



**AMBASSADE  
DE FRANCE  
AU MAROC**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**FORMULAIRE DE CANDIDATURE  
SEJOURS DE RECHERCHE DOCTORALE EN FRANCE  
PROGRAMME 2024**

**ETAT CIVIL**

☐ Madame ☒ Monsieur

Nom : Warda Nom de jeune fille :

Prénom : Abdelmouhssin

Né (e) le 06/02/2001 à Marrakech - Nationalité : Marocain

Si vous avez déjà un passeport :

Numéro : Date limite de validité :

**ADRESSE DE CORRESPONDANCE**

Adresse : LOT RIAD 3 NR 491

Boîte postale : 43150

Ville : Benguerir

Téléphone : +212 672433772

Fax :

Courriel : mouhssinewarda@gmail.com

**CURSUS UNIVERSITAIRE**

(en commençant par l'année en cours)

Année	Diplôme ou année d'étude	Nom et lieu de l'Université et /ou de l'établissement	Domaine d'étude ou spécialisation
2022/2023	Master	Faculté des sciences et techniques, Marrakech	Mathématiques appliquées
2020/2021	Licence	Faculté des sciences et techniques, Marrakech	Mathématiques appliquées

**PROJET PROFESSIONNEL :**

**THEMATIQUE DE RECHERCHE**

☐ COTUTELLE

☒ CODIRECTION

**INTITULE DU SUJET DE THESE :** Computation quantique pour la résolution de problèmes d'algèbre linéaire et application

**DOMAINE :** Mathématiques appliquées

**TROIS MOTS CLES :**

Computation quantique

Valeurs singulières

Valeurs propres

**NOM DU DIRECTEUR DE THESE :** Abdeslem Hafid Bentbib

**COURRIEL :** a.bentbib@uca.ac.ma

**DESCRIPTIF DETAILLE DU SUJET DE RECHERCHE**

**Intitulé du sujet de recherche :** Computation quantique pour la résolution de problèmes d'algèbre linéaire et application

**Questions/hypothèses de recherche**

**Méthodologie de recherche**

**Justification du séjour en France**

**Résultats attendus**

**Modalités de valorisation des résultats de recherche**

**(maximum 2 pages) :**

*La programmation quantique est l'un des domaines de recherche les plus*

passionnants de ces dernières décennies. En même temps, les méthodes d'apprentissage automatique en tant qu'une branche de l'intelligence artificielle a commencé à dominer beaucoup les sciences ainsi que l'industrie, impactant ainsi notre vie quotidienne. La programmation quantique présente des capacités et des possibilités inédites pour la résolution de problèmes complexes et pour l'analyse et le traitement de données. L'état de superposition quantique permise par l'utilisation du bit quantique, le qubit, rend la programmation quantique si puissante et si intéressante. Son utilisation en intelligence artificielle révolutionnera sans aucun doute le monde de demain. L'algèbre linéaire et la programmation quantique sont étroitement liés. L'algèbre linéaire est utilisée pour modéliser l'état d'un système quantique et pour effectuer des opérations sur les qubits. Ces derniers peuvent être manipulés en utilisant des opérations quantiques, telles que des rotations de phase ou de Hadamard et des portes logiques quantiques. Les opérations sur les qubits peuvent être représentées comme des transformations linéaires sur des vecteurs complexes représentant l'état de systèmes quantiques. L'idée principale en programmation quantique est que les portes quantiques sont souvent représentées par des matrices unitaires qui décrivent des transformations linéaires, réversibles et préservant la norme des vecteurs. Des travaux récents se sont intéressés à la solution de système d'équations linéaires par la programmation quantique. L'algorithme HHL (Harrow-Hassidim-Lloyd) peut résoudre des systèmes linéaire avec une complexité polynomiale en  $\log(n)$  où  $n$  est l'ordre de la matrice du système. Ceci réduit considérablement le coût de calculs nécessaire par rapport à la programmation classique. Le but du sujet de thèse est d'utiliser cette capacité de la programmation quantique à réduire la complexité de calcul afin de résoudre des équations en algèbre linéaire et des problèmes d'optimisation. Un intérêt particulier sera donné à des algorithmes quantiques de résolution de problèmes liés à l'apprentissage automatique.



