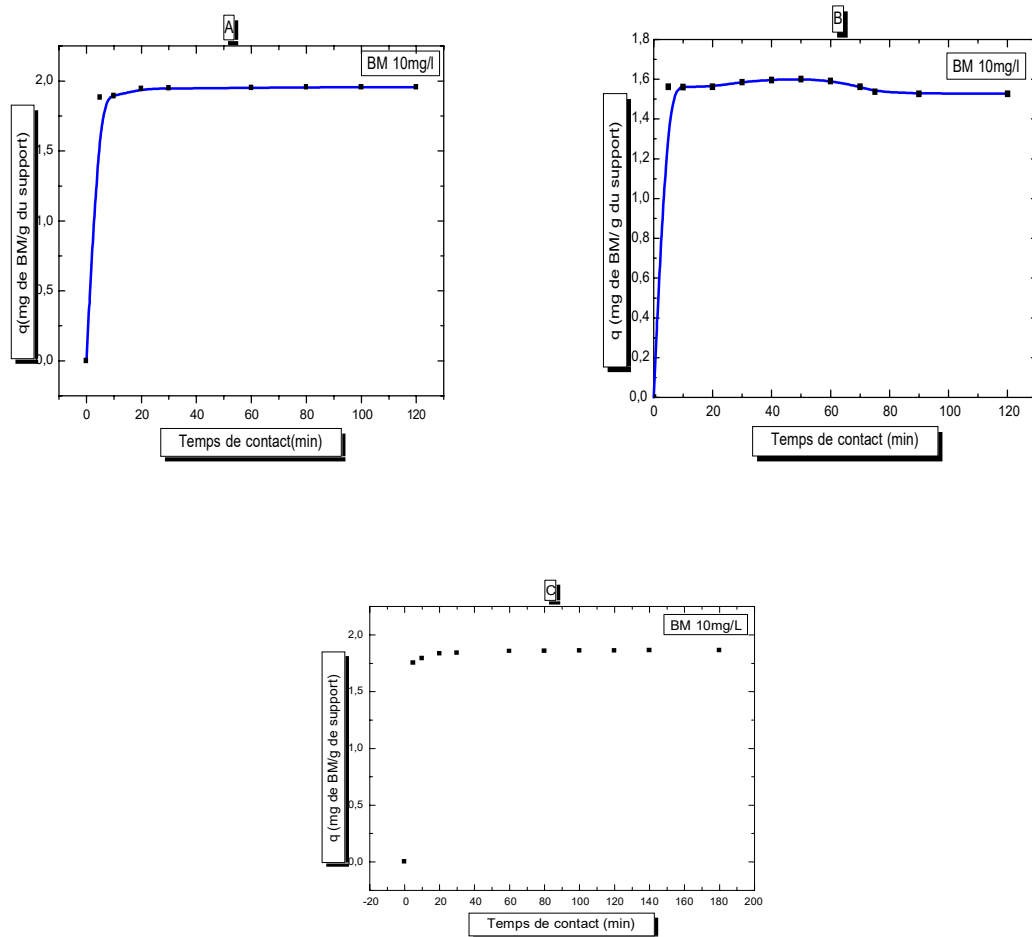


Fig. 2 Effet du temps de contact sur la rétention du BM par (A) Charbon actif commercial, (B) Déchet de café activé thermiquement et (C) Déchet de café activé chimiquement ( $C^0 = 10\text{mg/l}$ ,  $m=0.5\text{g}$ ,  $V=600\text{tr/min}$ ,  $t=120\text{min}$ ,  $V=100\text{ml}$ ,  $T= 21\text{C}^\circ$ ,  $\text{pH}=5.86$ )

D'après ces résultats, nous remarquons que la capacité de l'adsorption augmente avec l'augmentation du temps de contact. Ils montrent que la vitesse d'adsorption de colorant **BM** sur les adsorbants évaluée rapidement dans les premières minutes (**0 à 10 min**), ce qui peut être expliqué par la disponibilité des sites actifs sur la surface de l'adsorbant, ensuite elle devient plus lente jusqu'à atteindre l'équilibre après l'occupation de la majorité des sites par le colorant (**après 10 min**).

Le rendement de l'élimination du colorant **BM** par les trois adsorbants est représenté sur le tableau suivant :

TABLE I  
 LE RENDEMENT D'ELIMINATION DU BM PAR LES TROIS ADSORBANTS A DIFFERENTS TEMPS DE CONTACT

support \ Temps	Charbon actif commercial	Déchet de café activé thermiquement	Déchet de café activé chimiquement
5 min	94.12	87.86	87.62
30 min	97.45	90.79	92.04
80 min	97.80	91.44	92.88
120 min	97.80	91.89	92.93

Pendant les **5** premières minutes, un pourcentage important du colorant a été éliminé de la solution et à ce moment-là l'équilibre est atteint, après ce temps la vitesse devient lente et le pourcentage d'élimination du **BM** reste sensiblement constant, ceci est relatif à la grande disponibilité des sites actifs libres du support au début de l'expérience ce qui veut dire une capacité plus grande de fixation des particules sur les sites, ces derniers se chargent

au fur et à mesure que le temps passe, et la vitesse de rétention devient de plus en plus lente. Nous pouvons également constater que les cinétiques présentent deux étapes distinctes, dont la première est rapide tandis que la deuxième est lente. D'après les résultats de ce tableau, nous concluons que l'adsorbant (CAC) possède une bonne affinité pour le BM, et que l'adsorption est plus rapide à son début qu'à sa fin.

### B. Effet du pH

Le pH joue un rôle primordial dans les phénomènes d'adsorption, vu que ce dernier influence la charge de surface du support. C'est pour cela qu'il est important voir nécessaire de faire une étude de l'adsorption en faisant varier le pH de la solution (2 à 10) par l'addition des gouttes d'une solution de «H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>» et des gouttes de la soude «NaOH» pour les domaines acides et bases respectivement tout en gardant la concentration constante de colorant et le mélange est soumis à une agitation constante pendant 2 heures. Après filtration, le filtrat est récupéré et analysé par UV-visible.

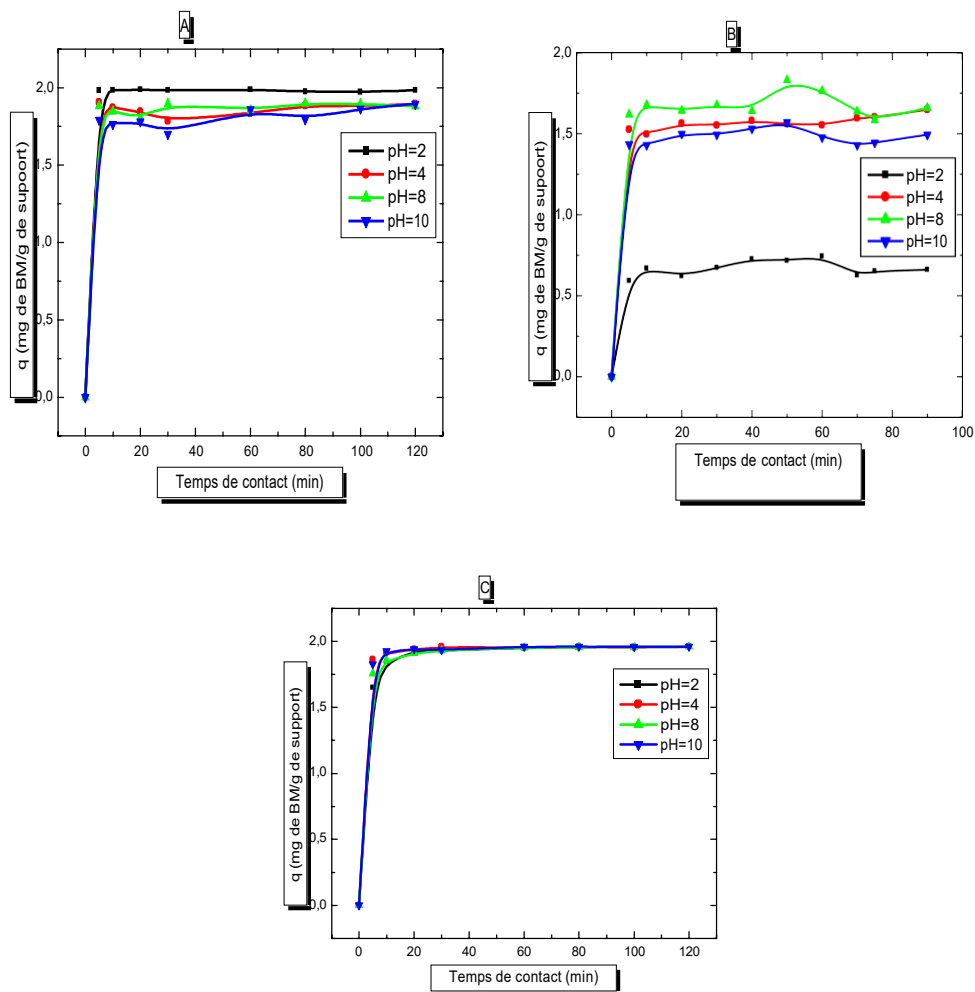


Fig. 3 Effet de pH sur l'adsorption de BM par (A) Charbon actif commercial, (B) Déchet de café activé thermiquement et (C) Déchet de café activé chimiquement ( $m=0.5g$ ,  $C_0=10mg/l$ ,  $t=120min$ ,  $V=100ml$ ,  $T=21C^\circ$ ,  $V=600tr/min$ )

