

**POLYTECHNIQUE MONTRÉAL**

affiliée à l'Université de Montréal

**Title of your thesis**

**FIRSTNAME LASTNAME**

Département de génie mécanique

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de *Maîtrise ès sciences appliquées*

Génie mécanique

Avril 2023

**POLYTECHNIQUE MONTRÉAL**

affiliée à l'Université de Montréal

Ce mémoire intitulé :

**Title of your thesis**

présenté par **FirstName LASTNAME**

en vue de l'obtention du diplôme de *Maîtrise ès sciences appliquées*

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

, président  
, membre et directeur de recherche  
, membre et codirectrice de recherche  
, membre et codirectrice de recherche  
, membre externe

## DÉDICACE

## REMERCIEMENTS

Texte / Text.

## RÉSUMÉ

Le résumé est un bref exposé du sujet traité, des objectifs visés, des hypothèses émises, des méthodes expérimentales utilisées et de l'analyse des résultats obtenus. On y présente également les principales conclusions de la recherche ainsi que ses applications éventuelles. En général, un résumé ne dépasse pas quatre pages.

Le résumé doit donner une idée exacte du contenu du mémoire ou de la thèse. Ce ne peut pas être une simple énumération des parties du document, car il doit faire ressortir l'originalité de la recherche, son aspect créatif et sa contribution au développement de la technologie ou à l'avancement des connaissances en génie et en sciences appliquées. Un résumé ne doit jamais comporter de références ou de figures.

## ABSTRACT

Written in English, the abstract is a brief summary similar to the previous section (Résumé). However, this section is not a word for word translation of the abstract in French.

## TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE . . . . .	iii
REMERCIEMENTS . . . . .	iv
RÉSUMÉ . . . . .	v
ABSTRACT . . . . .	vi
TABLE DES MATIÈRES . . . . .	vii
LISTE DES TABLEAUX . . . . .	ix
LISTE DES FIGURES . . . . .	x
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS . . . . .	xi
LISTE DES ANNEXES . . . . .	xii
CHAPITRE 1 INTRODUCTION . . . . .	1
1.1 Motivations . . . . .	1
1.2 Aperçu et structure du mémoire . . . . .	1
CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE . . . . .	2
2.1 Title of section . . . . .	2
2.1.1 Title of subsection . . . . .	2
CHAPITRE 3 Synthèse de la revue de littérature et objectifs de la recherche . . . . .	7
3.1 Synthèse de la revue de littérature . . . . .	7
3.2 Objectifs du mémoire . . . . .	7
CHAPITRE 4 Thème 1 . . . . .	8
CHAPITRE 5 Thème 2 . . . . .	9
CHAPITRE 6 Theme3 . . . . .	10
CHAPITRE 7 CONCLUSION . . . . .	11
7.1 Synthèse des travaux . . . . .	11

7.2 Limitations de la solution proposée . . . . .	11
7.3 Améliorations futures / Future Research . . . . .	11
ANNEXES . . . . .	13



**LISTE DES TABLEAUX**

2.1	Sources de charge stochastique pendant un lancement de fusée Yunis (2005) . . . . .	3
-----	--	---

## LISTE DES FIGURES

2.1	Charges maximales exercées sur le rover par l'environnement du lancement de la fusée Falcon 9. Tiré de Space Exploration Technologies Corp (2020) . . . . .	3
2.2	Charges maximales exercées sur le rover par l'environnement du lancement de la fusée Falcon 9. Tiré de Space Exploration Technologies Corp (2020) . . . . .	5
2.3	Charges maximales exercées sur le rover par l'environnement du lancement de la fusée Falcon 9. Tiré de Space Exploration Technologies Corp (2020) . . . . .	6

## LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

IETF	Internet Engineering Task Force
OSI	Open Systems Interconnection
$M_{x,y}$	Bending moment from in-plane and pressure loads
$d$	Distance between face sheet centroids

**LISTE DES ANNEXES**

Annexe A	Title of annexe 1 . . . . .	13
Annexe B	Title of annexe 2 . . . . .	14

## CHAPITRE 1 INTRODUCTION

### 1.1 Motivations

### 1.2 Aperçu et structure du mémoire

## CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE

### 2.1 Title of section

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

#### 2.1.1 Title of subsection

##### Title of subsubsection

$$g_{moon}=1.62\text{ m s}^{-2}$$

120 °C

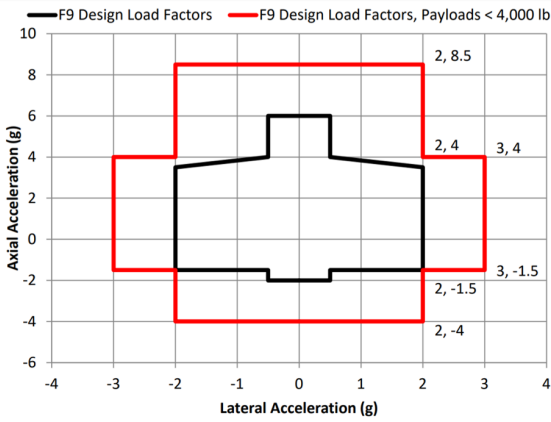
Williams et al. (2017)