**STRUCTURE DE RECHERCHE D'ORIGINE (MAROC)**

**UNIVERSITE/ INSTITUTION : Cadi Ayyad**

**CENTRE D'ETUDES DOCTORALES : Sciences et Technique et Sciences Médicale**

**INTITULE DE LA STRUCTURE DE RECHERCHE (LABORATOIRE,EQUIPE....):**  
**Laboratoire des Mathématiques Appliquées et Informatique**

**NOM DU RESPONSABLE : Abdelilah Hakim**

**COURRIEL : a.hakim@uca.ac.ma**

**AXES DE RECHERCHE : Mathématiques appliquées**

**PUBLICATIONS LES PLUS SIGNIFICATIVES DU DOCTORANT ET DE LA  
STRUCTURE DE RECHERCHE AU COURS DES CINQ DERNIERES ANNEES :**

- 1) A. H. Bentbib, S. El-Halouy, El M. Sadek, Krylov subspace projection method for Sylvester tensor equation with low rank right-hand side. *Numerical Algorithms* **84**, pages1411–1430 (2020) DOI <https://doi.org/10.1007/s11075-020-00874-0>
- 2) A.H. Bentbib, M El Ghomari, K Jbilou, Extended nonsymmetric global Lanczos method for matrix function approximation, *Numerical Algorithms* **84**, pages1459–1479 (2020). DOI <https://doi.org/10.1007/s11075-020-00896-8>
- 3) A. Archid, A. H. Bentbib, S. Agoujl, A block J-lanczos method for hamiltonian matrices, *Electronic Transactions on Numerical Analysis*, Vol 52, pp. 26–42, (2020).
- 4) A. H. Bentbib, M El Ghomari, K Jbilou, L Reichel, Shifted extended global Lanczos processes for trace estimation with application to network analysis, *Calcolo*, 58(4) (2021). Doi: 10.1007/s10092-020-00395-1
- 5) A. H. Bentbib, S. El-Halouy, El M. Sadek, Extended Krylov subspace methods for solving Sylvester and Stein tensor equations. *Discrete and Continuous Dynamical Systems series S*, DCDS-S Vol. 15, N. 1, 2022. doi:10.3934/dcdss.2021026
- 6) A. Archid, A. H. Bentbib, Global symplectic Lanczos method with application to matrix exponential approximation, *Journal of Mathematical Modeling*, Vol 10, Issue 1, Winter 2022, Pages 143-160 doi:10.22124/jmm.2021.19045.1631
- 7) A. H. Bentbib, A. El Hachimi, K. Jbilou, A. Ratnani, A tensor regularized nuclear norm method for image and video completion. *Journal of Optimization Theory and Applications* (2022)192(2), 401–425. [doi.org/10.1007/s10957-021-01947-3](https://doi.org/10.1007/s10957-021-01947-3)
- 8) A. H. Bentbib, A. Khouia, H. Sadok, The LSQR method for solving tensor least squares problems, *Electronic Transactions on Numerical Analysis*, Vol 55, pp. 92–111, 2021.doi:10.1553/etna\_vol55s92
- 9) O. Benchettou, A.H. Bentbib and A. Bouhamidi, Tensorial total variation-based image and video restoration with optimized projection methods, *Optimization Methods and Software* (April, 2022)  
<https://doi.org/10.1080/10556788.2022.2053971>
- 10) O. Benchettou, A.H. Bentbib and A. Bouhamidi, K. Kreit, Tensorial conditional gradient method for solving multidimensional ill-posed problems, *Applied Numerical Mathematics*, Vol 173, pp 222-238, 2022.

- 11) A. H. Bentbib, M El Ghomari, K Jbilou, L Reichel, The extended symmetric block Lanczos method for matrix-valued Gauss-type quadrature rules, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, Vol 407, June 2022, 114037, <https://doi.org/10.1016/j.cam.2021.114037>
- 12) A.H. Bentbib and A. Bouhamidi, K. Kreit, Kronecker product approximation for the total variation regularization in image restoration, *Annals of the University of Craiova - Mathematics and Computer Science Series, Volume 49(1), 2022, Pages 84–98*,.
- 13) A. H. Bentbib, A. Khouia, H. Sadok, Color image and video restoration using tensor CP decomposition, *Bit Numer Math* (2022). <https://doi.org/10.1007/s10543-022-00910-6>
- 14) A. H. Bentbib, M El Ghomari, K Jbilou, An extended-rational Arnoldi method for large matrix exponential evaluations, *Journal of Scientific Computing*, (2022) 91 (2), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s10915-022-01808-9>
- 15) A. H. Bentbib, A. El Hachimi, K. Jbilou, A. Ratnani, Fast multidimensional completion and principal component analysis methods via the cosine product, *Calcolo*, 59 (3), 1--33 (2022). DOI: [10.1007/s10092-022-00469-2](https://doi.org/10.1007/s10092-022-00469-2)
- 16) O. Benchettou, A.H. Bentbib and A. Bouhamidi, An Accelerated Tensorial Double Proximal Gradient Method for Total Variation Regularization Problem, *Journal of Optimization Theory and Applications* (June 2023). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10957-023-02234-z>
- 17) A. H. Bentbib, M El Ghomari, K Jbilou, L Reichel, The global Golub-Kahan method and Gauss quadrature for tensor function approximation. *Numer Algor* 92, 5–34 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11075-022-01392-x>
- 18) Boubekraoui, M., Bentbib, A.H. and Jbilou, K., Vector Aitken extrapolation method for multilinear PageRank computations. *J. Appl. Math. Comput.* 69, 1145–1172 (2023). <https://doi.org/10.1007/s12190-022-01786-z>
- 19) A. H. Bentbib, K. Jbilou and R. Tahiri, N-mode Minimal Tensor Extrapolation Methods, *Numerical Algorithms*, May 2023, <https://doi.org/10.1007/s11075-023-01585-y>
- 20) O. Benchettou, A.H. Bentbib, A. Bouhamidi, and K. Kreit, Constrained tensorial total variation problem based on an alternating conditional gradient algorithm, *Journal of Computational and Applied Mathematics (minor revision)*