D'après les figures, on constate qu'à des pH acides [pH = 2 et 4] pour le charbon actif commercial CAC, la capacité d'adsorption du Bleu de Méthylène est relativement élevée, et elle diminue lorsqu'en augmentant le pH (ZEGGAI, 2018). On remarque pour le support DCT, la capacité adsorbé de BM atteint sa maximale lorsque le pH=8, et elle diminue au-delà de cette valeur (pH=2,4 et 10). On peut expliquer ça par le fait que dans les solutions à faibles valeurs de pH le milieu est riche en ions  $H^+$ , la concentration des ions  $H^+$  affecte le degré d'ionisation de

l'adsorbant (BM) et les propriétés de la surface de l'adsorbant. En augmentant le pH de la solution on observe une légère diminution de la capacité d'adsorption, elle atteint son minimum à un pH basique [pH=10]. Nous constatons aussi que le pH n'a pas une grande influence sur la capacité de rétention du **BM** sur le support **DCC**, donc on conclut que ce support **DCC** peut adsorber dans les milieux acides et basiques.

*C. Effet du rapport solide-liquide*

Pour examiner l'effet du rapport  $r$  *solide-liquide* sur le rendement d'adsorption du **BM**, on a varié la quantité initiale de l'adsorbant tout en conservant la concentration du colorant dans la solution constante, et la masse des adsorbants utilisées sont : **0.5g, 1g, 1.5g, 2g**. Le temps choisi pour ces expériences est de **120 min** et l'adsorption est faite sous agitation constante  $V=600\text{tr/min}$ , les résultats obtenus sont présentés sur la figure 4:

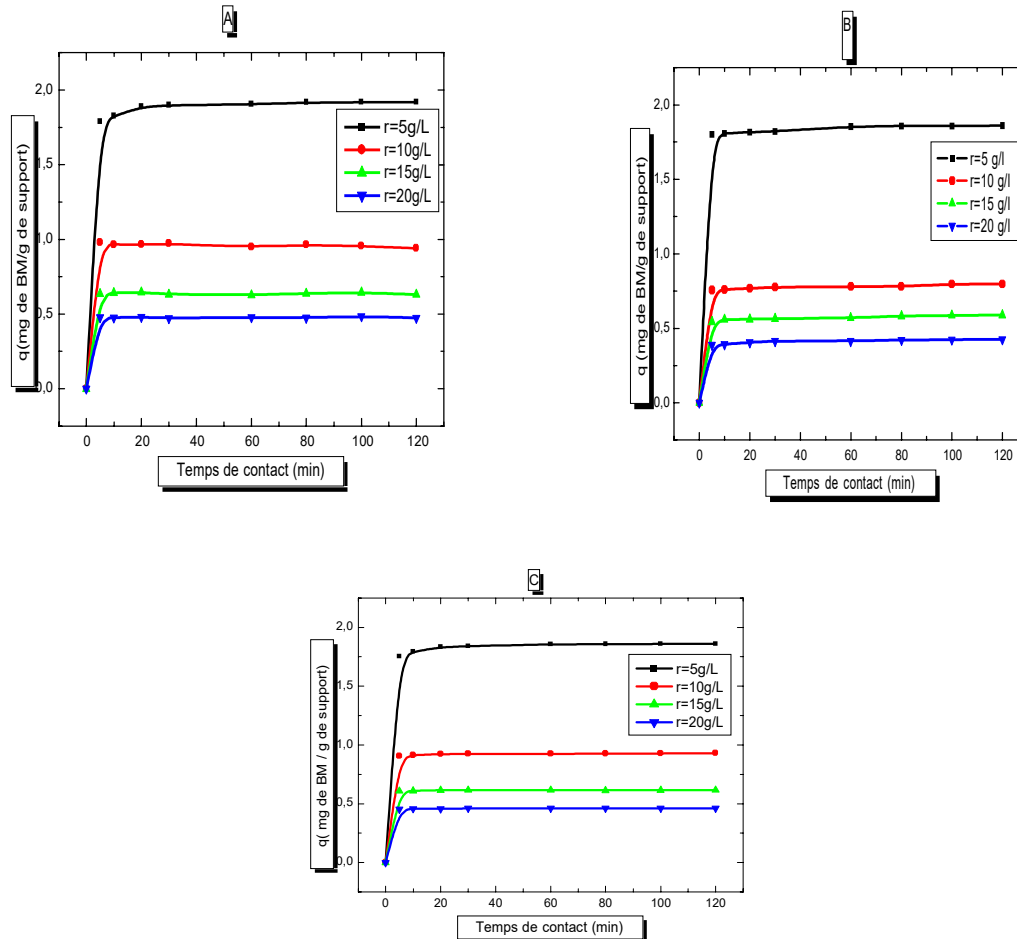


Fig. 4 Effet du rapport solide-liquide sur l'adsorption de BM par (A) Charbon actif commercial, (B) Déchet de café activé thermiquement et (C) Déchet de café activé chimiquement ( $C_0 = 10\text{mg/l}$ ,  $V = 600\text{tr/min}$ ,  $t = 120\text{min}$ ,  $V = 100\text{ml}$ ,  $\text{pH} = 5.86$ ,  $T = 21^\circ\text{C}$ )

On a remarqué que toute augmentation du rapport solide-liquide provoque une diminution de la capacité d'adsorption et du rendement de processus, ce qui est justifié par la grande disponibilité de la surface et par conséquent du nombre de sites actifs.

*D. Les isothermes d'adsorption*

Pour le but de suivre le mécanisme d'adsorption de BM, trois modèles théoriques ont été testé sur les résultats expérimentaux obtenus, à savoir Langmuir, Freundlich et BET, les isothermes d'adsorption jouent un rôle important dans la détermination des capacités maximale d'adsorption ; il est donc indispensable dans notre étude de les déterminer. Il existe de nombreux modèles théoriques qui ont été développés pour décrire le mécanisme d'adsorption ; nous nous intéressons seulement aux modèles de Langmuir, Freundlich et BET, car ils sont les plus simples et

répandus. On sait que la linéarisation du modèle de Langmuir, Freundlich et BET peut être donnée par les équations suivantes, respectivement :

$$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{q_0} + \frac{1}{q_0 \cdot b} \cdot \frac{1}{C_e} \quad (1)$$

$$\ln q_e = \ln K_f + \frac{1}{n} \ln C_e \quad (2)$$

$$q_e \left( \frac{C_e}{C_0} - C_0 \right) = q_m K_B + \frac{K_B - 1}{q_m K_B} \cdot \left( \frac{C_e}{C_0} \right) \quad (3)$$

Pour bien préciser le mécanisme d'adsorption on doit comparer les trois modèles selon la linéarisation des fonctions qui correspondent, autrement dit, on est ramené à comparer les coefficients de corrélation  $R^2$  (**Tableau 2**). Les valeurs du coefficient de corrélation pour les trois isothermes sont représenté dans le tableau suivant :

TABLE III  
 LES COEFFICIENTS DE CORRELATION DES ISOTHERMES D' ADSORPTION POUR LES TROIS ADSORBANTS

Isothermes d'adsorption	Forme Linéaire	Support	Constantes Cinétique	Valeur
Langmuir	Équation (1)	Charbon actif commercial	R <sup>2</sup>	0,9431
			q <sub>0</sub>	2,6495
			b	5,3666
		Déchet de café activé thermiquement	R <sup>2</sup>	0,9959
			q <sub>0</sub>	9,6805
			b	- 25,1951
		Déchet de café activé chimiquement	R <sup>2</sup>	0,9552
			q <sub>0</sub>	6,7581
			b	1,4668
Freundlich	Équation (2)	Charbon actif commercial	R <sup>2</sup>	0,9864
			K <sub>f</sub>	1,3105
			1/n	0,039
		Déchet de café activé thermiquement	R <sup>2</sup>	0,999
			K <sub>f</sub>	2,6958
			1/n	0,1751
		Déchet de café activé chimiquement	R <sup>2</sup>	0,9887
			K <sub>f</sub>	2,5047
			1/n	1,14856
B.E.T	Équation (3)	Charbon actif commercial	R <sup>2</sup>	0,9999
			K <sub>B</sub>	-3,4420
			q <sub>m</sub>	2,0712
		Déchet de café activé thermiquement	R <sup>2</sup>	1
			K <sub>B</sub>	2,4554
			q <sub>m</sub>	4,1200



		<b>Déchet de café activé chimiquement</b>	R <sup>2</sup>	0,9999
			K <sub>B</sub>	-9,9257
			q <sub>m</sub>	-0,1789

À partir du tableau et les valeurs des facteurs de corrélations, on remarque bien que l'adsorption du BM sur les CAC, DCT et DCC obéissent à la loi de B.E.T

*E. La cinétique d'adsorption*

Pour identifier la nature de la cinétique nous avons considérés le modèle cinétique du pseudo premier ordre et celui du second ordre.