See the table 2.1

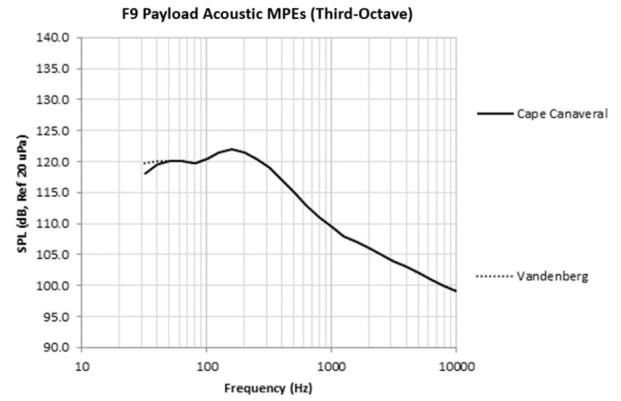
Full figure : 2.3 Sub figure : 2.3a

Charge Source	Acoustique	Vibration aléatoire	Vibration sinusoïdale	Choc
Décolage	X	X		
Aérodynamique	X	X		
Phases de séparation				X
Combustion du moteur		X	X	

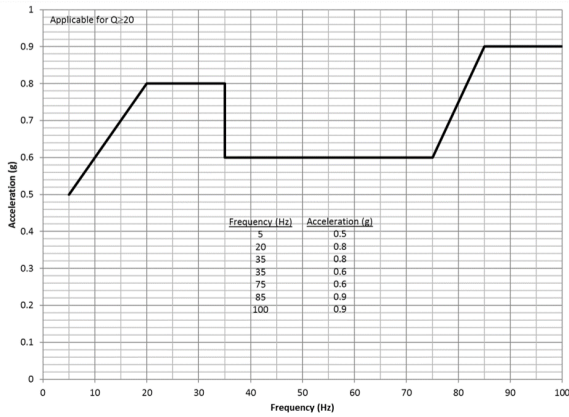
TABLEAU 2.1 Sources de charge stochastique pendant un lancement de fusée Yunis (2005)



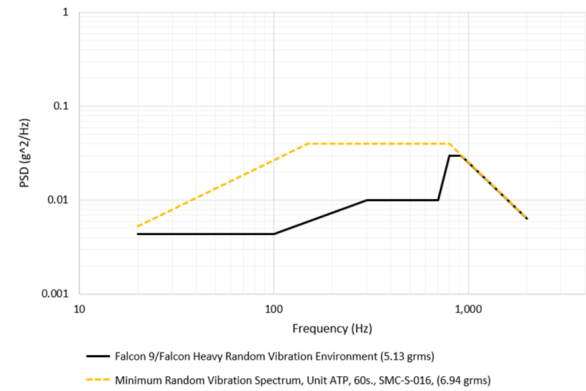
(a) Accélérations statiques axiales et latérales maximales



(b) Environnement acoustique maximal prédit (P95/50)



(c) Environnement de vibration sinusoïdal maximal équivalent



(d) Environnement de vibrations aléatoires maximum prédit (P95/50)

FIGURE 2.1 Charges maximales exercées sur le rover par l'environnement du lancement de la fusée Falcon 9. Tiré de Space Exploration Technologies Corp (2020)

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{22} \\ \gamma_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/E_{11} & -\nu_{12}/E_{11} & 0 \\ -\nu_{12}/E_{11} & 1/E_{22} & 0 \\ 0 & 0 & 1/G_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{11} \\ \sigma_{22} \\ \tau_{12} \end{bmatrix}, \quad (2.1)$$

$$\left(\frac{\sigma_1}{X_{11}}\right)^2 - \frac{\sigma_1\sigma_2}{X_{11}^2} + \left(\frac{\sigma_2}{X_{22}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{12}}{S_{12}}\right)^2 \geq 1, \quad (2.2)$$

Reference to equation (with parenthesis) (2.2)

