



UNIVERSITÉ MARITIME DE CONSTANTA
FACULTÉ D'ÉLECTROMÉCANIQUE NAVALE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE

THÈSE DE DOCTORAT
(RÉSUMÉ)

Ing. Mahran DAWWA

**Contributions aux études des émissions de NO_x
en moteurs diesel utilisés pour les applications marines**

**Coordinateur scientifique
Prof. dr. ing. Paul BOCĂNETE**

Constanta

2016

Table des matières

Abréviation	v
Liste des Symboles et indices.....	vi
Liste des tables.....	x
Liste des figures.....	xi
Chapitre 1. Introduction	1
1.1. L'importance et l'actualité du sujet.....	1
1.2. Les objectif.....	1
1.3 Le contenu de l'étude.....	2
Chapitre 2. Vue d'ensemble sur le Moteur Diesel.....	4
2.1. Les moteurs diesel.....	4
2.2. La classification des moteurs diesel marins.....	4
2.3. La thermodynamique des moteurs diesel marins.....	5
2.3.1. Le cycle d'Air standard diesel	5
2.3.2. Le cycle réel des moteurs diesel à quatre temps.....	5
2.4. les émissions des moteurs diesel.....	6
2.4.1. Les effets des émissions de NOx sur l'environnement.....	9
2.4.2. Les méthodes et les systèmes de contrôle des émissions de NOx.....	10
Chapitre 3. Vue d'ensemble sur la formation et la combustion NOx en moteurs diesel.....	12
3.1. Les phases de combustion.....	12
3.2. La formation de NOx	13
3.2.1. Les mécanismes de formation de NOx	13
3.2.2. Les modèles de formation de NOx.....	15
3.2.3. Les précédentes études sur NOx	15

Chapitre 4. Le modèle thermodynamique pour la prédiction des émissions de NOx dans un moteur diesel.....18

4.1. Le modèle Thermodynamique de la Single- Zone pour la prédiction de la thermique NO.....29

4.1.1. Le volume du cylindre et la modélisation de la zone.....21

4.1.2. La course d'admission23

4.1.3. La course de compression24

4.1.4. La modélisation de la combustion caractéristique et la formation de NOx..27

4.1.4.1. Les modèles de retard d'allumage et de dégagement de chaleur en moteurs diesel27

4.1.4.2. Les modèles de transfert de chaleur en moteurs diesel34

4.1.4.3. Le travail mécanique du moteur et l'énergie interne.....37

4.1.4.4. La combustion du carburant diesel39

4.2. La prévision des émissions de NOx basée sur le modèle à deux zones43

4.3. L'équilibre chimique et la vitesse de la réaction en gaz brulés47

Chapitre 5. La simulation de la combustion et la prédiction de NOx en moteurs diesel sur la base CFD50

5.1. Introduction50

5.2. Les étapes de simulation51

5.2.1. L'étape d' ICE52

5.2.2. L'étape de la géométrie52

5.2.3. L'étape de Mesh57

5.2.4. L'étape de la configuration de solveur ICE60

5.2.5. L'étape de configuration60

5.2.6. L'étape de solution61

5.2.7. L'étape de résultat62

5.3. La simulation d'écoulements à l'intérieur du cylindre du moteur diesel au cours de la course de compression.....	62
5.3.1. Le type de flux à l'intérieur de cylindres du moteur	62
5.3.2. La simulation de la turbulence dans le cylindre du moteur	63
5.3.3. Les conditions des limites	65
5.3.4. Les résultats de la simulation de discussion	66
5.4. La simulation de la température à l'intérieur du cylindre du moteur diesel au cours de la course de compression	71
5.5. La simulation du processus d'injection en moteurs diesel	79
5.5.1. La théorie de l'atomisation du carburant et de l'évaporation	79
5.5.2. Le modèle diesel de pulvérisation de carburant	80
5.5.3. L'effet de l'injection de diesel et de l'évaporation sur la formation de NOx.....	82
5.5.4. Les résultats de discussion	82
5.6. La simulation de la combustion en moteurs diesel sur la base de CFD.....	88
5.6.1. La simulation du processus de combustion en moteurs diesel basé sur le modèle de eddy-dissipation	88
5.6.2. La simulation du processus de combustion en moteurs diesel basé sur le modèle de laminar finite-rate	92
5.6.3. La simulation du processus de combustion en moteurs diesel basé sur le modèle de finite-rate/eddy-dissipation	95
5.7. La simulation des émissions de NOx	97
Chapitre 6. La section expérimentale	98
Chapitre 7. Discussion et validation des émissions de NOx prédites en utilisant le modèle thermodynamique	104
7.1. Validation et discussion du modèle thermodynamique	104
7.1.1. Validation du modèle thermodynamique	104
7.1.2. Optimisation de la précision du modèle thermodynamique	108