La forme linéaire de ces modèles est représentée par les formules suivantes :

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - K_1 \cdot t \tag{4}$$

$$\frac{1}{q_t} = \frac{1}{K_2 \cdot q_{e2}} + \frac{1}{q_{e2}} \cdot t \tag{5}$$

Les valeurs de la constante de corrélation pour les deux isothermes sont représenté dans le tableau suivant :

TABLE IIIII  
 LE COEFFICIENT DE CORRELATION DES MODELES CINETIQUES (PSEUDO PREMIER ORDRE ET PSEUDO SECOND ORDRE) D'ADSORPTION POUR LES TROIS ADSORBANTS

Cinétique d'adsorption	Forme Linéaire	support	Constante Cinétique	Valeur
<b>Le modèle cinétique du pseudo premier ordre</b>	Équation (4)	<b>Charbon actif commercial</b>	R <sup>2</sup>	0,8466
			K <sub>1</sub>	0,02419
		<b>Déchet de café activé thermiquement</b>	R <sup>2</sup>	0,1554
			K <sub>1</sub>	-0,00894
		<b>Déchet de café activé chimiquement</b>	R <sup>2</sup>	0,0547
			K <sub>1</sub>	0,02715
<b>Le modèle cinétique du pseudo second ordre</b>	Équation (5)	<b>Charbon actif commercial</b>	R <sup>2</sup>	0,5938
			K <sub>2</sub>	1,18E-07
		<b>Déchet de café activé thermiquement</b>	R <sup>2</sup>	0,1615
			K <sub>2</sub>	44,7840
		<b>Déchet de café activé chimiquement</b>	R <sup>2</sup>	0,5651
			K <sub>2</sub>	8,44E-08

À partir du tableau et les valeurs des facteurs de corrélations, on remarque bien que l'adsorption du BM sur le charbon actif commercial obéit à la cinétique du pseudo premier ordre alors que l'adsorption du BM sur le Déchet de café activé thermiquement et chimiquement obéit à la cinétique du pseudo second ordre.

IV. CONCLUSIONS

L'objectif principal de ce travail est l'utilisation d'un bio-adsorbant (*déchet de café activé thermiquement et chimiquement*) pour le traitement des effluents contenant un polluant organique (*Colorant : Bleu de Méthylène*), dans le cadre d'une démarche relative à la recherche de procédés potentiellement applicables au traitement des eaux usées. Le déchet de café utilisé constitue un déchet agricole largement disponible en Algérie.

L'étude de l'élimination en batch du bleu de méthylène (BM) en milieu aqueux par le déchet de café activé thermiquement et chimiquement a montré que les supports utilisés possèdent un pouvoir adsorbant très intéressant et une affinité importante vis-à-vis du colorant considéré.

L'effet de quelques paramètres expérimentaux a été étudié afin de mieux comprendre le processus d'adsorption.

À travers tous les résultats obtenus, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- Les efficacités du traitement d'adsorption du Bleu du Méthylène sont variables selon les matériaux adsorbants testés.
- Les résultats expérimentaux ont montré l'équilibre de l'élimination qui est atteint après 20 min.
- Le taux d'élimination du BM diminue avec l'augmentation de la masse d'adsorbant dans la solution aqueuse.
- La concentration initiale d'adsorbant étant un paramètre très important pour l'évaluation optimale de l'adsorption possède un effet positif sur l'adsorption du colorant, car pour chaque augmentation de la concentration initiale, la quantité adsorbée de BM sera augmenté en raison de la présence d'un fort gradient de concentration de soluté entre la solution et la surface du solide. En effet le facteur de concentration a permis l'établissement des isothermes d'adsorption et la proposition d'une approche cinétique.

#### REFERENCES

- [1] Viel, Claude., *Colorants Naturels et Teintures Du XVIIe Siècle À La Naissance Des Colorants de Synthèse*. Revue D'histoire de La Pharmacie 93 (347): 327–48, 2005.
- [2] A. Attia, B.S. Girgis, N.A. FathyRole. *Removal of methylene blue by carbons derived from peach stones by H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> activation. Batch and column studies*. Dyes Pigments. 76, 282-289, 2008.
- [3] Hedi Ben Mansour, Oualid Boughzala, Daniel Barillier, Leila Chekir-Ghedira, and Ridha Mosrati, *Les Colorants Textiles Sources de Contamination de L'eau: Criblage de La Toxicité et Des Méthodes de Traitement*. Revue Des Sciences de l'eau/Journal of Water Science 24 (3): 209–38, 2011.
- [4] V.K. Garg, Moirangthem Amita, RakechKumar, Renuka Gupta. *Basic dye (Methylene blue) removal from simulated wastewater by adsorption using Indian Rosewood sawdust : a timber industry waste*. Dyes and Pigments. 63, 243-250. 2004.
- [5] A. Aarfane et al, 2015: A. Aarfane , S. Tahiri, A.Salhi, G.El Kadiri Boutchich, M.Siniti, M.Bensitel. B.Sabour, M. EL Krati...*Adsorption of methylene blue and Red195 dyes in aqueous medium by palm bark and sugarcane bagasse. Kinetic and thermodynamie study J.Mater*. Environ.Sci.6 (10), 2944-2957, 2015.
- [6] M.J.Ahmed. S.K. Dhedan. "Equilibrium isotherms and Kinetics modeling of methylene blue adsorption on agricultural Wastes-basd activated carbons". Flui. Phas. Equil. 317, 9-14, 2012.
- [7] Javed Iqbal., *Adsorption of acid yellow dye on flakes of chitosan prepared from fisherywastes*. Arabian Journal of Chimisty. 4, 389-395, 2011.

# Identification des signatures hors ligne dans le domaine de la sécurité nucléaire par la représentation de motifs croisés

Bourouba Hocine<sup>1</sup>, Doghmane Hakim<sup>2</sup>, bendjoudi salim<sup>3</sup>

*Problèmes Inverses : Modélisation, Information et Systèmes (PIMIS)*

*Université 8 Mai 1945 Guelma, BP. 401, Algeria 24000)*

bourouba.hocine@univ-guelma.dz

doghmane\_hakim@univ-guelma.dz

slimbendjoudi@yahoo.fr

## Introduction :

La sécurité nucléaire repose sur les principes de sûreté, de sécurité et de garanties. Son objectif est de prévenir, détecter et répondre aux actes de vol, de sabotage, d'accès non autorisé, de transfert illégal ou d'autres crimes liés aux substances nucléaires ou radioactives, ainsi qu'aux installations qui y sont associées.

Le vol de matières nucléaires représente l'une des menaces les plus sérieuses dans le domaine nucléaire, qu'il provienne de l'extérieur ou de l'intérieur. Afin de prévenir le vol de matières nucléaires, il est essentiel que les installations nucléaires disposent d'un système de sécurité renforcé et à plusieurs niveaux. L'accès à l'intérieur d'une installation nucléaire doit être strictement contrôlé et limité aux individus autorisés.

La biométrie est une technologie qui consiste à mesurer et analyser les caractéristiques uniques et distinctives du corps humain, tant sur le plan physique que comportemental. Elle peut être employée pour vérifier et identifier de manière précise un individu. Cette technologie offre uniquement un accès aux données qui répondent aux critères requis et autorisés.

Les systèmes de sécurité biométriques multimodaux sont conçus pour combiner et intégrer plusieurs modalités biométriques. Cette approche a été appliquée avec succès aux systèmes de contrôle d'accès des installations nucléaires. L'utilisation de cette technologie permet de dépasser les limitations des méthodes biométriques individuelles. Le système biométrique multimodal offre une protection renforcée contre les tentatives de contournement, grâce à son approche multicouche.

D'après les études réalisées, la combinaison des modalités biométriques telles que l'iris, les empreintes digitales, le visage et la signature manuscrite permet d'atteindre le plus haut niveau de sécurité. En utilisant ces multiples caractéristiques biométriques, le système peut fournir une identification plus fiable et précise, réduisant ainsi les risques de fausses identifications ou d'intrusions non autorisées.

En intégrant ces différentes modalités, le système biométrique multimodal crée une barrière de sécurité plus robuste, renforçant ainsi la protection de l'accès aux installations nucléaires. Cette approche offre une solution plus avancée et résistante, contribuant à prévenir les atteintes à la sécurité et à assurer une protection plus efficace des installations sensibles.