From this point, no more figure will be fully compiled (saves compiling time a lot for big documents)

And now it compiles again



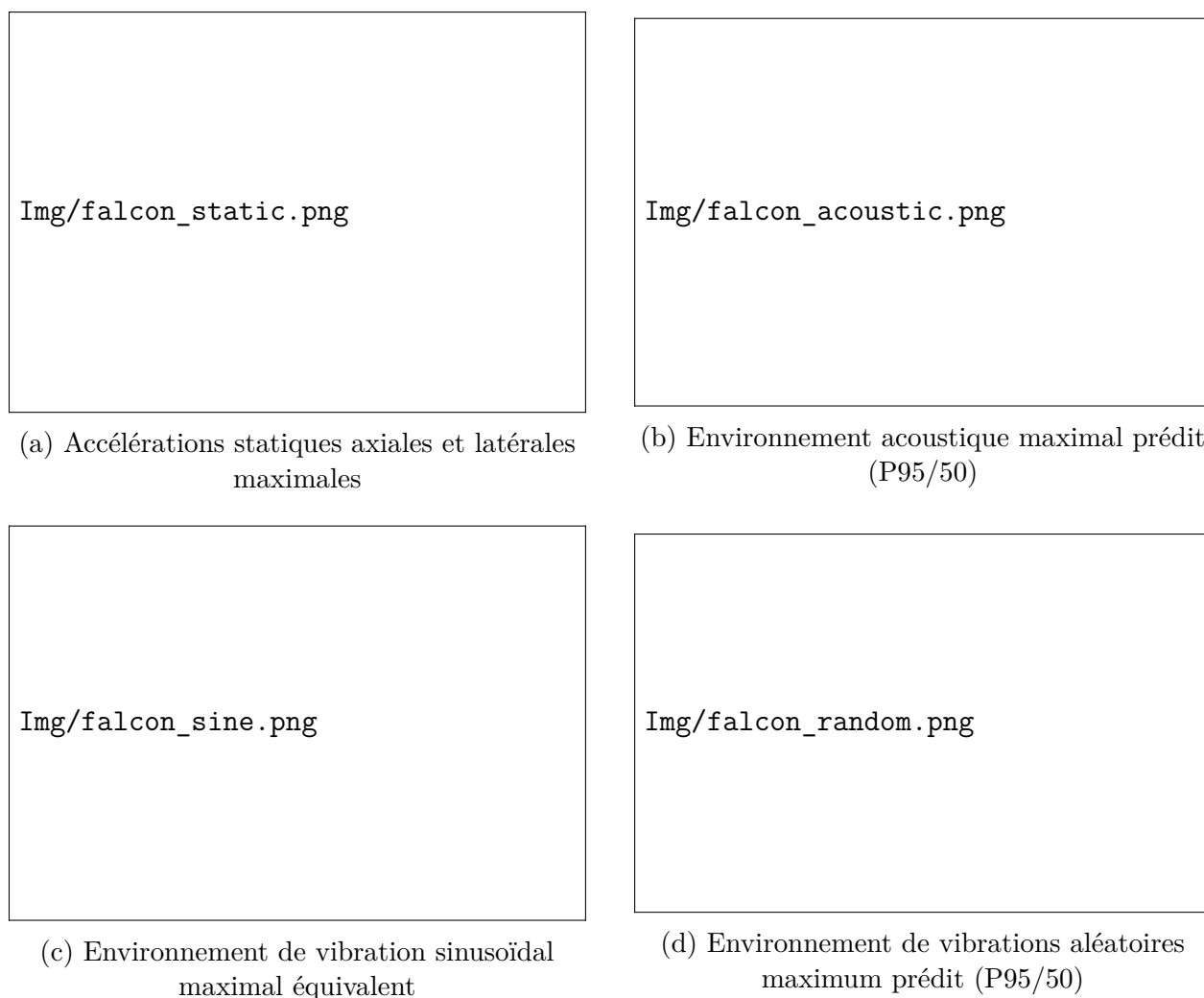
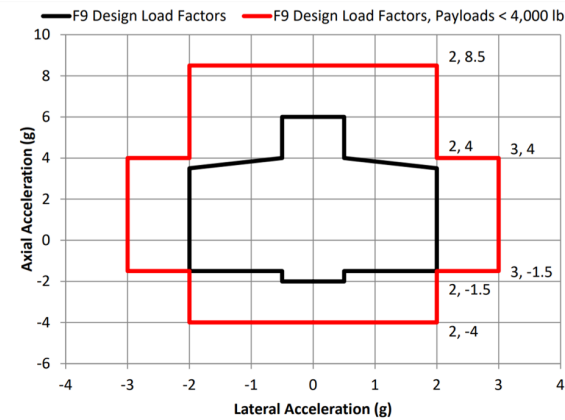
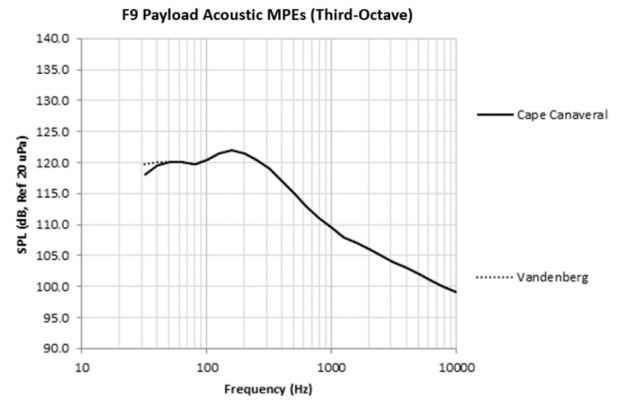


