



# CFD study nasal drug delivery

---

**Inés Herrero Turégano**

Master thesis submitted under the supervision of  
Prof. Benoit Haut

The co-supervision of  
Prof. Pierre Lambert

Academic year  
2018-2019

In order to be awarded the Master's Degree in  
MSc in Chemical and Materials Engineering



## TABLE OF CONTENTS

ABSTRACT .....	¡Error! Marcador no definido.
ACKNOWLEDGEMENTS .....	¡Error! Marcador no definido.
1. OBJECTIVE .....	¡Error! Marcador no definido.
2. INTRODUCTION .....	¡Error! Marcador no definido.
2.1. Neurodegenerative diseases.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1 Nasal Anatomy .....	¡Error! Marcador no definido.
2.2 Intranasal drug delivery .....	¡Error! Marcador no definido.
2.3 Constraints on the nasal drug delivery. ....	¡Error! Marcador no definido.
Literature review .....	¡Error! Marcador no definido.
3. MATHEMATICAL MODEL (EQUATIONS AND BOUNDARY CONDITIONS). ...	¡Error! Marcador no definido.
Development of generic Flow Models .....	¡Error! Marcador no definido.
Conservation of Mass.....	¡Error! Marcador no definido.
Consevation of Momentum .....	¡Error! Marcador no definido.
Mapping these Models onto CFD Solver.....	¡Error! Marcador no definido.
Finite Volume (FV) method. ....	¡Error! Marcador no definido.
4. SET-UP THE MODEL IN ANSYS .....	¡Error! Marcador no definido.
4.1. Import and edit the STL.file.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2. Meshing.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3. Set-Up.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3.1. Set-up domain .....	¡Error! Marcador no definido.
4.3.2. Set-up Physics.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3.3. Models.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3.4. Materials. ....	¡Error! Marcador no definido.
4.3.5. Zones .....	¡Error! Marcador no definido.
4.4. Solution .....	¡Error! Marcador no definido.
4.5. Post-processing results .....	¡Error! Marcador no definido.
4.5.1. Contour plane.....	¡Error! Marcador no definido.
4.5.2. Volume Rendering.....	¡Error! Marcador no definido.
4.5.3. Streamline .....	¡Error! Marcador no definido.
5. MESH INDEPENDENCE STUDY.....	¡Error! Marcador no definido.
6. MODELS.....	¡Error! Marcador no definido.
Model 1. Normal conditions breathing imposing the mass flow air.....	¡Error! Marcador no definido.

Model 2. Normal conditions breathing imposing pressure outlet.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Model 3. Sniffing. Extreme conditions breathing. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Model 4. Particle's injection.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7. POST-PROCESSING RESULTS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Model 1. Normal conditions breathing imposing the mass flow air.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Model 2. Normal conditions breathing imposing pressure outlet.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Model 3. Sniffing. Extreme conditions breathing. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Comparison of the results 3 with model 1:.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Model 4. Particle's injection.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
8. CONCLUSIONS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
REFERENCES .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
APPENDICES .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANSYS FLUENT.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.1. Quality of the mesh.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.1.1. Aspect ratio .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.1.2. Resolution of the mesh .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.1.3. Skewness .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.1.4. Smoothness .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.1.5. Flow-Field Dependency.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.1.6. Monitoring Residuals .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

**No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.**

Table 1. Created name faces..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 2. Mesh type..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 3. Cell size of the first mesh..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 4. Size of the second mesh ..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 5. Size of the third mesh..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 6. Size of fourth mesh..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 7. Cell size of the fifth mesh ..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 8. Size of the sixth mesh..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 9. Size of the seventh mesh..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 10. Size of the eight mesh ..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 11. Mesh independence study. .... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 12. Boundary conditions set model 1..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 13. Area average pressure on the nostril of model 1..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 14. Boundary conditions set model 2..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 15. Boundary conditions set model 3..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 16. Boundary conditions set model 4..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 17. Area average pressure in model 2..... **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 18. Air mass flow rate entering on the nostrils in model 2.. **¡Error! Marcador no definido.**  
Table 19. Comparison of model 1 -2 of the air mass flow rate inlet on the nostrils. .... **¡Error! Marcador no definido.**  
**Marcador no definido.**  
Table 20. Comparison of air mass flow rate inlet of model 3 with model 1. . **¡Error! Marcador no definido.**