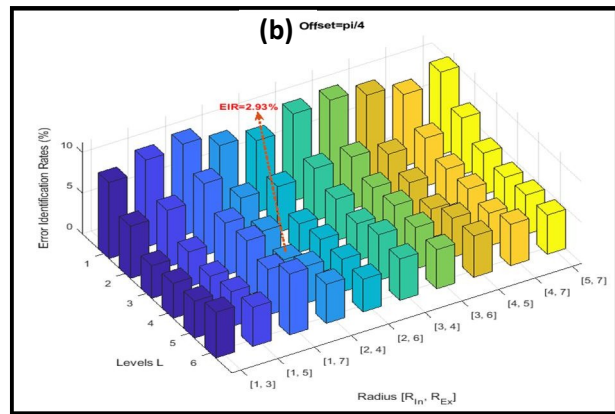
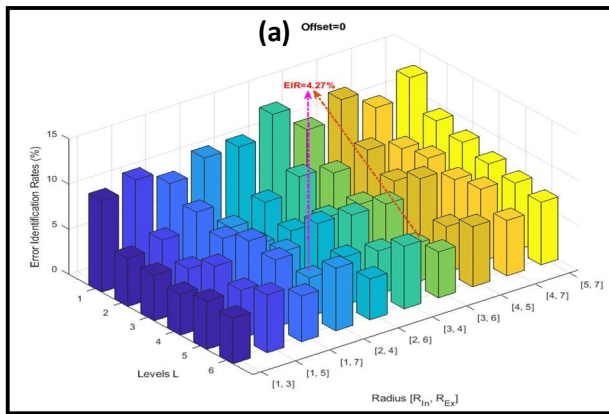
Afin d'améliorer les performances d'un système biométrique multimodal, il est possible d'augmenter le niveau de chaque modalité biométrique utilisée. Dans cette optique, cette étude propose le développement d'un nouveau système basé sur la signature manuscrite.

La signature manuscrite présente des caractéristiques uniques et distinctives propres à chaque individu. Son intégration en tant que modalité biométrique dans le système permet d'améliorer la précision et la fiabilité de l'identification individuelle. La présente proposition exploite la richesse des informations contenues dans les signatures manuscrites, telles que la dynamique du trait, la pression exercée et la vitesse d'écriture, entre autres. L'ajout de la signature manuscrite à d'autres modalités biométriques, telles que l'iris, les empreintes digitales et le visage, permet d'améliorer les performances globales d'un système biométrique multimodal. Cette combinaison permet de bénéficier des avantages de chaque modalité, tout en renforçant la robustesse et la sécurité du système. Elle offre ainsi une approche prometteuse pour renforcer l'identification et la vérification des individus. Elle permet d'obtenir un niveau de précision et de sécurité plus élevé, contribuant ainsi à la protection des installations sensibles et à la prévention des intrusions non autorisées.

Dans cette optique, ce travail présente un nouveau système basé sur la signature manuscrite. Cet article présente une nouvelle représentation basée sur la structure texturale pour l'identification de signatures hors ligne. Cette méthode de représentation, appelée Patch Cross Pattern (PCP), repose principalement sur un codeur de motifs croisés et sur la méthode de décomposition sans chevauchement. Le vecteur de caractéristiques est construit à l'aide d'un codeur de motifs croisés (CP) pour capturer la structure texturale de l'image de la signature. Ensuite, la décomposition sans chevauchement est appliquée dans les deux directions. Ensuite, la représentation du vecteur de caractéristiques de chaque image de signature est construite en concaténant tous les histogrammes normalisés calculés sur chaque patch. En outre, la version réduite du PCP, appelée R-PCP, est obtenue à l'aide d'une analyse discriminante linéaire blanchie. Enfin, un classificateur K-voisins les plus proches est utilisé pour la reconnaissance de la signature. Le système proposé est appliqué avec succès à la base de données MCYT-75. Les résultats montrent que la représentation proposée offre une amélioration significative des performances par rapport à l'état de l'art récent en termes de précision.

## **Résultats :**

Identification scores based on : a) DCP<sup>1</sup> b) DCP<sup>2</sup> representation



## Conclusion :

Ce papier présente une nouvelle conception basée sur la représentation de la structure texturale locale. L'objectif principal de ce travail est de fournir une représentation de l'image de la signature hors ligne qui soit aussi discriminante que possible, afin de minimiser les erreurs de classification. Ainsi, en utilisant les motifs croisés pairs et impairs DCP1 et DCP2 avec une décomposition non chevauchante dans deux directions. Sur la base de l'une de ces représentations, chaque image de signature de l'ensemble de formation et de test est représentée, puis utilisée pour l'identification hors ligne de la signature.

## Références :

- [1] Y. Zheng, W. Ohyama, B. Iwana, S. Uchida, Capturing micro deformations from pooling layers for offline signature verification, in: Proc. 15th Int. Conf. Document Analysis and Recognition, 2019.
- [2] H. Hezil, R. Djemili and H. Bourouba, "Signature recognition using binary features and KNN", Int. Journ. of Biom., vol. 10. No. 1, 2018.
- [3] L.G. Hafemann, L.S. Oliveira, R. Sabourin, "Fixed-sized representation learning from offline handwritten signatures of different sizes", Int. J. Doc. Anal. Recognit. 21 (3) (2018) 1–14.
- [4] L.G. Hafemann, R. Sabourin, L.S. Oliveira, Learning features for offline handwritten signature verification using deep convolutional neural networks, Pattern Recognit. 70 (2017) 163–176.

# Étude expérimentale d'une machine frigorifique à absorption- diffusion : effet de la variation de la puissance du générateur sur les performances

Ikram Saafi<sup>#1</sup>, Ahmed Taieb<sup>#2</sup>, Ahmed Bellagi<sup>#3</sup>,

<sup>#</sup>*LR Thermique et Thermodynamique des Procédés Industriels, École nationale d'ingénieurs de Monastir - ENIM, Université de Monastir, Tunisie.*

<sup>1</sup>[ikram.saafi@gmail.com](mailto:ikram.saafi@gmail.com)

<sup>2</sup>[hmed.taieb@gmail.com](mailto:hmed.taieb@gmail.com)

<sup>3</sup>[a.bellagi@enim.rnu.tn](mailto:a.bellagi@enim.rnu.tn)

**Résumé**— Dans ce papier, une étude expérimentale sur une machine frigorifique commerciale fonctionnant selon le cycle de Platen et Munters, de capacité 57 litres, est présentée afin de maîtriser son fonctionnement et analyser et optimiser ses performances. Dans cette optique, plusieurs conditions opératoires ont été mises en expérience. En effet, une série d'expériences a été réalisée en variant la puissance électrique fournie au générateur de 44 W à 80 W étant la puissance maximale du réfrigérant. Ces expériences ont été effectuées éventuellement dans le cas de la cabine vide et qui ont duré 20 heures en moyenne. Nous avons donc constaté deux régimes de fonctionnement : un régime transitoire pour des puissances faibles de 44 W à 50 W. Nous observons, en fait, des fluctuations des mesures de températures pour le générateur encore plus pour l'évaporateur. Pour des puissances supérieures c'est-à-dire entre 55 W et 80 W, le régime est stationnaire. L'équilibre thermique est atteint au niveau de l'évaporateur avec des températures variant entre -14°C et -24°C.

**Mots clés**— machine à absorption-diffusion/ étude expérimentale/ mode dynamique/ puissance motrice/ température.

## 1. INTRODUCTION

La consommation énergétique des machines frigorifiques montre, afin de subvenir aux besoins de l'Homme, une croissance remarquable qui participe à l'épuisement en énergie fossile. Du fait, les chercheurs depuis plus d'un siècle ne cessent de trouver une alternative. Dans le domaine de la réfrigération, l'année 1928 fut une date révolutionnaire et importante quand les deux ingénieurs suédois Platen et Munters [1] inventèrent leur première machine frigorifique à absorption-diffusion qui fonctionne à une pression totale constante. Elle utilise un réfrigérant naturel qui est l'ammoniac, l'eau comme absorbant et l'hydrogène comme gaz inerte non absorbable. Plusieurs recherches scientifiques ont abordés ce type de machine pour le développer vu sa faible performance en s'appuyant d'une part sur les différentes sources d'énergie utilisées et, d'autre part, sur des différents mélanges de travail. La littérature a enregistré plusieurs études. En effet, Chen et al. [2] ont développé une nouvelle configuration du cycle avec une modification au niveau du générateur par ajout d'un échangeur de chaleur permettant la réutilisation de la chaleur dissipée au niveau du rectifieur pour le préchauffage de la solution riche sortant de l'absorbeur. Il en résulte une amélioration atteignant 50% du COP par rapport au cycle standard. Sriksirin et al. [3] ont étudié expérimentalement une machine qui utilise le mélange eau-ammoniac-hélium (l'hélium étant le gaz auxiliaire). Il a développé aussi un modèle numérique pour établir les conditions de fonctionnement appropriées pour une performance optimale. Il a observé que le taux de transfert de masse dans l'évaporateur et celui de l'absorbeur ont un effet déterminant sur la performance du système [4]. Le COP trouvé par Sriksirin varie entre 0,09 à 0,15. Starace et al. [5] ont élaboré un modèle thermodynamique du cycle à absorption-diffusion sans poser d'hypothèse concernant la pureté du réfrigérant quittant le rectifieur. Il a étudié les performances du cycle en comparant les résultats de son modèle avec celui proposé par Zohar et al. [6]. Une très bonne précision a été montrée dans la prédiction