**UNIVERSITE :** Université du Littoral Côte d'Opale

**CENTRE D'ETUDES DOCTORALES :** UR 2597 ULCO

**INTITULE DE LA STRUCTURE DE RECHERCHE (LABORATOIRE,EQUIPE....):**

Laboratoire de Mathématiques Pures et Appliquées Joseph Liouville

**NOM DU RESPONSABLE :** Rosier Carole

**COURRIEL :** Carole.Rosier@univ-littoral.fr

**AXES DE RECHERCHE :** Équations aux dérivées partielles, Modèles aléatoires et Approximation

**NOM DU CORRESPONDANT (co-directeur de thèse) :** Abderrahman Bouhamidi

**COURRIEL :** abderrahman.bouhamidi@univ-littoral.fr

**POSITIONNEMENT DU SEJOUR DE RECHERCHE SOUHAITÉ DANS LE PLANNING GENERAL DE LA THESE :** séjour en 1ère année de thèse

## LETTRE DE MOTIVATION DU CANDIDAT (400 mots maximum) :

Actuellement à la recherche d'une nouvelle expérience, je me permets de vous adresser ma candidature pour une bourse de mobilité. Titulaire d'un diplôme de master en Modélisation et Calcul Scientifique pour l'Ingénierie Mathématiques (MOCASIM), je suis actuellement en première année de thèse à l'université Cadi Ayyad, travaillant sur le sujet "Computation Quantique pour la résolution des problèmes d'algèbre linéaire et application". Ce choix découle directement de mon projet de fin d'études de master, intitulé " Algèbre linéaire pour la computation quantique ", où j'ai pu acquérir une solide expérience et des compétences pertinentes dans le domaine de la computation quantique et comment l'algèbre linéaire intervient dans ce domaine, et aussi comment résoudre l'un des plus important problèmes d'algèbre linéaire qui est la résolution des équations matricielles.

Je suis très intéressé par la possibilité de bénéficier du financement d'un séjour de recherche à l'université de la Littorale Côte d'Opale dans le but d'avancer dans mon projet de thèse de doctorat. En effet, la réputation de l'ULCO dans le domaine de recherche en algèbre linéaire et analyse numérique et la rencontre avec des spécialistes de renommée internationale dans cette spécialité auront un impact important dans ma préparation de thèse. Sans oublier que ce séjour me permettra de travailler avec mon encadrement du côté Français, Professeur Abderahman Bouhamidi. C'est également une opportunité pour moi de développer un réseau professionnel internationale.

Conscient de l'importance de la tâche que je dois accomplir durant mon séjour en France et déterminée à vous démontrer toute ma motivation, je me tiens à votre entière disposition pour tous renseignements complémentaires et vous remercie par avance de l'attention que vous portez à ma demande.

Veuillez croire, Monsieur/Madame, mes sincères salutations.



Date : 04 Mars 2024

**SIGNATURE DU CANDIDAT**

Abdelmouhssin Warda

*AB WARDAY*

Date : 04 Mars 2024

**AVIS ET SIGNATURE DU DIRECTEUR DE THESE (MAROC ET FRANCE)**

Côté Maroc

Abdeslem Hafid Bentbib

*Avis favorable*

Côté France

Abderrahman Bouhamidi

*Abderrahman Bouhamidi*

Date :

**AVIS ET SIGNATURE DU CHEF D'ETABLISSEMENT (AU MAROC) OU DE SON REPRESENTANT**

*Avis favorable*



Le Doyen par Intérim

*Mr. Mona Taourite*