7.1.3. La sensibilité du modèle	112
7.1.3.1. L'effet de la température de la paroi.....	112
7.1.3.2. L'effet de la modification du coefficient de température d'air....	114
7.1.3.3. L'effet de la température des gaz résiduels	115
7.1.3.4. L'effet du modèle de transfert de chaleur	115
7.1.3.5. L'effet des paramètres m_1 et m_2	117
7.1.3.6. L'effet du paramètre A^*	119
7.2. Discussion et validation des émissions de NOx prédits en utilisant le modèle CFD	120
7.2.1. Comparaison des résultats des modèles CFD	120
7.2.2. La validation des modèles CFD.....	122
7.3. Conclusion.....	123
Chapitre 8. Les études des simulations sur le contrôle des émissions de NOx en moteurs diesel.....	125
8.1. L'effet de l'angle d'injection sur les émissions de NOx	125
8.2. L'effet du temps d'injection sur les émissions de NOx	129
8.3. L'effet de l'angle de Cône sur les émissions de NOx	134
8.4. L'effet de la charge sur les émissions de NOx	140
8.5. L'effet de l'EGR sur la formation de NOx	143
8.6. L'effet des différentes stratégies de réduction sur la formation de NOx	148
8.6.1. La première stratégie de la réduction de NOx	148
8.6.2. La deuxième stratégie de la réduction de NOx	151
Chapitre 9. Conclusion.....	156
9.1. Résumé	156
9.2. Contributions personnelles	158

9.3. Les futures activités	159
Les Références	160
Annexe 1 -Coefficients pour l'enthalpie molaire de gaz.....	172
Annexe 2 -Constantes d'équilibre	173
Annexe 3 -Programme de prévision de NOx	175
Annexe 4 -Le temps de calcul de NOx par l'utilisation du programme MATLAB	201

Publications

- Dawwa M., CFD Simulation of Injected Fuel Spray in Marine Diesel Engines, International Journal of Scientific Research, Vol.4, Issue 7, pp.124-127, 2015.
- Dawwa M., Simulation of Combustion Process in Diesel Engines Based on Eddy Dissipation Model, Proceedings of the International Conference of Mechanical Engineering ICOMET2015, Craiova, Romania, October 8th -9th , 2015.
- Dawwa M., Baboiu I.L., Simulation and Modeling of Compression Stroke in Diesel Engines, Proceedings of the International Conference of Mechanical Engineering ICOMET2015, Craiova, Romania, October 8th -9th , 2015.
- Dawwa M., Bocanete P., A CFD study on the effect of injection parameters on the formation of NOx emissions in diesel engines, Journal of Marine Technology & Environment, Vol.1, pp.29-32, 2016.
- Dawwa M., Bocanete P., The prediction of NOx emissions from diesel engines based on two-zone thermodynamic model, Journal of Marine Technology & Environment, Vol.1, pp.33-36, 2016.
- Dawwa M., Bocanete P., CFD study on the reduction of NOx emissions from marine diesel engines, Constanta Maritime University Annals, Vol.24, pp.63-66, 2015.
- Dawwa M., Bocanete P., Prediction of NOx emissions from marine diesel engines based on eddy dissipation model, Constanta Maritime University Annals, Vol.24, pp.67-70, 2015.
- Dawwa M., Zakria Y., Predicting the Fluid Flow Shape in the Combustion Chamber of an Internal Combustion Engine by Using CFD Simulation, Journal of Economics and Technology Knowledge, Vol.1, No.3, pp.67-72, 2015.

Les mots clefs : Les Oxydes d'Azote, Les moteurs diesel, Thermodynamiques, CFD.