de l'état réel du cycle. Starace et al. [7] ont validé expérimentalement, dans une autre étude, leur modèle à l'aide d'un prototype d'une pompe à bulles couplée à un magnétron domestique pour réduire l'effet transitoire du démarrage de la machine. Afin de valider le modèle, il a varié la puissance thermique fournie à la pompe thermique, il a testé les conditions de fonctionnement de la machine dans chaque élément qui la compose. Behrooz et al. [8] ont développé un code de simulation en EES pour un cycle DAR ammoniac-eau avec de l'hélium comme gaz inerte. Dans différentes conditions, la meilleure performance du cycle a été obtenue pour la solution riche de fraction massique en ammoniac variant entre 0,2 et 0,35. Mazouz et al. [9] ont mené une étude expérimentale sur un DAR de puissance 20 W. Une série d'essais a été menée en régime transitoire et stationnaire en variant la puissance motrice de 10 à 70 W et pour un intervalle de température ambiante entre 20 et 30°C. Les coefficients  $(hA)_{ext}$  et  $(hA)_{int}$  caractérisant respectivement l'échange thermique entre l'air ambiant et la cabine du réfrigérateur, et entre la cabine et l'évaporateur ont été déterminés. A cet effet, une source de chaleur de 25 W est placée dans la cabine et les déperditions thermiques ont été mesurées en régime permanent. Le coefficient d'échange thermique externe  $(hA)_{ext}$  a été trouvé égale à  $0,43 \text{ W K}^{-1}$ . Taïeb et al. [10] ont proposé et développé un modèle de simulation détaillé pour un DAR de faible capacité, qui prédit le comportement de la machine dans différentes conditions opératoires de fonctionnement. Le COP est calculé pour différentes puissances électriques de 100 à 250 W. Le COP optimal trouvé est de 0,128. Ben Jemaa et al [11] ont développé un code de simulation sur Aspen Hysys d'une machine machine frigorifique à absorption-diffusion de capacité 22 litres en régime stationnaire pour une puissance du générateur de 63 W. Le COP est très faible vu que la puissance appliquée est trop élevée par rapport à la puissance nominale trouvée qui est entre 35 W et 45 W pour une température ambiante entre 20°C et 27°C. Gahyeong et al. [12] ont mené des expériences sur des fluides frigorigènes à faible GWP, R1234ze(E) et R600a (un réfrigérant naturel) dans les cycles DAR en utilisant du diméthylacétamide et de l'isooctane comme absorbants respectivement. Le COP maximal du DAR obtenu avec R600a/isooctane a été estimé à 0,157 avec un diamètre de tube de la pompe à bulle de 3,17 mm et celui du R1234ze(E)/DMAC DAR à 0,134 avec un diamètre de tube de 4,76 mm.

Dans le présent papier, une étude expérimentale est réalisée sur un réfrigérateur commercial de faible puissance (figure 1), de capacité 57 litres, alimenté par une résistance électrique et qui fonctionne selon le cycle de Platen et Munters. Cette machine frigorifique dont ses organes sont en acier, comporte principalement un générateur, un rectifieur, un condenseur, un évaporateur, un échangeur à gaz, un absorbeur et un échangeur de solution.



Fig 1: Machine frigorifique à absorption-diffusion

## 2. ANALYSES

### *A Description du cycle*

Lorsque la machine est mise sous tension, figure 2, le générateur commence à chauffer la solution riche en  $\text{NH}_3$ , le constituant le plus volatil, engendrant l'évaporation de ce dernier avec une faible quantité d'eau. La vapeur ainsi formée monte vers le condenseur via le rectifieur permettant de condenser l'eau qu'elle contient. La vapeur d'ammoniac ainsi purifiée se liquéfie dans le condenseur refroidi à l'air ambiant. Le liquide obtenu au point (4) est refroidi par l'échangeur à gaz avant de passer à l'évaporateur au point (6), figure 2.



Ce liquide (5) est mis en contact direct avec le gaz riche en hydrogène venant de l'absorbeur (10). Ce contact permet la diminution de la pression partielle de l'ammoniac dans le mélange d'où l'évaporation partielle du NH<sub>3</sub> qui sera complétée dans l'évaporateur en absorbant la chaleur du milieu à refroidir. Ainsi, la vapeur formée entre en bas de l'absorbeur et est absorbée en contre-courant par la solution pauvre (8) provenant du générateur ce qui entraîne l'enrichissement en NH<sub>3</sub> de cette solution pauvre. La solution riche rejoint le générateur via l'échangeur de solution. Et le même cycle recommence.

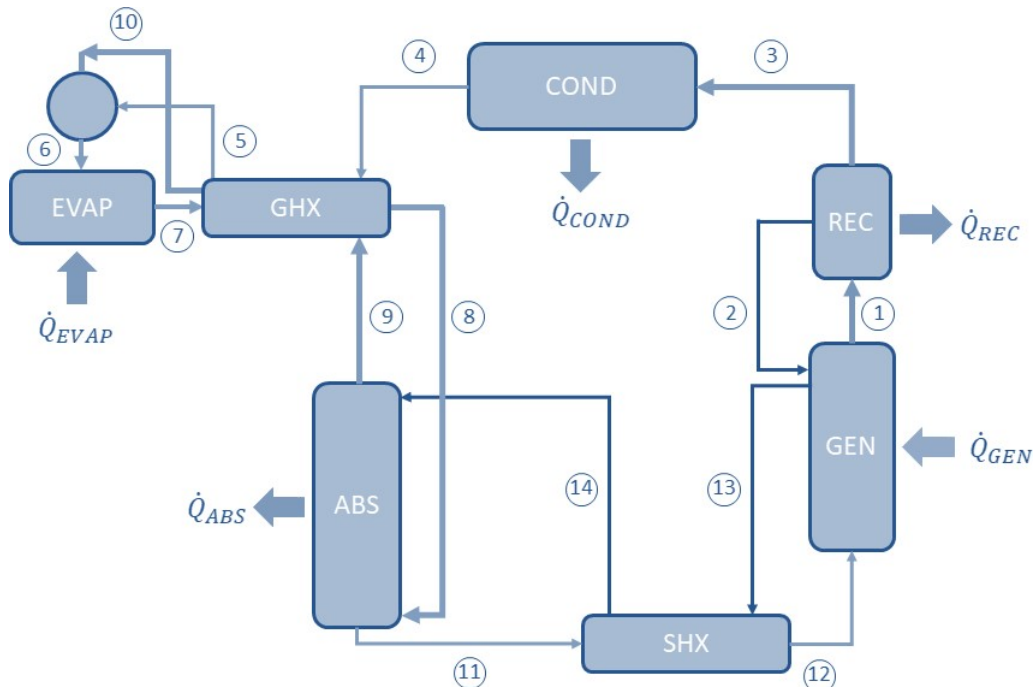


Fig.2 : Cycle frigorifique à absorption-diffusion

### B Étude expérimentale

Le réfrigérateur d'étude (figure 3) fonctionnant avec le cycle frigorifique de Platen et Munters a une capacité de 57 litres et une puissance de 80 W. Dans ce travail, des expériences sont élaborées au sein du laboratoire pour étudier l'effet de la puissance du générateur sur le comportement de la machine. Alors, nous avons varié la puissance motrice et nous avons suivi différentes températures dans des emplacements bien déterminés du réfrigérateur pour chaque minute grâce à des thermocouples connectés à un système d'acquisition de données. La puissance génératrice a été modifiée pour chaque expérience au moyen d'un variateur de puissance (figure 4). Dans une étude précédente, nous avons déterminé la puissance minimale de fonctionnement du réfrigérateur et nous avons trouvé une puissance minimale relative à 55% de la puissance maximale équivalente à 44W. Donc, les différents essais ont été appliqués à partir de cette puissance minimale. En augmentant à chaque essai la puissance électrique, les différentes températures ont été enregistrées instantanément à chaque minute par le système d'acquisition.

