



## APPEL A CANDIDATURES POUR LE RECRUTEMENT D'UN POST-DOCTORANT Installations frigorifiques au CO<sub>2</sub> : Optimisation à l'aide d'algorithmes génétiques du système booster associé à un cycle à compression de vapeur et à absorption dédié au sous-refroidissement

L'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Monastir lance un appel à candidatures pour le recrutement d'un post-doctorant dans le cadre d'un contrat de 6 mois. Le candidat retenu sera accueilli au sein du Laboratoire de Recherche « THERMIQUE ET THERMODYNAMIQUE DES PROCÉDES INDUSTRIELS, 2θπ » (LR TTPI, Code LR18ES20).

**La clôture de l'appel interviendra le 26 juin 2026  
Aucun dossier retardataire ou incomplet ne sera examiné**

### I. Contexte scientifique et continuité

La part de l'énergie consommée dans le monde pour couvrir les besoins en froid de l'humanité est importante et appelée à croître rapidement au vu du réchauffement climatique, de l'explosion démographique et de l'accès d'un nombre croissant d'humains à la climatisation et à la réfrigération. Mais ce besoin de confort se paie par une dégradation alarmante de l'environnement, les installations frigorifiques consommant de l'énergie électrique produite, dans la majorité des cas, à partir de sources d'énergie fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel) et contribuant ainsi indirectement à la dégradation de l'environnement par l'émission dans l'atmosphère de gaz nocifs et à effet de serre (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, etc.). En outre, aussi bien la réfrigération commerciale et domestique que la climatisation utilisent des frigorigènes de type HFC ou HCFC. Les premiers exhibent un potentiel global de réchauffement climatique, GWP, très important et les seconds, en plus d'un important GWP, un potentiel notable de destruction de la couche d'ozone stratosphérique (ODP).

La recherche actuelle dans le domaine de la réfrigération vise :

- L'amélioration des performances énergétiques des machines frigorifiques,
- L'exploration des voies de cogénération de froid et de chaleur de confort, celle-ci étant alors quasiment gratuite,
- La recherche et le développement de frigorigènes alternatifs plus compatibles avec l'environnement, si possible naturels.

Le CO<sub>2</sub> représente un fluide frigorigène naturel, bon marché et disponible à souhait, exhibant un GWP = 1 et un ODP nul, non-toxique, ininflammable et doté d'une importante enthalpie d'évaporation. Cependant, si dans les pays à climat modéré les machines frigorifiques au CO<sub>2</sub> travaillent efficacement en mode subcritique, dans les pays à climat chaud, le fonctionnement est en mode transcritique, moins efficace. Une des solutions préconisées pour améliorer les performances de ces systèmes consiste en la mise en œuvre de cycles booster avec deux niveaux de froid et à compression parallèle.

Le présent projet se propose de poursuivre les investigations d'une thèse de doctorat réalisée au LR TTPI [1] ayant pour thème l'étude et l'optimisation du cycle booster exploitant la chaleur du

refroidisseur de gaz, usuellement rejetée dans l'atmosphère, pour produire de l'eau chaude à 75°C. Il s'agit maintenant d'explorer et d'optimiser une configuration modifiée du système booster incorporant un cycle frigorifique complémentaire permettant de sous refroidir suffisamment le CO<sub>2</sub> gazeux quittant le refroidisseur de gaz. L'objectif est de permettre un fonctionnement en mode subcritique des machines afin d'en améliorer les performances.

## II. Profil recherché

- Diplôme : Doctorat en Génie Energétique
- Connaissances en froid industriel et en froid solaire
- Maitrise des outils de simulation et optimisation des systèmes frigorifiques

## III. Objectifs

*Objectif général* : Etudier, modéliser, simuler et optimiser des cycles frigorifiques booster au CO<sub>2</sub>

*Objectifs spécifiques* :

-Combiner le cycle booster à

- un cycle de sous refroidissement simple à compression de vapeur utilisant différents frigorigènes,
- un cycle de sous refroidissement simple à absorption,
- un cycle de sous refroidissement simple à absorption actionné à l'énergie solaire.

-Rechercher les conditions optimales de fonctionnement des configurations étudiées qui maximisent leurs performances énergétiques et exergetiques.

## IV. Travaux à réaliser

### **Phase 1** – Prise en main (Mois 1)

- Revue et analyse de la bibliographie récente relative à la réfrigération au CO<sub>2</sub>
- Identification des paramètres clés des cycles booster à compression parallèle associés à un cycle de refroidissement dédié

### **Phase 2** – Modélisation et simulation du cycle booster associé à un cycle de compression de vapeur mécanique (Mois 2)

- Cycle de sous-refroidissement au R-290
- Cycle de sous-refroidissement au R-1234yf
- Cycle de sous-refroidissement au R-1234ze

### **Phase 3** – Modélisation et simulation du cycle booster associé à un cycle à absorption (mois 3)

- Cycle de sous-refroidissement au LiBr
- Cycle de sous-refroidissement au LiBr avec actionnement solaire

### **Phase 4** – Optimisation des cycles (Mois 4 & 5)

- Synthèse des résultats obtenus
- Optimisation des performances énergétiques et exergetiques des cycles étudiés à l'aide de différents algorithmes génétiques (ANN, PSO).