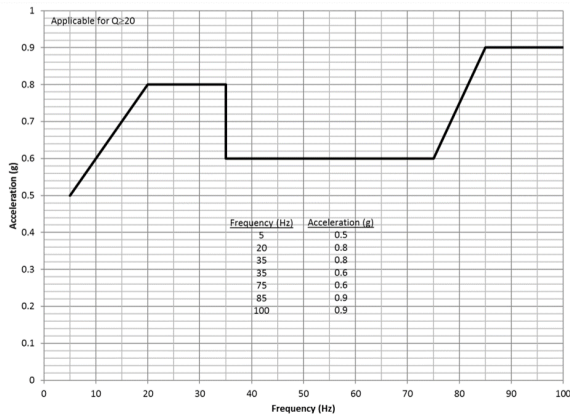
FIGURE 2.2 Charges maximales exercées sur le rover par l'environnement du lancement de la fusée Falcon 9. Tiré de Space Exploration Technologies Corp (2020)



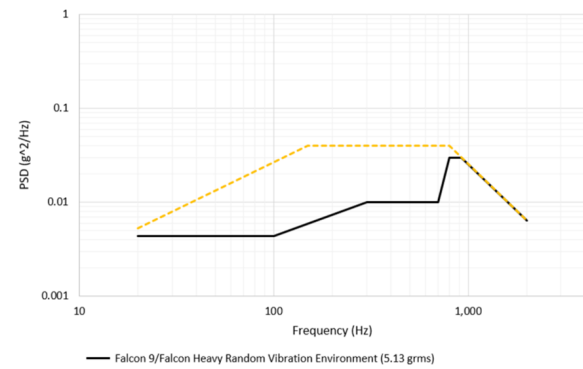
(a) Accélérations statiques axiales et latérales maximales



(b) Environnement acoustique maximal prédit (P95/50)



(c) Environnement de vibration sinusoïdal maximal équivalent



(d) Environnement de vibrations aléatoires maximum prédit (P95/50)

FIGURE 2.3 Charges maximales exercées sur le rover par l'environnement du lancement de la fusée Falcon 9. Tiré de Space Exploration Technologies Corp (2020)

## CHAPITRE 3 Synthèse de la revue de littérature et objectifs de la recherche

### 3.1 Synthèse de la revue de littérature

### 3.2 Objectifs du mémoire

#### À REVOIR/DISCUETER EN FONCTION DES RÉSULTATS

- Objectif 1
- Objectif 2
- Objectif 3

## CHAPITRE 4 Thème 1

## CHAPITRE 5   Thème 2

**CHAPITRE 6    Theme3**

## CHAPITRE 7 CONCLUSION

Texte / Text.

### 7.1 Synthèse des travaux

Texte / Text.

### 7.2 Limitations de la solution proposée

### 7.3 Améliorations futures / Future Research

Densifier le coeur près de l'anneau (voronoi).

## RÉFÉRENCES

Space Exploration Technologies Corp. Falcon User's Guide. (April):72, 2020.

J-P Williams, D A Paige, B T Greenhagen, and E Sefton-Nash. The global surface temperatures of the Moon as measured by the Diviner Lunar Radiometer Experiment. *Icarus*, 283:300–325, 2017.

Isam Yunis. The standard deviation of launch vehicle environments. In *46th AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference*, page 1937, 2005.



## ANNEXE A TITLE OF ANNEXE 1

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

## ANNEXE B    TITLE OF ANNEXE 2

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.