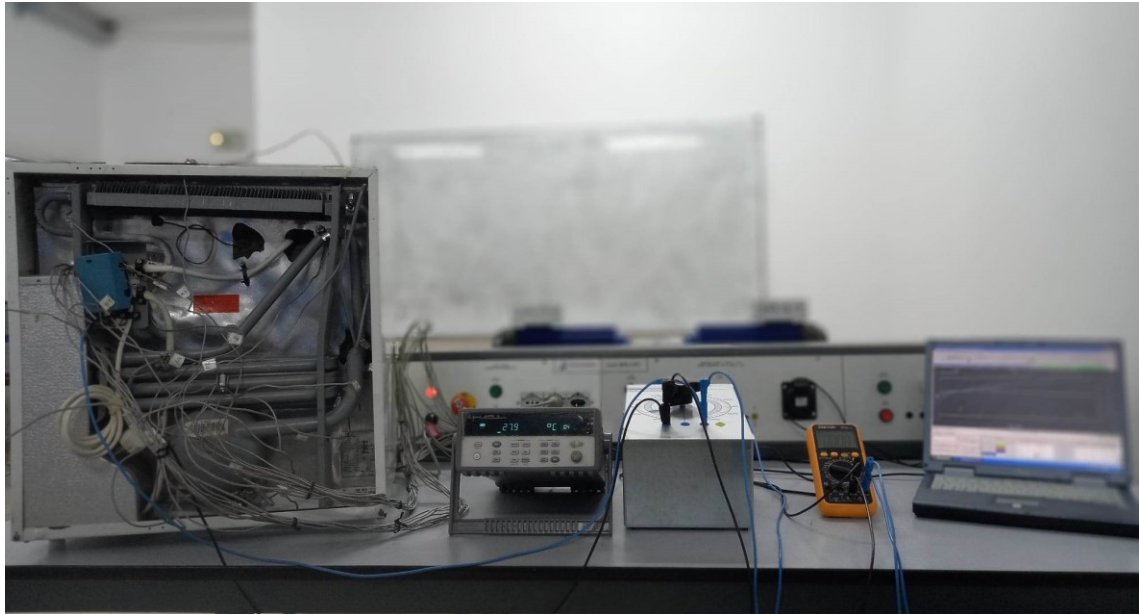


Fig. 3: Dispositif expérimental



Fig.4: Variateur de puissance

### 3. RESULTAS ET DISCUSSION

#### *A Régime transitoire*

Nous remarquons que la température du générateur présente une allure oscillatoire (figure 5) qui varie entre  $164^{\circ}\text{C}$  et  $200^{\circ}\text{C}$  pour les puissances comprises entre  $44\text{W}$  et  $50\text{W}$ . Ce qui est bien remarqué au niveau de la figure 6 pour l'évaporateur vu les fluctuations au niveau de sa température entre  $-16^{\circ}\text{C}$  et  $15^{\circ}\text{C}$ . Il en résulte que la température de l'évaporateur ne peut pas se stabiliser pour cet intervalle de puissance. Donc, le réfrigérateur ne va pas produire le froid nécessaire dans la cabine ce qui est montré par la figure 7. La température de la cabine reste très proche de la température ambiante sauf pour une puissance de  $50\text{ W}$  équivalente à un pourcentage de puissance de  $62,5\%$ , la température de la cabine, après deux heures de fonctionnement de la machine, décroît au cours du temps sans atteindre un équilibre thermique durant  $19\text{h}$ .

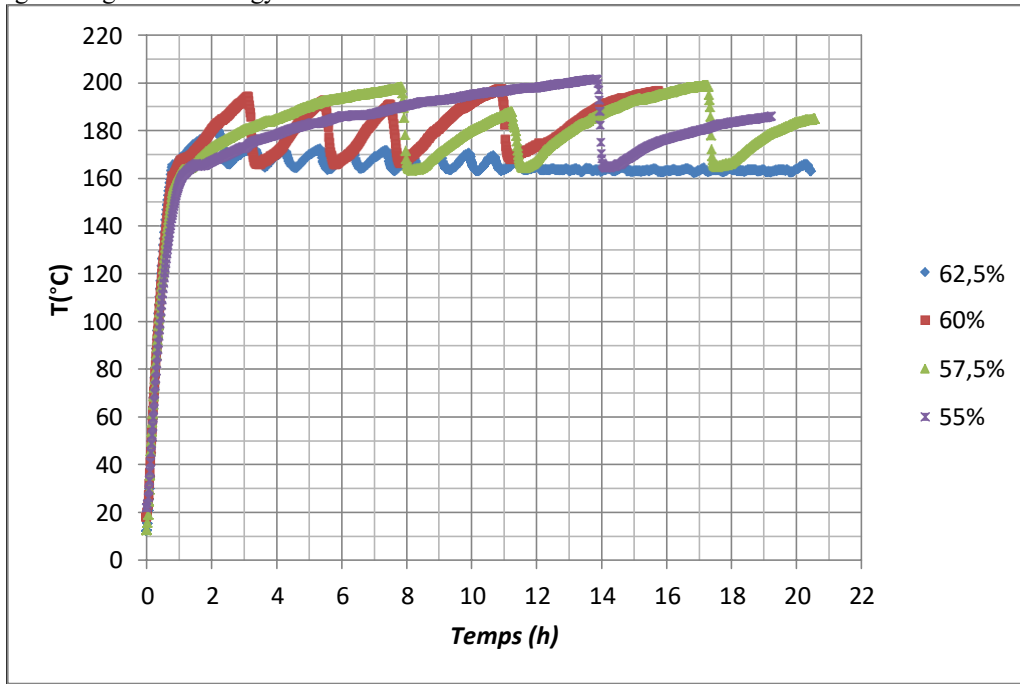


Fig.5: Évolution instantanée de la température du générateur en régime oscillatoire pour différentes puissances : 40W, 46W, 48W et 50W

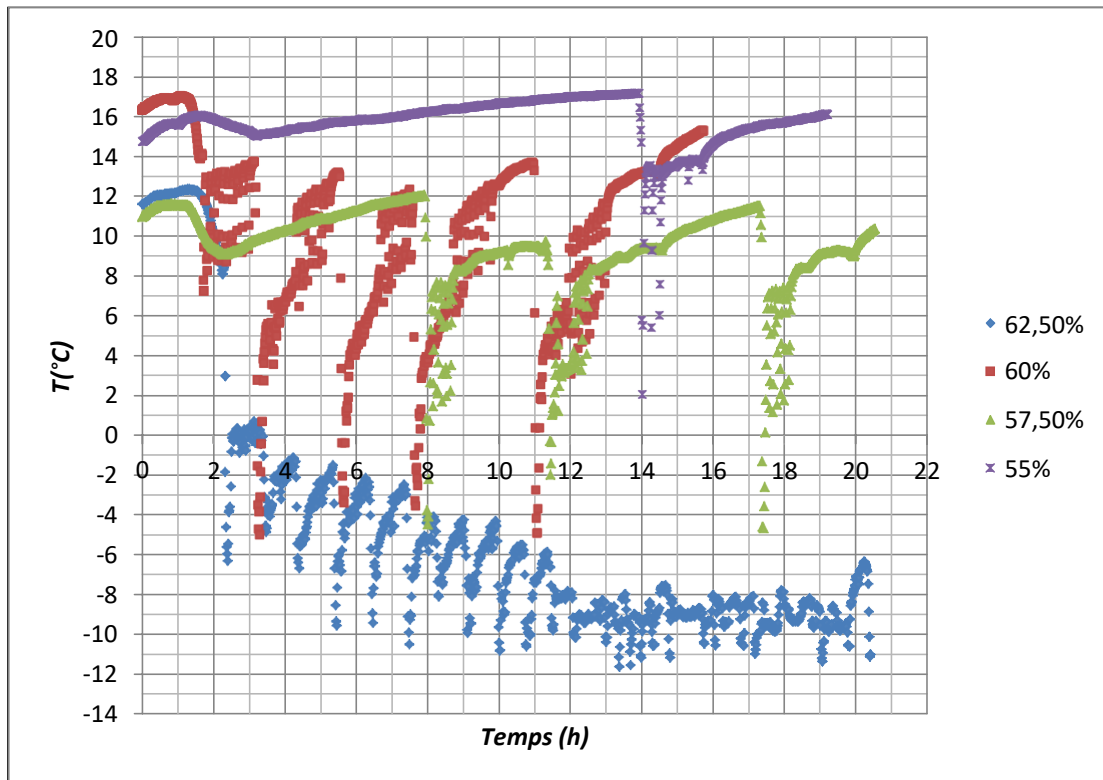


Fig.6: Évolution instantanée de la température de l'évaporateur en régime oscillatoire pour différentes puissances: 40W, 46W, 48W et 50W