### **Phase 5** – Valorisation scientifique (Mois 6)

- Rédaction du rapport final et présentation des résultats au laboratoire,

- Rédaction d'un article scientifique pour une revue internationale à comité de lecture.

## V. Résultats attendus

- Elaboration de modèles de simulation numérique des cycles booster ;
- Optimisation des performances utilisant des approches modernes ;
- Synthèse des résultats des simulations et recommandations quant aux configurations les mieux adaptées à la réfrigération commerciale.

## VI. Dossier de candidature

Le dossier de candidature devra inclure les documents suivants :

<b>Dossier administratif</b>	<b>Dossier Scientifique</b>
1. Une demande (selon modèle joint) 2. Une copie de la carte d'identité nationale, 3. Une copie conforme des diplômes obtenus, 4. Bulletin n°3, 5. Déclaration sur l'honneur (selon modèle joint) 6. Certificat médical attestant l'aptitude physique et mentale à l'exercice de la fonction	1. CV actualisé 2. Copie de toutes les productions scientifiques 3. Tout document justifiant l'expérience acquise par le candidat dans la thématique

## VII. Evaluation des candidatures

Les candidatures seront évaluées par un comité de sélection spécifique. Les candidats présélectionnés seront convoqués pour un entretien oral. Le processus de sélection repose sur une grille d'évaluation sur 100 points :

- Evaluation du dossier : 70 points,
- Entretien oral : 30 points (évaluation de la motivation, de la vision pour le poste, des compétences interpersonnelles, de la capacité à travailler dans une équipe multidisciplinaire, et de la compréhension des objectifs et mission du projet).

## VIII. Références bibliographiques récentes

[1] Yosra ben Salem, *Etude et analyse exergétique de nouveaux cycles frigorifiques pour la réfrigération commerciale*. PhD, ENIM le 05-07-2024.

[2] Yosra ben Salem and Ahmed Bellagi, Exergy analysis and optimization of two CO<sub>2</sub>-booster refrigeration systems. *Int. J. Exergy* 44(2), 2024. DOI:[10.1504/IJEX.2024.10064415](https://doi.org/10.1504/IJEX.2024.10064415)

[3] Yosra ben Salem and Ahmed Bellagi, Energy and exergy analysis of carbon dioxide transcritical booster system, *Entropie thermodynamique – énergie – environnement – économie* 5(1), 2024 DOI:[10.21494/ISTE.OP.2024.1071](https://doi.org/10.21494/ISTE.OP.2024.1071)

Monastir, le 08/06/2026

Le Directeur

Professeur Anis SAKLY



*Handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Anis Sakly'.*



التزام خاص بالحاصلين على شهادة الدكتوراه

في إطار إبرام عقود بحث

إلى الممضي(ة) أسفل هذا.....

المولود(ة) في: .....؛

صاحب(ة) بطاقة التعريف الوطنية عدد:.....

المصادرة ب: ..... في

المعوان الشخصي.....

الهاتف.....

التزم بأن لا أعطي أي نشاط مهني بمقابل وأن أفرغ للعمل كامل الوقت بهيكل البحث

(مختار/ وحدة/ مدرسة دكتوراه).....

لإنجاز مشروع أو برنامج.....

كما ألتزم بإعلام رئيس هيكل البحث الذي أسمى إليه أو المسؤول عن المشروع أو البرنامج كاتباً بأي  
تغيير يطرأ على وضعي الحالية خلال مدة التعاقد وإلا كنت عرضة للتبعات القانونية المستوجبة.

محرر بتاريخ...../...../.....

إمضاء المترشح

(الإمضاء معروف به)



## استمارة ترشح

## لإبرام عقد بحث (حاصل على شهادة الدكتوراه)

الخطّة المترشح لها:

هيكل بحث: .....

برنامج/مشروع بحث: .....

شهادة الدكتوراه في اختصاص: .....

الاسم واللقب: .....

تاريخ ومكان الولادة: .....

رقم بطاقة التعريف الوطنيّة: .....

العنوان الشخصي: .....

العنوان الإلكتروني: .....

رقم الهاتف: .....

التاريخ: ...../...../.....

إمضاء المترشح

مكان مخصّص للإدارة	
قرار اللجنة	تمت دراسة الملف من طرف أعضاء اللجنة المتكونة من: - - - -