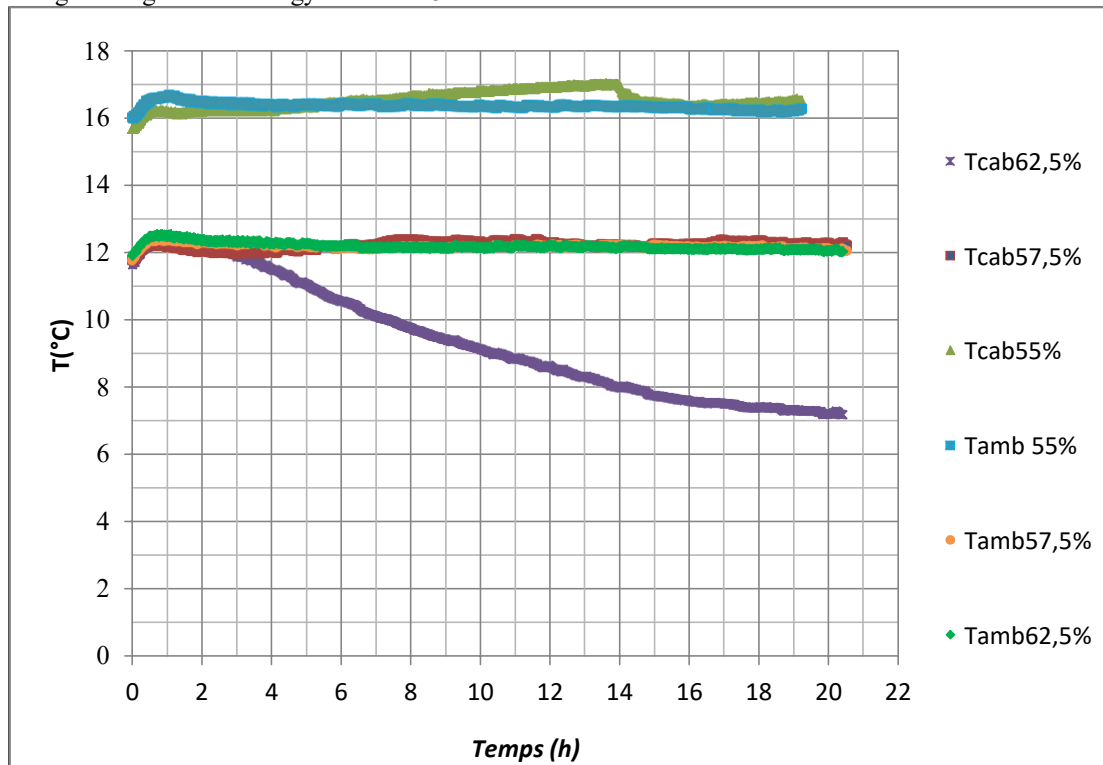


Fig.7: Effet de la variation de la température du générateur sur la température de la cabine pour des puissances : 40W, 46W et 50W

### B Régime établi

Comme pour les essais précédemment présentés, l'augmentation de la puissance motrice de 55W à 80W montre une stabilité au niveau de l'évolution de la température du générateur identiquement pour celle de l'évaporateur. L'évolution de ces deux températures est représentée par les figures 8 et 9. En effet, la température du générateur se stabilise entre 165°C à 180°C en fonction des puissances étudiées. Et de même pour l'évaporateur, sa température se stabilise entre -24°C à -14°C. Plus la puissance est grande plus la

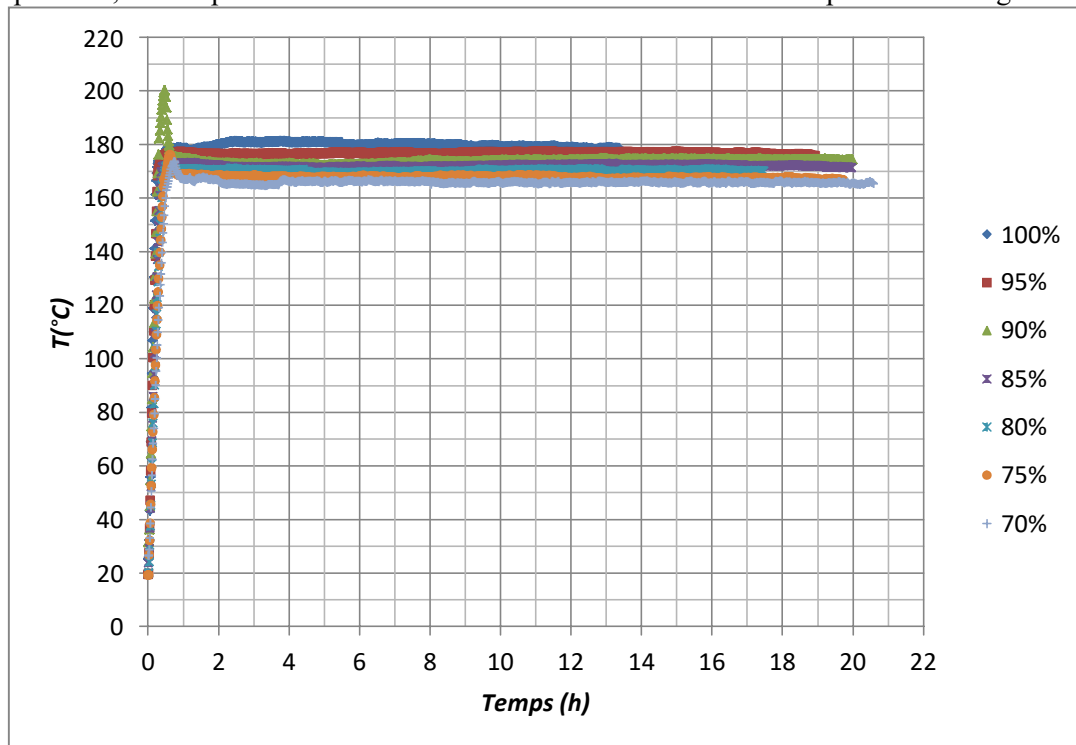


Fig.8: Évolution instantanée de la température du générateur en régime stable pour différentes puissances : 55W, 59W, 63W, 67W, 71W, 75W et 80W

température de l'évaporateur est petite et la période de la mise en température du système est plus courte, ce qui est montré par la figure 9. À titre d'exemple, pour une puissance de 80 W, la température de l'évaporateur se stabilise à  $-24^{\circ}\text{C}$  après 5 heures de fonctionnement et pour une puissance de 63 W (équivalente à 80%) la température de l'évaporateur se stabilise à  $-18^{\circ}\text{C}$  après 9 heures de fonctionnement.

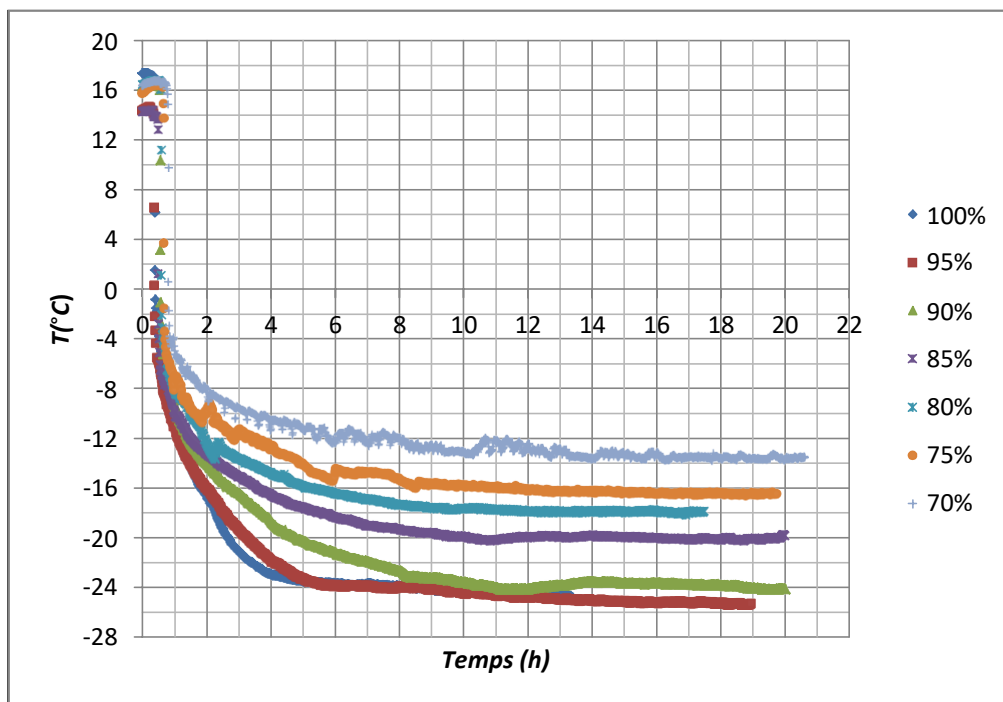


Fig.9: Évolution instantanée de la température de l'évaporateur en régime stable pour différentes puissances : 55W, 59W, 63W, 67W, 71W, 75W et 80W

#### 4. CONCLUSION

Dans ce papier, nous avons effectué une étude expérimentale d'une machine frigorifique commerciale de capacité 57 litres. Nous avons étudié les performances de ce réfrigérateur qui est alimenté par une résistance électrique. Nous avons alors varié la puissance motrice 40W jusqu'à 80W qui est la puissance maximale atteinte et nous avons suivi différentes températures en particulier la température du générateur et la température de l'évaporateur en régime dynamique. Nous avons remarqué un bon fonctionnement de la machine à partir de la puissance de 55W et plus : une augmentation de la température du générateur impose une diminution de la température de l'évaporateur et puis ces deux températures atteignent une stabilité. La température du générateur se stabilise entre  $165^{\circ}\text{C}$  et  $180^{\circ}\text{C}$  et celle de l'évaporateur entre  $-24^{\circ}\text{C}$  et  $-14^{\circ}\text{C}$ .

#### Références

- [1] B.C. Von Platen, C.G. Munters, Refrigerator (1928) US Patent 1, 685-764.
- [2] J. Chen, KJ. Kim, KE. Herold. (1996) Performance enhancement of a diffusion-absorption refrigerator. International Journal of Refrigeration, 19:208–218.
- [3] P. Srihirin, S. Aphornratana, (2002) Investigation of a diffusion absorption refrigerator, Applied Thermal Engineering 22: 1181–1193.
- [4] L. S. Wilson, A. C. Carlos, A. T. Ednildo, C. S. Jacques, C. M. Evania, (2009) Exergoeconomic analysis of a single pressure absorption refrigeration cycle, 20th International Congress of Mechanical Engineering.
- [5] G.Starace and L. Pascalis. (2013), An Enhanced Model for the Design of Diffusion Absorption Refrigerators, International Journal of Refrigeration, 36, 1495-1503.

- [6] A. Zohar, M. Jelinek, A. Levy, I. Borde, (2007) The influence of diffusion absorption refrigeration cycle configuration on the performance, *Applied Thermal Engineering* 27: 2213–2219.
- [7] G.Starace and L. Pascalis. (2011), An Advanced Analytical Model of the Diffusion Absorption Refrigerator Cycle, *International Journal of Refrigeration*, 35: 605-612.
- [8] M.Z. Behrooz and M. Tavakoli, (2011) Performance study on a diffusion absorption refrigeration heat pipe cycle, *International Journal of Thermal Sciences*, 50: 592-598.
- [9] S. Mazouz, R. Mansouri and A. Bellagi, (2014) Experimental and thermodynamic investigation of an ammonia/water diffusion absorption, *International Journal of Refrigeration*, 45: 83-91.
- [10] A. Taieb, Kh. Mejbri and A. Bellagi, (2016) Theoretical analysis of a diffusion-absorption refrigerator, *International Journal of Hydrogen Energy* 41: 14293-14301.
- [11] R. BenJemaa, R. Mansouri, I. Boukholda and A. Bellagi, (2016) Experimental investigation and exergy analysis of a triple fluid vapor absorption refrigerator, *Energy Conversion and Management*, 124 : 84-91
- [12] K. Gahyeong and al. (2020) Experimental study on diffusion absorption refrigeration systems with low GWP refrigerants, *Energy*, 201.

# Elaboration et caractérisation de composites flexibles à matrice silicone renforcées par des nanoparticules céramiques NBT-BT

Malika Saidi<sup>\*1</sup>, Zahia Chelli<sup>1</sup>, Nadia Serkhane<sup>1</sup>, Saliha Rabehi<sup>1</sup>, Ahcène Chaouchi<sup>1</sup>

1. Laboratoire de Chimie Appliquée et Génie Chimique de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.

Email 1 - [malikasaidi878@gmail.com](mailto:malikasaidi878@gmail.com)

Email 2 - [zakiach.1704@gmail.com](mailto:zakiach.1704@gmail.com)

Email 3 - [saliha.rabehi@ummto.dz](mailto:saliha.rabehi@ummto.dz)

Email 4 - [nouabadi@yahoo.fr](mailto:nouabadi@yahoo.fr)

Email 5 - [ahchaouchi@yahoo.fr](mailto:ahchaouchi@yahoo.fr)

## Introduction :

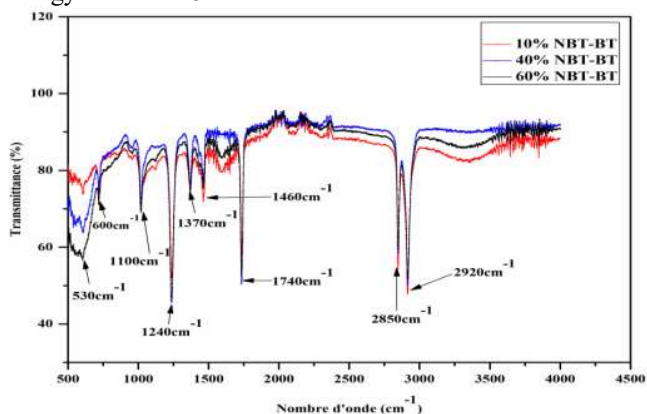
Depuis les années soixante, les céramiques piézoélectriques ont été utilisés dans divers applications suite à leur aptitude de convertir l'énergie mécanique en énergie électrique et vice versa [1-3]. Cependant, ils sont fragiles et très rigides, ce qui limite leur domaine d'utilisation. De nombreux efforts ont été fournis afin d'aboutir à des matériaux piézoélectriques pouvant subir de grandes déformations. L'une des solutions qui a été proposée par les chercheurs et les industriels est l'amincissement des matériaux piézoélectriques céramiques conventionnels [4]. Néanmoins, cette solution proposée semble être limitée car la souplesse atteinte n'est pas satisfaisante vu les propriétés mécaniques intrinsèque du matériau de base. De nombreux groupes de recherche se sont focalisés ensuite sur l'élaboration des composites par dispersion des nanoparticules piézoélectriques dans une matrice polymère, car les nanocomposites hybrides non seulement héritent des fonctionnalités des nanoparticules piézoélectriques, mais possèdent également les avantages des polymères tels que la flexibilité et la facilité de mise en forme.

Le travail effectué a pour objectif d'élaborer des matériaux composites à base de silicone renforcés par des particules piézoélectriques sans plomb de type (NBT) pour une application dans la récupération d'énergie. Les matériaux flexibles élaborés ont été caractérisés par spectroscopie Infrarouge, par microscope électronique à balayage (MEB) et par impédancemétrie (permittivité, impédance (Z), indice de perte et conductivité). Les mesures ont été effectuées à la température ambiante et à différentes fréquences allant de  $10^2$  à  $10^6$  Hz.

## Résultats :

L'analyse par spectroscopie infrarouge a révélé la présence de la bande caractéristique de la poudre NBT ainsi que les bandes des polymères pour les différents composites élaborés, ce qui confirme la formation des composites. L'intensité de cette bande augmente avec la quantité de NBT présente dans le composite.



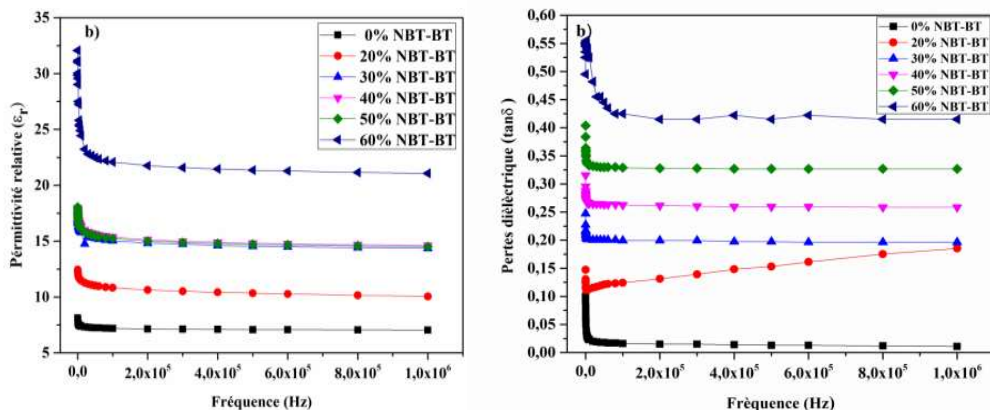


**Figure 1 :** Spectres FTIR des différents composites

La caractérisation par spectroscopie d'impédance des films composites métallisés a montré que les propriétés diélectriques et électriques sont influencées par différents paramètres, notamment le taux de charge et la fréquence.

La permittivité relative augmente avec la quantité de NBT incorporée. La permittivité relative.

La figure ci-dessous montre la variation de la permittivité relative ( $\epsilon_r$ ) en fonction de la fréquence des composites silicone/NBT-BT respectivement. On remarque que la permittivité est élevée aux basses fréquences, ce qui peut être dû à la contribution de tous les types de polarisation (charges d'espace, électronique, dipolaire et ionique) à la permittivité [5]. Cette grandeur diminue avec la croissance de la fréquence. Ce phénomène provient de la relaxation diélectrique de la céramique NBT-BT [6]. L'incorporation des particules NBT-BT dans la matrice polymère fait augmenter la constante diélectrique. Ceci peut être expliqué par la permittivité élevée de la céramique NBTBT ( $\epsilon_r = 980$ ) et probablement aussi à la polarisation interfaciale qui apparaît dans les matériaux hétérogènes. Pour les pertes diélectriques elles restent faibles.



**Figure 2 :** Evolution de la permittivité relative et des pertes diélectriques en fonction de la fréquence

### Conclusion :

Ces résultats montrent que ces composites peuvent constituer un choix prometteur pour l'alimentation des dispositifs électroniques portables et implantables à faible consommation.

### Références :

[1] Cross, E.; Lead-free piezoceramics. *Nature*, 432(7013), 24-25(2004).  
 [2] Saito, Y.; Takao, H.; Tani, T.; Nonoyama, T.; Takatori, K.; Homma, H.; ...& Nakamura, M. Lead-free piezoceramics. *Nature*, 432(7013), 84-87(2004).  
 [3] Li, J.F.; Wang, K.; Zhu, F.Y.; Cheng, L. Q.; & Yao, F. Z. (K, Na) NbO<sub>3</sub>-Based Lead-Free Piezoceramics: Fundamental



